



**MODEL DINAMIK PENGEMBANGAN
KAWASAN INDUSTRI BERKELANJUTAN
DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK JAWA TIMUR**

**DISERTASI
UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN
MEMPEROLEH GELAR DOKTOR**

Oleh :

**ACHMAD HADI
NIM. 157150100011007**

**PROGRAM DOKTOR ILMU LINGKUNGAN
PASCA SARJANA
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

DISERTASI

**MODEL DINAMIK PENGEMBANGAN
KAWASAN INDUSTRI BERKELANJUTAN
DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK JAWA TIMUR**

Oleh :

ACHMAD HADI
NIM. 157150100011007

Tim Promotor

Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS.
Promotor

Dr. rer. nat., Ir. Arief Rachmansyah
Ko. Promotor 1

Dr. Ir. Abdul Wahid Hasyim, MSP.
Ko. Promotor 2

Malang, Desember 2019

PASCA SARJANA
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
Direktur,

Prof. Dr. Marjono, M.Phil
NIP. 196211161988031004

IDENTITAS TIM PENGUJI DISERTASI

Judul Disertasi : Model Dinamik Pengembangan Kawasan Industri Berkelanjutan di Wilayah Perkotaan Gresik

Nama : ACHMAD HADI

NIM : 157150100011007

Program Studi : Program Doktor Ilmu Lingkungan

Komisi Pembimbing

Ketua : Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS.

Anggota : Dr. rer. nat., Ir. Arief Rachmansyah
Dr. Ir. Abdul Wahid Hasyim, MSP.

Tim Penguji

: Dr. Bagyo Yanuwadi
Dr. Tech. Christina Meidiana, ST., M. Eng.
Dr. Ir. Sri Utami., MT.
Dr. T. Kuncoro, Drs., M.Si.

Pimpinan Sidang : Fadillah Putra, S.Sos., M.Si., MPaff., Ph.D

Tanggal Ujian : 20 Desember 2019

SK Penguji :

PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah disertasi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah disertasi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia disertasi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (DOKTOR) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, Desember 2019
Yang menyatakan,

ACHMAD HADI
NIM. 157150100011007



MOTTO

***“Berikhtiar, Berdo’a dan Bertawakkal untuk mewujudkan
Kebaikan, Kemanfaatan dan Kemaslahatan”***





Untuk isteri dan anak-anakku tercinta
Keluarga Besar Bani H. Shidig
Keluarga Besar Bani H. Abdul Adhim

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga disertasi dengan judul: “Model Dinamik Pengembangan Kawasan Industri Berkelanjutan di Wilayah Perkotaan Gresik Jawa Timur” ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penelitian dan penulisan disertasi ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian dari persyaratan guna memperoleh gelar Doktor, pada Program Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Brawijaya dan merupakan kesempatan berharga untuk menerapkan beberapa teori yang diperoleh selama menempuh pendidikan dalam kondisi aktual di lapangan. Dengan, bimbingan, masukan, serta dukungan semangat dari berbagai pihak sehingga penulisan disertasi ini dapat terlaksana sesuai dengan yang diharapkan.

Berkaitan dengan penyelesaian penulisan disertasi ini, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan, baik moril maupun materiil, yaitu:

- (1) Prof. Dr. Ir. Nuhfil Hanani, selaku Rektor Universitas Brawijaya;
- (2) Prof. Dr. Marjono, M.Phil, selaku Direktur Program Pascasarjana Multidisipliner Universitas Brawijaya;
- (3) Prof. Dr. Ir. Gatot Ciptadi, DESS, IPU, selaku Ketua Program Doktor Ilmu Lingkungan Pasca Sarjana Universitas Brawijaya;
- (4) Prof. Dr. Ir. Soemarno, MS, selaku Promotor yang telah memberikan arahan dan bimbingan untuk penyelesaian disertasi ini;
- (5) Dr. rer.nat. Ir. Arief Rachmansyah, selaku Ko-Promotor yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penyusunan disertasi ini;
- (6) Dr. Ir. Abdul Wahid Hasyim, MSP, yang telah mengarahkan dan membimbing dalam penyelesaian disertasi ini;
- (7) Para Tim Penguji Disertasi yang telah banyak memberikan saran masukan untuk penyempurnaan disertasi ini;
- (8) Para Dosen Pengajar, Pegawai dan Staf Administrasi pada Program Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Brawijaya yang banyak membantu proses belajar dan semua tahapan sampai terselesaikannya disertasi ini;
- (9) Rekan-rekan mahasiswa Program Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Brawijaya;

Kepada pihak-pihak lainnya yang tidak mungkin disebutkan satu per-satu, juga penulis sampaikan penghargaan dan rasa terima kasih yang tidak terhingga; karena dengan bantuan Bapak dan Ibu semuanya maka disertasi ini dapat diselesaikan penulisannya dengan baik.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya kepada kita semua dalam melaksanakan pengabdian bagi kejayaan negara dan bangsa Indonesia yang kita cintai. Amin.

Malang, Desember 2019
Penulis,

ACHMAD HADI
NIM 157150100011007

RIWAYAT HIDUP PENULIS

A. DATA DIRI

1. Nama : ACHMAD HADI
2. Tempat Tanggal Lahir : Gresik, 01 Januari 1974
3. Jenis Kelamin : Laki-laki
4. Agama : Islam
5. Instansi Asal : Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang
Kabupaten Gresik Jawa Timur
6. Alamat Instansi : Jl. Dr. Wahidin SH. 247 Gresik
7. No. Telp/Fax Instansi : 031 3953278 fax. 031 3954347
8. Alamat Rumah : Jl. Marabahan 5 No. 13 Perum GKB
Gresik Jawa Timur
9. No. Telp / HP : 031 3956524 (081252801934)
10. Email : achmadhadiub@gmail.com
11. Nama isteri : Durrotul Chariro
12. Nama Ayah : H. Moch. Shiddiq (Alm)
13. Nama Ibu : Hj. Sholihah
14. Nama Anak : 1. Fatchul Ilmi Al Ashari
2. Marsya Zakiyatun Najwa
3. Fadhil Achmad Al Ashari

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SDN 01 Gredek Duduksampeyan Gresik Lulus 1986
2. SMPN 01 Duduksampeyan Gresik Lulus 1989
3. SMAN 01 Gresik jawa Timur Lulus 1992
4. S 1 Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Lulus 1996
5. S 2 Magister Perencanaan Kota UGM Yogyakarta Lulus 2003
6. S 3 Doktor Ilmu Lingkungan PPS UB Malang

C. RIWAYAT PEKERJAAN

1. Staf Dinas Kebersihan Pertamanan Kab. Gresik (1998- 2004)
2. Sub Bidang Perizinan Bangunan, Cipta Karya DPU (2005- 2007)
3. Sub Bidang Pengembangan Kawasan DPMPTSP (2007- 2009)
4. Sub Bidang Pertamanan Badan Lingkungan Hidup (2009- 2011)
5. Bidang Pengendalian Bangunan Tata Ruang PTSP (2011- 2016)
6. Bidang Tata Ruang Dinas PUTR Kabupaten Gresik (2017- 2019)

RINGKASAN

ACHMAD HADI, 157150100011007, Program Doktor Ilmu Lingkungan, Pasca Sarjana Universitas Brawijaya Malang, Desember 2019, Model Dinamik Pengembangan Kawasan Industri Berkelanjutan di Wilayah Perkotaan Gresik Jawa Timur, Komisi Promotor: Soemarno, Arief Rachmansyah, Abdul Wahid Hasyim.

Perkembangan industri menjadi sektor unggulan dalam mendorong pertumbuhan ekonomi nasional. Kabupaten Gresik merupakan salah satu daerah industri strategis di Indonesia yang telah memberikan kontribusi 49,95 % terhadap PDRB dengan alokasi lahan 12.112 Ha dalam bentuk kawasan industri maupun zona peruntukan industri. Namun di sisi lain kegiatan industri tersebut juga potensial menimbulkan dampak terhadap kualitas lingkungan hidup. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk mewujudkan model dan strategi pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan.

Wilayah Perkotaan Gresik telah berkembang menjadi salah satu kota industri di Propinsi Jawa Timur sejak tahun 1960-an dengan beroperasionalnya lebih dari 300 industri menengah besar dan terbangunnya 3 kawasan industri eksisting. Pertumbuhan area industri berimplikasi terhadap perubahan penggunaan lahan seperti; tambak, sawah, area terbuka hijau dan kawasan pesisir laut, sehingga perlu diprediksi besaran dan pola perkembangannya untuk mengantisipasi dampak ekologis yang ditimbulkan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis status keberlanjutan pengembangan kawasan industri di wilayah perkotaan Gresik, menganalisis pola perkembangan spasial kawasan industri, menyusun model dinamik pengembangan kawasan industri serta merumuskan kebijakan dan strategi pengembangan kawasan industri berkelanjutan (*eco industrial park*) di wilayah perkotaan Gresik Jawa Timur.

Penelitian ini dilaksanakan dengan mengintegrasikan analisis spasial dinamik dan analisis sistem dinamik. Tahapan penelitian diawali dengan penentuan indeks atas 50 atribut/indikator dari 5 dimensi keberlanjutan perkembangan industri eksisting dengan metode analisis *multidimensional scaling* (MDS) dan analisis prospektif. Selanjutnya dilakukan analisis dinamika spasial penggunaan lahan industri eksisting dan skenario proyeksi pola perkembangannya 20 tahun ke depan dengan metode GIS dan *Cellular Automata*. Berdasarkan indikator kunci keberlanjutan dan pola perkembangan lahan industri kemudian disintesiskan menjadi sistem dinamik (*causal loop diagram*) dan model dinamik (*stock flow diagram*) yang terdiri dari subsistem lingkungan, ekonomi dan sosial sebagai dasar untuk merumuskan kebijakan dan strategi pengembangan kawasan industri berkelanjutan.

Hasil analisis multidimensi untuk kawasan industri menunjukkan status cukup berkelanjutan (52,47) yang didukung oleh 3 dimensi termasuk kategori cukup berkelanjutan yaitu; dimensi ekonomi (58,12), dimensi sosial budaya (51,76) dan dimensi manajemen kelembagaan (51,99). Sedangkan 2 dimensi lainnya termasuk kategori kurang berkelanjutan yaitu; dimensi ekologi (45,56) dan

dimensi teknologi infrastruktur (49,47). Hasil analisis multidimensi untuk non kawasan industri berada pada status kurang berkelanjutan (48,59) dengan komposisi 3 dimensi kategori kurang berkelanjutan yaitu; dimensi ekologi (44,67), dimensi manajemen kelembagaan (44,37) dan dimensi teknologi infrastuktur (41,59). Sedangkan 2 dimensi lainnya termasuk kategori cukup berkelanjutan yaitu; dimensi ekonomi (52,79) dan dimensi sosial budaya (56,09). Skenario peningkatan indeks keberlanjutan dapat dilakukan secara bertahap terhadap indikator kunci sesuai skala prioritas yang paling urgen.

Dinamika spasial perkembangan lahan industri di wilayah perkotaan Gresik periode 1997-2017 mengalami peningkatan 1.691 ha (119,96 %) yaitu dari luas 1.411 ha tahun 1997 menjadi 3.102 ha tahun 2017 yang berasal dari konversi lahan tambak 844 ha dan area terbuka seluas 333 ha. Hasil prediksi dengan 3 skenario menunjukkan dinamika penggunaan lahan pada tahun 2037. Skenario 1 (konservatif) mendorong pertambahan lahan industri di koridor jalan arteri seluas 1.352 ha (43,60%) menjadi 4.445 ha. Pada skenario 2 (progresif) memberikan peningkatan lahan industri terbesar di wilayah pesisir seluas 1.992 ha (64,20%) atau menjadi 5.094 ha. Sedangkan skenario 3 (moderat) dapat meningkatkan lahan industri di lokasi industri eksisting sebesar 1.360 ha (43,86%) hingga menjadi 4.463 ha. Untuk hasil analisis tingkat kesesuaian RTRW Kabupaten Gresik 2010-2030 pada lahan industri eksisting tahun 2017 sebesar 84,79%.

Berdasarkan simulasi kinerja model sistem dinamik 20 tahun ke depan menunjukkan bahwa dengan bertambahnya luasan dan jumlah industri dapat mendorong perubahan pada subsistem lainnya yaitu; adanya peningkatan produksi limbah (padat dan cair) sebesar 48%-68% dengan jumlah terbanyak 61.809 ton/hari. Simulasi submodel ekonomi menggambarkan peningkatan PAD, APBD serta simultan dengan perkembangan investasi dapat meningkatkan PDRB dan pendapatan perkapita hingga mencapai 400% ($\pm$ 280 juta/tahun). Simulasi submodel sosial memproyeksikan terjadinya pertumbuhan penduduk dan kebutuhan lapangan pekerjaan, tetapi juga terjadi peningkatan kemampuan serapan tenaga kerja akibat perkembangan industri, sehingga dapat mengurangi tingkat pengangguran secara signifikan 80%-100%.

Kebijakan sektoral dan strategi pengembangan spasial kawasan industri berkelanjutan dapat diarahkan berdasarkan skala area pengembangan yaitu; (1) pengembangan kawasan/*tenant* industri berkelanjutan (*sustainable industrial estate*) dengan penatagunaan lahan melalui revitalisasi komposisi *landuses*, penyediaan sarana prasarana yang terintegrasi dan ramah lingkungan serta optimalisasi fungsi pengelola kawasan dengan instrumen *estate regulation*; (2) pengembangan kota industri terpadu (*integrated industrial cites*) dengan integrasi tata ruang melalui harmonisasi antar peruntukan lahan, sinkronisasi struktur ruang perkotaan dengan instrumen pengaturan perizinan pemanfaatan ruang; dan (3) pengembangan daerah industri ramah lingkungan (*eco industrial district*) dengan konsolidasi zona industri (*clustering*) melalui pemetaan zona industri sejenis, kolaborasi penyediaan/pertukaran material dan sumber daya dengan instrumen pengaturan zonasi dan reaglomerasi peruntukan industri.

Kata Kunci: *Kawasan Industri, Status Keberlanjutan, Spasial Dinamik, Model Sistem Dinamik*

SUMMARY

ACHMAD HADI, 157150100011007, Doctoral Program in Environmental Sciences, Graduate Program of Brawijaya University Malang, December 2019, Dynamic Model of the Development of Sustainable Industrial Estates in Gresik Urban Area, East Java, Committee of Promoters: Soemarno, Arief Rachmansyah, Abdul Wahid Hasyim.

Industrial development is a strategic sector in driving national economic growth. Gresik Regency is one of the strategic industrial areas in Indonesia that has contributed 49.95% to the GRDP by allocating 12,112 hectares of land for industrial estates and industrial appropriation zones. However, these industrial activities potentially have an impact on the quality of the environment. Therefore, efforts to realise models and strategies for the development of sustainable industrial estates are needed.

Gresik Urban Area has been developing to be one of the industrial cities in East Java since the 1960s by the operation of more than 300 medium-large industries and the construction of three existing industrial estates. The growth of industrial zones has implications for changes in land use, such as ponds, rice fields, green open space and coastal sea areas, so predictions related to the size and pattern of development to anticipate the ecological impacts are needed.

This study aims to analyse the sustainability status of industrial estate development in the Gresik Urban Area, analyse the spatial development patterns of industrial estates, compile dynamic models of industrial estate development, and formulate policies and strategies for the sustainable development of industrial estates (eco-industrial parks) in the region.

The research integrated dynamic spatial analysis and dynamic system analysis, began with the determination of an index of 50 attributes/indicators from the five dimensions of the sustainability of the development of the existing industries with the multidimensional scaling (MDS) analysis method and prospective analysis. Furthermore, a spatial dynamics analysis of the land use of the existing industries and the scenario of the pattern of development projected for the next 20 years using the GIS and Cellular Automata methods were carried out. The key indicators of sustainability and the patterns of industrial land development were synthesised into a dynamic system (causal loop diagram) and a dynamic model (stock-flow diagram), consisting of environmental, economic, and social subsystems as a basis for formulating policies and strategies for the development of sustainable industrial zones.

The results of the multidimensional analysis show that the industrial estates were categorised quite sustainable status (52.47) by the support of three dimensions with the same category, namely economy (58.12), socio-culture (51.76), and institutional management (51.99). The other two dimensions were categorised less sustainable, namely ecology (45.56) and infrastructure technology (49.47). The results also showed that the non-industrial estates categorised as less sustainable (48.59) had a composition of three dimensions that had the same category, namely ecology (44.67), institutional management (44.37), and infrastructure technology (41.59). Whereas, the other two dimensions categorised

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah S.W.T. yang telah memberikan Rahmat, Taufik dan Hidayah-Nya, sehingga disertasi dengan judul "Model Dinamik Pengembangan Kawasan Industri Berkelanjutan di Wilayah Perkotaan Gresik Jawa Timur" ini dapat terselesaikan. Disertasi disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Doktor Ilmu Lingkungan pada Pasca Sarjana Universitas Brawijaya.

Kabupaten Gresik sebagai salah satu daerah pengembangan industri nasional dimulai sejak tahun 1960-an dengan berbagai jenis industri manufaktur yang dibangun dan beroperasi, sehingga dapat menjadi faktor pendorong pertumbuhan ekonomi di daerah maupun nasional. Namun demikian kegiatan industri tidak selamanya berdampak positif terhadap semua aspek, khususnya pada dimensi ekologis seringkali mengalami kontraproduktif terhadap upaya pelestarian lingkungan dan sumber daya alam.

Dampak negatif (eksternalitas) kegiatan industri dapat terjadi karena belum optimalnya manajemen dan tata kelola serta kurang efektifnya teknologi dan infrastruktur yang digunakan. Oleh karena itu, dengan disusunnya model dinamik dan strategi pengembangan kawasan industri berkelanjutan di wilayah perkotaan Gresik dalam penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi stakeholder terkait dalam memaksimalkan penataan dan pengelolaan kawasan industri maupun industri non kawasan di wilayah Gresik untuk mewujudkan keseimbangan kemanfaatan ekonomi, sosial maupun lingkungan hidup.

Penulis menyadari adanya ketidaksempurnaan dalam penulisan disertasi ini dan semoga tetap dapat bermanfaat bagi semua stakeholder terkait termasuk bagi pemerintah.

Malang, Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	Hal
HALAMAN PENGESAHAN	i
IDENTITAS TIM PENGUJI DISERTASI	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
RIWAYAT HIDUP PENULIS	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xxii
BAB	xxvi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	6
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Manfaat Penelitian	9
II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Kawasan Industri dan Perkembangannya	10
2.1.1 Konsep Dasar Pengembangan Kawasan Industri	11
2.1.2 Transformasi Perkembangan Kawasan Industri	15
2.2 Dampak Pengembangan Industri	17
2.2.1 Perkembangan Wilayah dan Alih Fungsi Lahan	17
2.2.2 Pencemaran Air, Tanah dan Udara	20
2.2.3 Perubahan Daya Dukung Lingkungan	22
2.3 Paradigma Baru Pengembangan Kawasan Industri	29
2.3.1 Prinsip Dasar Kawasan Industri Berkelanjutan	30
2.3.2 Dimensi dan Indikator Keberlanjutan	36
2.3.3 Konsep <i>Design</i> Kawasan Industri yang Berkelanjutan	40
2.4 Sistem Pengembangan Kawasan Industri Berkelanjutan	45
2.4.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Industri	45

2.4.2 Sistem Tata Ruang (<i>Spatial</i>) dan Penatagunaan Lahan...	48
2.4.3 Sistem Perizinan dan Pengelolaan Kawasan.....	56
2.5 Model Sistem Dinamik Pengembangan Kawasan	59
2.5.1 Pendekatan Sistem dan Model	60
2.5.2 Sistem Dinamik	62
2.5.3 Sistem Informasi Geografis dan <i>Cellular Automata</i>	65
2.6 Kerangka Konseptual Penelitian	68
2.6.1 Implementasi Konsep dan Penelitian Terdahulu Terkait Pengembangan Kawasan Industri	69
2.6.2 Kerangka Berfikir Penelitian	81
III METODE PENELITIAN	85
3.1 Pendekatan Penelitian	85
3.2 Fokus dan Variabel Penelitian.....	87
3.3 Lokasi dan Situs Penelitian.....	88
3.4 Sumber Data.....	90
3.5 Teknik Pengumpulan Data	92
3.6 Keabsahan Data	98
3.7 Analisis Data	99
3.7.1 Analisis Deskriptif	101
3.7.2 Analisis Keberlanjutan	101
3.7.3 Analisis Spasial Dinamik	102
3.7.4 Analisis Sistem Dinamik	102
3.7.5 Analisis Faktor Berpengaruh (PPA dan AHP)	103
3.7.6 Analisis Skenario dan Strategi Pengembangan	107
IV KAJIAN WILAYAH PENELITIAN	109
4.1 Perkembangan Industri di Gresik	109
4.1.1 Pola Ruang Peruntukan Industri	111
4.1.2 Penggunaan Lahan Industri Eksisting	112
4.1.3 Profil Kawasan Industri	112
4.2 Kondisi Fisik dan Lingkungan	121
4.2.1 Geografi dan Topografi	122
4.2.2 Hidrologi dan Klimatologi	123
4.2.3 Indeks Kualitas Lingkungan Hidup	125
4.3 Perekonomian	126
4.3.1 Pertumbuhan Ekonomi dan Laju Inflasi	126
2.3.2 Produk Domestik Bruto (PDRB) dan Investasi	128

4.3.3	Pendapatan Daerah	130
4.4	Sosial Budaya	132
4.4.1	Demografi	132
4.4.2	Indek Pembangunan Manusia (IPM)	134
4.4.3	Ketenagakerjaan	135
4.5	Prasarana dan Sarana Umum (PSU) Perkotaan	137
4.5.1	Infrastruktur Jalan dan Aksesibilitas	137
4.5.2	Jaringan Drainase dan Air Bersih	141
4.5.3	Pengelolaan Persampahan dan Limbah	143
V	STATUS KEBERLANJUTAN PENGEMBANGAN KAWASAN	
	INDUSTRI DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK	146
5.1	Kajian Teori	146
5.2	Metode Analisis Keberlanjutan	148
5.2.1	Tahapan Analisis	148
5.2.2	Pemilihan Dimensi dan Indikator Keberlanjutan.....	149
5.2.3	Penilaian Skor Atribut Keberlanjutan	153
5.2.4	Analisis Indeks keberlanjutan dan indikator Pengungkit	156
5.2.5	Analisis Prospektif	157
5.3	Hasil dan Pembahasan	159
5.3.1	Indeks Keberlanjutan Dimensi Ekologi	159
5.3.2	Indeks Keberlanjutan Dimensi Ekonomi	164
5.3.3	Indeks Keberlanjutan Dimensi Sosial Budaya	169
5.3.4	Indeks Keberlanjutan Dimensi Manajemen dan Kelembagaan	173
5.3.5	Indeks Keberlanjutan Dimensi Teknologi dan Infrastruktur	178
5.3.6	Indeks Keberlanjutan Multidimensi	183
5.3.7	Penentuan Indikator Kunci (<i>Driving Variabels</i>)	187
5.4	Kesimpulan	190
VI	PERKEMBANGAN SPASIAL KAWASAN INDUSTRI DI WILAYAH	
	PERKOTAAN GRESIK	192
6.1	Kajian Teori	192
6.2	Metode Analisis Spasial Dinamik	195
6.2.1	Tahapan Analisis	195
6.2.2	Analisis Penggunaan Lahan	197
6.2.3	Analisis Faktor-faktor Perubahan Penggunaan Lahan	198
6.2.4	Pemodelan Peta Prediksi dan Validasi	200
6.2.5	Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan (CA Markov Chain)	202
	xvi	

6.3 Hasil dan Pembahasan	203
6.3.1 Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan Industri	203
6.3.2 Prediksi dan Skenario Pengembangan Lahan Industri	208
6.3.3 Tingkat Kesesuaian Penggunaan Lahan Industri dengan RTRW Kabupaten Gresik	218
6.4 Kesimpulan	220
VII PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK KAWASAN INDUSTRI	221
7.1 Kajian Teori	221
7.2 Metode Analisis Sistem Dinamik	223
7.2.1 Tahapan Analisis	224
7.2.2 Analisis Faktor Berpengaruh.....	225
7.2.3 Identifikasi dan Formulasi Permasalahan Sistem	227
7.2.4 Konseptualisasi Sistem	228
7.2.5 Penyusunan Model dan Simulasi	232
7.2.6 Pengujian Model	234
7.2.7 Implementasi Skenario Model dan Rekomendasi	235
7.3 Hasil dan Pembahasan	236
7.3.1 Model Utama (Sistem Utama)	236
7.3.2 Sub Model Penggunaan Lahan	238
7.3.3 Sub Model Lingkungan	241
7.3.4 Sub Model Ekonomi	244
7.3.5 Sub Model Sosial	246
7.3.6 Pengujian Model	248
7.3.7 Simulasi Skenario Model	253
7.3.8 Keterkaitan Model Dinamik dengan Indeks Keberlanjutan	262
7.4 Kesimpulan	266
VIII KEBIJAKAN DAN STRATEGI PENGEMBANGAN KAWASAN INDUSTRI BERKELANJUTAN	267
8.1 Strategi Peningkatan Keberlanjutan Multidimensi	267
8.1.1 Skenario 1 (Konservatif-Pesimistik)	272
8.1.2 Skenario 2 (Moderat-Optimistik)	273
8.1.3 Skenario 3 (Progresif-Holistik)	275
8.1.4 Komparasi Antar Skenario	277
8.2 Strategi Pengembangan Spasial Kawasan Industri	279
8.2.1 Strategi Pengaturan Spasial	280
8.2.2 Strategi Pengendalian Sektorial	282
8.2.3 Strategi Pengembangan Kawasan	283

8.3 Strategi Implementasi Model Dinamik untuk Pengembangan EIP	286
8.3.1 Program Keberlanjutan Submodel Penggunaan Lahan	286
8.3.2 Program Keberlanjutan Submodel Lingkungan	291
8.3.3 Program Keberlanjutan Submodel Ekonomi	296
8.3.4 Program Keberlanjutan Submodel Sosial	301
8.4 Kebijakan dan Rekomendasi	305
IX PENUTUP	307
DAFTAR PUSTAKA	309
LAMPIRAN	322



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Hal
2.1	Daftar Kawasan Industri Pioner di Indonesia	16
2.2	Kriteria Desain Infrastruktur yang Berkelanjutan untuk Pengembangan Kawasan Industri	44
2.3	Kesesuaian Lokasi untuk Kawasan Industri	50
2.4	Pola Penggunaan Lahan Kawasan Industri	53
2.5	Standar Teknis untuk Pembangunan Kawasan Industri	54
2.6	Kajian Penelitian tentang Status Keberlanjutan Kawasan industri dan Posisi Penelitian	71
2.7	Kajian Penelitian Perkembangan Kawasan Perkotaan dan Industri Menggunakan Metode Cellular Automata dan Posisi Penelitian	74
2.8	Kajian Penelitian tentang Pemodelan Sistem Dinamik dan Posisi Penelitian	78
3.1	Daftar Kawasan Industri dan Industri Non Kawasan untuk Lokus Penelitian	88
3.2	Sumber Data dan Responden Penelitian	91
3.3	Tujuan Penelitian, Variabel, Metode Analisis dan Output Analisis	94
3.4	Nilai Konversi Data Deskrit ke Data Numerik pada Skala Perbandingan Berpasangan	106
4.1	Rencana Pola Ruang Wilayah Kabupaten Gresik	111
4.2	Luas Penggunaan Lahan industri Wilayah Penelitian	112
4.3	Luas Kawasan Industri Wilayah Penelitian	114
4.4	Karakteristik Lokasi Kawasan Industri Gresik (KIG)	115
4.5	Karakteristik Lokasi Kawasan Industri Maspion (KIM)	117
4.6	Karakteristik Lokasi Kawasan Industri JIPE	120
4.7	Luas Wilayah dan Jumlah Desa/Kelurahan Wilayah Penelitian	122
4.8	Indikator Pengelolaan Lingkungan Kabupaten Gresik	126

4.9	PDRB per Kapita Kabupaten Gresik Tahun 2013 – 2017	129
4.10	Pendapatan Daerah Kabupaten Gresik Tahun 2013 – 2017	130
4.11	Perkembangan Jumlah Penduduk Wilayah Penelitian Tahun 2013 - 2017.....	133
4.12	Perkembangan IPM Kabupaten Gresik Tahun 2013 – 2017	134
4.13	Perkembangan Ketenagakerjaan Kabupaten Gresik Tahun 2013 – 2017.....	137
4.14	Status dan Panjang Jalan di Kabupaten Gresik Tahun 2017	138
4.15	Kondisi Pemakaian Air Bersih di Kabupaten Gresik Tahun 2017	142
5.1	Identifikasi Dimensi dan Indikator Kawasan Industri Berkelanjutan	150
5.2	Dimensi dan Indikator Keberlanjutan Kawasan Industri Hasil FGD	152
5.3	Rekapitulasi Kriteria dan Hasil Penilaian Skor Indikator keberlanjutan	154
5.4	Nilai Indeks dan Kategori Status keberlanjutan	156
5.5	Status Keberlanjutan Multidimensi Pengembangan Industri di Gresik.....	184
5.6	Nilai Stress dan Koefisien Determinasi (R ²) untuk Kawasan Industri.....	185
5.7	Nilai Stress dan Koefisien Determinasi (R ²) untuk Non Kawasan Industri	185
5.8	Nilai Indeks MDS dan Montecarlo untuk Kawasan Industri.....	186
5.9	Nilai Indeks MDS dan Montecarlo untuk Non Kawasan Industri.....	186
5.10	Rekapitulasi Indikator Pengungkit dan Faktor Kunci	189
6.1	Skor Hasil AHP Faktor dan Variabel Pendorong Perkembangan Lahan Industri	199
6.2	Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 1997, 2007 dan 2017	204
6.3	Matrik Transisi Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 1997 – 2017 ...	207
6.4	Hasil Prediksi Perkembangan Lahan Industri Skenario 1	210
6.5	Hasil Prediksi Perkembangan Lahan Industri Skenario 2	213
6.6	Hasil Prediksi Perkembangan Lahan Industri Skenario 3	216

6.7	Tingkat Kesesuaian Prediksi Lahan Industri terhadap RTRW Kabupaten Gresik	218
7.1	Analisis Kebutuhan Stakeholder dan Formulasi Masalah dalam Pendekatan Sistem Dinamik	227
7.2	Data Validasi Model pada Indikator Penggunaan Lahan Industri	248
7.3	Data Validasi Model pada Indikator Limbah Padat (sampah)	249
7.4	Data Validasi Model pada Indikator PDRB Perkapita	251
7.5	Data Validasi Model pada Indikator Penduduk	252
8.1	Keadaan (State) Faktor Kunci dalam Pengembangan Industri Berkelanjutan untuk Kawasan Industri	268
8.2	Keadaan (State) Faktor Kunci dalam Pengembangan Industri Berkelanjutan untuk Non Kawasan Industri	269
8.3	Skenario Pengembangan Kawasan Industri dan Non Kawasan Industri Berkelanjutan di Wilayah Perkotaan Gresik	270
8.4	Kondisi dan Strategi dalam Pengembangan Kawasan Industri dan Non Kawasan Industri menuju Keberlanjutan	270
8.5	Perubahan Nilai Skor dan Indeks Keberlanjutan pada Skenario 1	273
8.6	Perubahan Nilai Skor dan Indeks Keberlanjutan pada Skenario 2	274
8.7	Perubahan Nilai Skor dan Indeks Keberlanjutan pada Skenario 3	276
8.8	Rekapitulasi Hasil Tiga Skenario Keberlanjutan	277
8.9	Prediksi Konversi Lahan Industri dan Strategi Pengembangan Spasial	281
8.10	Kebijakan dan Strategi Implementasi Model Dinamik Pengembangan Kawasan Industri Berkelanjutan	287

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Hal
2.1	Konsep Daya Dukung Lingkungan	24
2.2	Sistem Network EIP	35
2.3	Tahapan Pemodelan Sistem Dinamik	64
2.4	Bentuk Model Cellular Automata	67
2.5	Kerangka Konseptual Penelitian	84
3.1	Lokasi Penelitian Kawasan Industri di Perkotaan Gresik.....	89
3.2	Tahapan dan Alur Analisis Penelitian	100
3.3	Schema Integrasi Analisis untuk Penyusunan Skenario dan Strategi Pengembangan Kawasan Industri	108
4.1	Peta Distribusi Pola Ruang Industri Kabupaten Gresik	110
4.2	Peta Sebaran Kawasan Industri dan Kawasan Peruntukan industri ..	113
4.3	Siteplan Kawasan Industri Gresik (KIG)	116
4.4	Siteplan Kawasan Industri Maspion (KIM)	118
4.5	Masterplan Kawasan Industri JIPE	119
4.6	Posisi Geografi Wilayah Penelitian	123
4.7	Area Potensi Genangan Air (Banjir) di Wilayah Penelitian	124
4.8	Pertumbuhan Ekonomi Periode Tahun 2013-2017	127
4.9	Laju Inflasi Kabupaten Gresik Tahun 2013 – 2017	128
4.10	Prosentase PDRB ADHK Kabupaten Gresik Tahun 2017	128
4.11	Perkembangan Tingkat Kemiskinan Kabupaten Gresik	131
4.12	Perkembangan Gini Ratio Periode Tahun 2013 – 2017	131
4.13	Perkembangan Tingkat Pengangguran Terbuka Kabupaten Gresik Tahun 2013 – 2017	136
4.14	Peta Jaringan Jalan Utama di Wilayah Penelitian	139

5.1	Alur Analisis Keberlanjutan dengan Metode MDS	149
5.2	Diagram Pengaruh dan Ketergantungan	158
5.3	Indeks Keberlanjutan Dimensi Ekologi pada Kawasan Industri	160
5.4	Indeks Keberlanjutan Dimensi Ekologi pada Non Kawasan Industri ..	160
5.5	Indikator Pengungkit Dimensi Ekologi pada Kawasan Industri	161
5.6	Indikator Pengungkit Dimensi Ekologi pada Non Kawasan Industri ...	162
5.7	Indeks Keberlanjutan Dimensi Ekonomi pada Kawasan Industri	165
5.8	Indeks Keberlanjutan Dimensi Ekonomi pada Non Kawasan Industri.	165
5.9	Indikator Pengungkit Dimensi Ekonomi pada Kawasan Industri	166
5.10	Indikator Pengungkit Dimensi Ekonomi pada Non Kawasan Industri .	167
5.11	Indeks Keberlanjutan Dimensi Sosial Budaya pada Kawasan Industri	169
5.12	Indeks Keberlanjutan Dimensi Sosial Budaya pada Non Kawasan Industri	170
5.13	Indikator Pengungkit Dimensi Sosial Budaya pada Kawasan Industri	171
5.14	Indikator Pengungkit Dimensi Sosial Budaya pada Non Kawasan Industri	172
5.15	Indeks Keberlanjutan Dimensi Manajemen Kelembagaan pada Kawasan Industri	174
5.16	Indeks Keberlanjutan Dimensi Manajemen Kelembagaan pada Non Kawasan Industri	174
5.17	Indikator Pengungkit Dimensi Manajemen Kelembagaan pada Kawasan Industri	175
5.18	Indikator Pengungkit Dimensi Manajemen Kelembagaan pada Non Kawasan Industri	176
5.19	Indeks Keberlanjutan Dimensi Teknologi dan Infrastruktur pada Kawasan Industri	179
5.20	Indeks Keberlanjutan Dimensi Teknologi dan Infrastruktur pada Non Kawasan Industri	179

5.21	Indikator Pengungkit Dimensi Teknologi dan Infrastruktur pada Kawasan Industri	181
5.22	Indikator Pengungkit Dimensi Teknologi dan Infrastruktur pada Non Kawasan Industri	182
5.23	Diagram Layang-layang Multidimensi	184
5.24	Diagram Faktor Kunci pada Kawasan Industri	187
5.24	Diagram Faktor Kunci pada Non Kawasan Industri	188
6.1	Diagram Alur Tahapan Penelitian Spasial Dinamik	196
6.2	Peta Transisi Faktor Pendorong dan Peta Model Prediksi	201
6.3	Peta Perubahan Penggunaan Lahan Industri Tahun 1997, 2007 dan 2017	205
6.4	Peta Hasil Prediksi Skenario 1 tahun 2027 dan 2037	211
6.5	Peta Hasil Prediksi Skenario 2 tahun 2027 dan 2037	214
6.6	Peta Hasil Prediksi Skenario 3 tahun 2027 dan 2037	217
7.1	Diagram Alur Tahapan Analisis Sistem	225
7.2	Diagram Input Output Model Pengembangan Kawasan Industri	230
7.3	Diagram Simpal Utama Pengembangan Kawasan Industri	237
7.4	Diagram Simpal Kausal Subsistem Penggunaan Lahan	239
7.5	Model Dinamik Subsistem Penggunaan Lahan	240
7.6	Diagram Simpal Kausal Subsistem Lingkungan	242
7.7	Model Dinamik Subsistem Lingkungan	243
7.8	Diagram Simpal Kausal Subsistem Ekonomi	244
7.9	Model Dinamik Subsistem Ekonomi	245
7.10	Diagram Simpal Kausal Subsistem Sosial	246
7.11	Model Dinamik subsistem Sosial	247
7.12	Grafik Perbandingan Penggunaan Lahan Aktual dan Hasil Simulasi	249
7.13	Grafik Perbandingan Limbah Padat Aktual dan Hasil Simulasi	250

7.14	Grafik Perbandingan Pendapatan Perkapita Aktual dan Hasil Simulasi.	251
7.15	Grafik Perbandingan Jumlah Penduduk Aktual dan Hasil Simulasi...	252
7.16	Simulasi dan Proyeksi Perkembangan Lahan Industri Tahun 2017 – 2037.....	255
7.17	Proyeksi Perbandingan Lahan Industri dan Lahan Lainnya Tahun 2017 – 2037	256
7.18	Simulasi dan Proyeksi Beban Limbah Sektor Industri Tahun 2017 – 2037	257
7.19	Proyeksi Perkembangan Lahan Industri dengan Pertambahan Beban Limbah Sektor Industri Tahun 2017 – 2037	258
7.20	Simulasi dan Proyeksi Perkembangan Lahan Industri dengan Perkembangan PDRB, APBD dan Investasi Tahun 2017 – 2037	259
7.21	Simulasi dan Proyeksi Pendapatan Perkapita Tahun 2017 – 2037 ..	260
7.22	Simulasi dan Proyeksi Perkembangan Lahan Industri dengan Pengangguran dan Serapan Tenaga Kerja Tahun 2017 – 2037.....	261
7.23	Simulasi dan Proyeksi Jumlah Pengangguran Tahun 2017 – 2037 ..	262
7.24	Hasil Integrasi Analisis Sistem Dinamik Pengembangan Kawasan Berkelanjutan	265
8.1	Schema Strategi Peningkatan Status dan Indeks Keberlanjutan	278
8.2	Schema Kebijakan dan Strategi Pengembangan Spasial Kawasan Industri Berkelanjutan	284
8.3	Kebijakan dan Rekomendasi Implementasi Model Dinamik Kawasan Industri Berkelanjutan	306

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

AHP	: Analytical Hierarchy Process
APBD	: Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah
Bappeda	: Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah
BPS	: Badan Pusat Statistik
CA	: Cellular Automata
CLD	: Causal Loop Diagram
DLH	: Dinas Lingkungan Hidup
DPUTR	: Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang
EIP	: Eco Industrial Park
FGD	: Focus Group Discussion
GIS	: Geographic Information System
IMB	: Ijin Mendirikan Bangunan
KI	: Kawasan Industri
KLHS	: Kajian Lingkungan Hidup Strategis
Landusesim	: Software untuk Analisis Prediksi Dinamika Spasial
MDS	: Multi Dimensional Scalling
NKI	: Non Kawasan Industri (Industri Non Kawasan)
PAD	: Pendapatan Asli Daerah
PDRB	: Produk Domestik Regional Bruto
Perda	: Peraturan Daerah
Permenperind	: Peraturan Menteri Perindustrian
PSU	: Prasarana Sarana dan Utilitas
PTSP	: Pelayanan Terpadu Satu Pintu
RapIndustrial	: Rapid Appraisal for Industrial
RDTR	: Rencana Detail Tata Ruang
RTH	: Ruang Terbuka Hijau
RTRW	: Rencana Tata Ruang Wilayah
SFD	: Stock Flow Diagram
Tenant	: Kavling Perusahaan Industri
Vensim	: Software untuk Analisis Sistem Dinamik





BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan sektor industri di Indonesia merupakan sektor penting sebagai pendorong pertumbuhan ekonomi nasional. Menurut data Kementerian Perindustrian dan BKPM, sampai tahun 2018 sektor industri telah memberikan kontribusi lebih dari 25% terhadap PDB (*Product Domestic Bruto*) dengan jumlah 87 kawasan industri yang telah operasional dengan luasan area 86,8 ribu hektar dan lebih dari 9.000 perusahaan manufaktur. Sedangkan di sisi lain, proses industrialisasi selama ini yang dikelola secara konvensional dengan mengandalkan eksploitasi terhadap sumber daya alam dan kemajuan teknologi telah diakui secara global menjadi salah satu penyebab potensial terhadap berbagai permasalahan lingkungan ekologis (Sujiman, 2016).

Permasalahan lingkungan global yang semakin meningkat akibat industrialisasi, telah mendorong munculnya paradigma pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) sebagaimana tertuang dalam *Brundtland Report* (*World Comission on Economic Development*, 1987). Implementasi dari konsep tersebut diterjemahkan dalam Agenda 21 Indonesia dan diintegrasikan dengan program MDGs (*Millenium Development Goals*) sampai tahun 2015, kemudian dilanjutkan dengan program SDGs (*Sustainable Development Goals*) untuk periode tahun 2015-2030. Salah satu tema dari program SDGs adalah bahwa pengembangan ekonomi harus selaras dengan pengelolaan lingkungan dan tanggungjawab sosial. Konsekuensinya adalah semua program dan kegiatan sektor penting dalam pembangunan harus mengadopsi komitmen terhadap perlindungan atmosfir (ekologis) dan pengurangan jumlah limbah yang berdampak pada lingkungan (Rahman, 2015).

Untuk mengantisipasi dampak negatif terhadap kelestarian lingkungan atas pesatnya perkembangan industri di dunia, dibutuhkan strategi untuk menyelaraskan antara pertumbuhan ekonomi dan perlindungan sumber daya alam dan ekologi, yang dikenal sebagai konsep industri hijau (*green industry*). Menurut Fleigh (2000) dan Lowe (2001), taman industri hijau (*green industrial park*) adalah kumpulan dari pabrik/industri yang mengaplikasikan teknologi produksi bersih, melakukan pengolahan terhadap limbah industrinya dan/atau mengurangi emisi gas rumah kaca pada area dimana industri tersebut beroperasi. Selain itu, juga dikembangkan konsep *eco industrial park* (EIP) yang merupakan konsep kawasan industri yang dilaksanakan dengan mengintegrasikan antara kepentingan ekonomi, sosial dan ekologis.

Salah satu konsep dasar pengembangan dan pelaksanaan EIP yang diadopsi oleh banyak kawasan industri di beberapa negara maju adalah konsep yang dirumuskan oleh Ernest Lowe (2001) dalam *eco industrial park handbook* dengan didasarkan pada konsepsi ekologi industri (*industrial ecology*), yaitu kawasan industri yang memperhatikan beberapa aspek; (1) integrasi sistem alam dengan kesesuaian daya dukung lingkungan; (2) penggunaan energi dan air yang berkelanjutan; (3) integrasi aliran material produksi dan limbah; (4) manajemen kawasan industri yang efektif; (5) desain infrastruktur yang ramah lingkungan; dan (6) integrasi antara kawasan industri dengan komunitas sosial masyarakat dan kontribusi dalam pengembangan ekonomi lokal (Tessitore et al. 2015).

Sejalan dengan perkembangan konsep ekologi industri tersebut, selanjutnya mulai diimplementasikan di beberapa negara berkembang sejak tahun 2000-an (Swantom, et al. (2007). Hal tersebut dapat dilihat dari

tumbuhnya banyak zona industri dan atau kawasan industri baru. Namun demikian pertumbuhannya belum signifikan dikarenakan beberapa hal antara lain : (1) sumber daya alam masih bisa mendukung produksi dan sebagian juga mendapatkan subsidi; (2) Biaya penyediaan bahan baku lebih murah dari pada biaya untuk proses daur ulang bahan; (3) penegakan hukum atas pembuangan limbah atau polusi belum maksimal; dan (4) masyarakat/konsumen yang masih permisif terhadap produksi atau produk yang berpotensi merusak lingkungan. Sehingga sebagian besar kawasan industri yang ada hanya merupakan kumpulan dari kawasan industri yang berdiri sendiri dan tidak mempunyai hubungan sebagai suatu sistem.

Dalam konteks Indonesia, pengelolaan potensi dampak negatif akibat industrialisasi sekaligus sebagai upaya implementasi konsep pembangunan kawasan industri yang berkelanjutan (EIP) telah diantisipasi oleh pemerintah dengan diterbitkannya beberapa peraturan terkait penataan zona dan kawasan industri melalui Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 2009 Jo. Nomor 142 Tahun 2015 tentang Kawasan Industri. Selanjutnya ditegaskan pada aspek pengelolaan lingkungannya dalam Undang-undang tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dengan perubahan terakhir Nomor 32 tahun 2009 dan Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2012 tentang Izin Lingkungan. Berkaitan dengan pengaturan tata ruang juga telah diterbitkan Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007 dan kemudian ditegaskan dalam Undang-Undang Perindustrian Nomor 3 Tahun 2014 yang mengamanatkan bahwa setiap kegiatan industri harus dilaksanakan dalam kawasan industri.

Namun demikian, implementasi konsep *eco industrial park* di Indonesia pada umumnya sampai saat ini belum menunjukkan perkembangan yang

signifikan. Hasil penelitian Prasetya (2007) yang melakukan pengukuran status 13 kawasan industri pioner di beberapa wilayah Indonesia sebagian besar masih belum menunjukkan penerapan konsep *eco industrial park* (EIP) terutama pada aspek pengelolaan lingkungan ekologis. Kondisi yang sama juga diuraikan pada penelitian Sunaryo (2007) pada Kawasan Industri Jababeka; Sulaiman (2008) dan Hadiwijoyo, *et al.* (2013) pada Kawasan Industri Cilegon; Kodrat (2011) pada Kawasan Industri Medan; Sudanti (2013) pada Kawasan Industri Semarang; dan Budiyanto, *et al.*, (2015) pada Kawasan Industri Jakarta East Pulogadung.

Selanjutnya dari aspek penataan ruang kawasan industri yang berkelanjutan (*sustainable spatial planning*) juga belum sepenuhnya sesuai dengan standar teknis yang ditentukan dalam regulasi. Pola pemanfaatan ruang kawasan industri SIER di Surabaya, Ngoro Industrial Park (NIP) di Mojokerto dan beberapa kawasan Industri lainnya menunjukkan komposisi penyediaan RTH masih di bawah 10% dari luasan kavling keseluruhan dan ketersediaan sarana prasarana minimasi limbah masih belum optimal (Kwanda, 2000; Prasetya, 2007). Hal tersebut tidak hanya berdampak pada aspek keasrian dan keindahan lingkungan kawasan industri, tetapi juga mengurangi kemampuan kawasan untuk melakukan proteksi/normalisasi terhadap potensi bahaya limbah/polusi yang dihasilkan oleh kegiatan industri.

Berdasarkan uraian tentang kajian EIP di Indonesia tersebut, dalam konteks penerapan konsep dasar EIP maupun penataan ruang kawasan industri yang berkelanjutan menunjukkan masih adanya kesenjangan dan permasalahan baik dalam tataran konseptual EIP (*theory gap*) maupun pada tahapan implementasi pengembangan kawasan industri yang berpedoman pada konsep EIP (*empirical problems*). Data dan hasil kajian yang menunjukkan masih

sedikitnya kawasan industri di Indonesia yang mampu memenuhi prinsip dasar EIP, dapat menjadi landasan kebutuhan kajian (*research*) lebih lanjut untuk merumuskan konsep dan strategi pengembangan EIP secara lebih efektif yang mampu mengadopsi sistem yang berpengaruh dominan dan nilai-nilai kearifan lokal (*local wisdom*).

Kabupaten Gresik yang merupakan salah satu wilayah pertumbuhan industri strategis di Indonesia sejak tahun 1960-an, pada dasarnya juga membutuhkan pengelolaan dan pengembangan industri yang ramah lingkungan.

Kondisi eksisting di Kabupaten Gresik telah beroperasi lebih dari 1.300 perusahaan dengan skala kegiatan dan spektrum jenis produksi yang bervariasi.

Sebagai daerah industri utama juga tercermin dari kontribusi PDRB Kabupaten Gresik dari sektor industri sebesar $\pm 49,00 \%$ dan sektor perdagangan jasa sebesar $24,01 \%$ (Bappeda, 2018). Sedangkan berdasarkan pola ruang zona industri yang berbentuk kawasan industri (*industrial estate*) maupun perusahaan industri non kawasan telah berkembang dan dominan berada di wilayah perkotaan Gresik (BWP Gresik-Kebomas dan Manyar) seluas ± 3.100 ha ($23,7\%$ dari luas wilayah penelitian). Secara spasial pertumbuhan lahan industri tersebut telah mendorong alih fungsi lahan peruntukan lainnya seperti area terbuka, sawah, tambak dan kawasan pesisir pantai. Kecenderungan perkembangan industri tersebut berjalan linier dengan kebijakan pembukaan kawasan industri baru dan deregulasi industri oleh pemerintah.

Dengan berlandaskan pada profil perkembangan dan rencana pengembangan industri di Kabupaten Gresik tersebut, maka cukup strategis untuk dilakukan kajian tentang implementasi pengelolaan kawasan industri maupun operasionalisasi kawasan peruntukan industri yang berkelanjutan

dengan mengintegrasikan kepentingan ekonomi, sosial maupun ekologis dengan mempertimbangkan aspek manajemen dan regulasi serta ketersediaan infrastruktur dan teknologi. Dengan pengujian prinsip dasar EIP dan parameter penataan ruang kawasan industri yang berkelanjutan, diharapkan adanya sintesis konsep (teori) yang relevan dan aplikatif untuk merumuskan model dan strategi pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan (*eco industrial park*) maupun sebagai bahan masukan dalam proses perencanaan (*replanning*) penataan industri eksisting yang berwawasan lingkungan di Gresik maupun di Indonesia pada umumnya di masa yang akan datang.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Permasalahan lingkungan di daerah yang berkembang menjadi kawasan industri akan semakin kompleks, sehingga membutuhkan penanganan dan pengelolaan lebih komprehensif. Keberadaan kawasan industri yang dikelola dengan prinsip-prinsip keberlanjutan menjadi salah satu kebutuhan mendesak sebagai upaya untuk meminimalkan ancaman kelestarian lingkungan dan sumber daya atas dampak polusi dari berbagai macam limbah yang dihasilkan oleh operasionalisasi industri. Untuk mewujudkan kawasan industri yang berkelanjutan (EIP) tidak dapat dipisahkan dengan aspek penataan ruang wilayah (spasial) yang mampu mensinergikan aspek ekonomi, sosial dan lingkungan (Eriawan, 2012).

Kawasan industri merupakan bagian dari fungsi pemanfaatan ruang wilayah, karena pada dasarnya pembangunan industri memanfaatkan ruang, mengelola sumber daya dan selanjutnya akan berdampak pada perubahan struktur fisik ruang (spasial), pola ruang dan infrastruktur, kondisi perekonomian maupun perubahan sistem nilai sosial budaya masyarakat sekitar. Oleh sebab

itu, pelaksanaan penataan ruang kawasan industri yang belum konsisten dan tidak maksimal dalam mengadopsi prinsip-prinsip keberlanjutan yang sebagian besar terjadi di wilayah Indonesia akan menjadi salah satu faktor penghambat dalam pembangunan kawasan industri yang ramah lingkungan.

Di samping itu, pada tataran implementasi konsep EIP yang belum optimal di Indonesia, juga dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain; aspek regulasi dan perizinan sebagai suatu sistem pengaturan dan pengendalian, sistem perencanaan tata ruang, standar teknis desain kawasan, infrastruktur dan sarana prasarana produksi, strategi dan kolaborasi antar industri, fungsi peraturan kawasan (*estate regulation*) dan peranserta *stakeholder*. Secara simultan faktor-faktor tersebut dapat menjadi bagian pendorong atau penghambat untuk mengembangkan EIP di Indonesia. Bilamana kondisi suatu kawasan / zona industri eksisting belum sesuai atau tidak mengadopsi prinsip dasar EIP, maka akan timbul pertanyaan pada aspek mana yang belum optimal dan sejalan dengan konsep EIP yang perlu dilakukan perbaikan maupun penyesuaian.

Berdasarkan uraian latar belakang penelitian ini yang menyatakan realitas dari beberapa hasil penelitian, bahwa penerapan konsep EIP di Indonesia pada umumnya belum mendapatkan bentuk kawasan industri yang ideal dan pola pemanfaatan ruang (penggunaan lahan) kawasan industri yang belum ramah lingkungan. Oleh karena itu, masih diperlukan kajian teoritis dan penelitian empiris untuk merumuskan dan merencanakan konsep pengembangan EIP yang relevan dan mudah diaplikasikan di Indonesia. Hal tersebut merujuk pada pendapat Lowe (2001) yang menyatakan bahwa belum ada standar baku (*blue print*) konsep EIP yang bisa diterapkan untuk semua jenis dan lokasi industri.

Secara substansial penelitian ini dilaksanakan untuk menjawab bagaimana sistem dan model pengembangan kawasan industri yang dapat mengintegrasikan kepentingan ekonomi (*profit*), tanggungjawab sosial (*people*) dan kelestarian ekologis (*planet*) berdasarkan konsep *eco industrial park*. Sedangkan secara terperinci penelitian ini dilaksanakan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana status keberlanjutan pengembangan kawasan industri di wilayah perkotaan Gresik?
2. Bagaimana dinamika spasial kawasan industri di wilayah perkotaan Gresik?
3. Bagaimana model dinamik pengembangan kawasan industri berkelanjutan di wilayah perkotaan Gresik?
4. Bagaimana kebijakan dan strategi pengembangan kawasan industri berkelanjutan di wilayah perkotaan Gresik?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk merumuskan sistem dan model pengembangan kawasan industri yang memenuhi prinsip-prinsip keberlanjutan (*eco industrial park*) di Kabupaten Gresik. Sedangkan secara khusus tujuan dari penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Menganalisis status keberlanjutan pengembangan kawasan industri di wilayah perkotaan Gresik
2. Menganalisis perkembangan spasial kawasan industri di wilayah perkotaan Gresik
3. Menyusun model dinamik pengembangan kawasan industri berkelanjutan di wilayah perkotaan Gresik
4. Merumuskan kebijakan dan strategi pengembangan kawasan industri berkelanjutan di wilayah perkotaan Gresik

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan berdasarkan pada kajian berbagai sumber ilmiah dan perkembangan teori. Selain itu juga didukung dari laporan hasil penelitian (*research*) terkait konsep *eco industrial park* dan studi tentang perencanaan (penataan) ruang kawasan industri yang dipublikasikan dalam jurnal ilmiah dan dielaborasi dengan ketentuan yang tertuang dalam peraturan/regulasi yang berlaku di Indonesia. Oleh karena itu penelitian ini diupayakan dapat menghasilkan sintesis terhadap teori, hasil penelitian dan kondisi empiris, sehingga diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

- a. Menjadi bagian dari pengembangan teori dan pengkayaan sumber ilmiah (ilmu pengetahuan) tentang konsep kawasan industri yang berkelanjutan (*eco industrial park*) maupun model pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan.
- b. Menjadi bahan evaluasi dan penyempurnaan terhadap regulasi atau kebijakan tentang perencanaan dan sistem pengembangan kawasan industri yang berwawasan lingkungan (EIP) di Kabupaten Gresik khususnya dan di Indonesia pada umumnya.
- c. Menjadi preferensi bagi praktisi dan pengelola kawasan industri / *tenant* industri untuk dapat merencanakan pembangunan EIP baru maupun untuk mewujudkan transformasi industri/kawasan industri konvensional non kawasan menuju *eco industrial park*.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kawasan Industri dan Perkembangannya

Perkembangan wilayah atau kawasan perkotaan erat kaitannya dengan proses urbanisasi, dengan melalui migrasi masuk kota, maupun perubahan pekerjaan dari sektor primer (pertanian) menjadi sektor lain seperti jasa dan industri (Daldjoeni, 2003). Sejalan dengan Sukirno (1985) dalam Eriawan (2012), yang menjelaskan bahwa salah satu sektor yang berperan penting dalam pembentukan dan atau pengembangan suatu wilayah perkotaan adalah kegiatan industri dan perdagangan jasa dengan segala *multiplier effect* yang ditimbulkan. semakin maju perekonomian suatu daerah biasanya berjalan linier dengan perkembangan kegiatan industri dan perdagangan jasa. Namun demikian selain dampak positif terhadap perekonomian daerah, kegiatan industri dalam perkembangannya juga potensial mengganggu kelestarian lingkungan dan keseimbangan sumber daya alam apabila pengelolaan industri tersebut dilaksanakan secara konvensional. Upaya mewujudkan konsep kegiatan industri yang ramah lingkungan (*environmental friendly*) telah banyak dilakukan pengkajian dan penerapan di beberapa negara termasuk di Indonesia.

Penataan kegiatan industri telah diupayakan oleh Pemerintah Indonesia melalui regulasi tentang penataan ruang maupun peraturan tentang kawasan industri. Salah satu substansi pengaturannya adalah setiap kegiatan industri secara bertahap diarahkan masuk di lokasi kawasan industri. Dalam pelaksanaannya kebijakan tersebut belum efektif karena faktanya masih banyak perusahaan/industri yang masih beroperasi di luar kawasan industri (Syahrudin, 2010). Beberapa fenomena yang terjadi adalah adanya alternatif kegiatan

industri dapat beroperasi di zona atau kawasan peruntukan industri menjadi salah satu kendala minat investor untuk berkonsentrasi membangun pabrik dalam kawasan industri. Hal ini disebabkan pertimbangan biaya dan harga yang ditawarkan pengelola kawasan industri untuk pemanfaatan pabrik yang siap bangun atau siap operasional dinilai masih tinggi. Selain itu juga disebabkan oleh faktor perbedaan persepsi dan kurangnya pemahaman nilai manfaat yang bisa didapatkan dalam kawasan industri

2.1.1 Konsep Dasar Pengembangan Kawasan Industri

Penggunaan terminologi kawasan industri atau *industrial estate* di Indonesia mulai diperkenalkan sejak tahun 1980-an, meskipun sebagian substansi pengaturannya telah dicantumkan dalam Undang-Undang Pokok Agraria (UUPA) Nomor 5 Tahun 1960, Pasal 14 undang-undang tersebut belum menyebutkan istilah kawasan industri tetapi hanya mengamanatkan kepada pemerintah untuk menyusun rencana umum persediaan, peruntukan dan penggunaan tanah untuk keperluan pengembangan industri. Hal yang sama juga terdapat dalam Undang-Undang Perindustrian Nomor 5 Tahun 1984 yang menitikberatkan pada pengaturan pusat pertumbuhan atau wilayah industri.

Selanjutnya nomenklatur “kawasan industri” secara eksplisit dijelaskan dalam Keputusan Presiden (Keppres) Nomor 41 Tahun 1996 dan kemudian ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 2009 yang telah direvisi menjadi Peraturan Pemerintah Nomor 142 Tahun 2015 tentang Kawasan Industri sebagai peraturan pelaksanaan dari Undang-Undang Nomor 3 tahun 2014 tentang Perindustrian. Definisi dan tujuan pengembangan kawasan industri menurut ketentuan dalam regulasi tersebut adalah sebagai berikut:

“..... adalah kawasan tempat pemusatan kegiatan industri yang dilengkapi dengan sarana dan prasarana penunjang yang dikembangkan dan dikelola oleh perusahaan kawasan industri. Sedangkan tujuan pembentukan kawasan industri adalah untuk mengendalikan pemanfaatan ruang, meningkatkan upaya pembangunan industri yang berwawasan lingkungan, mempercepat pertumbuhan industri di daerah, meningkatkan daya saing industri serta memberikan kepastian lokasi dalam perencanaan dan pembangunan infrastruktur.”

Pada tataran pengertian empiris, menurut Dirdjojuwono (2004), kawasan industri (*industrial estate*) merupakan sebidang tanah dengan luasan beberapa ratus hektar yang telah dibagi dalam kavling dengan luas yang berbeda sesuai dengan kebutuhan pemakai kavling. Berdasarkan ketentuan perundangan dan referensi tersebut, maka kawasan industri mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

1. adanya areal/bentangan lahan yang cukup luas dan telah dimatangkan,
2. dilengkapi dengan sarana dan prasarana serta utilitas untuk menunjang kegiatan pabrik/produksi,
3. dibentuk suatu badan (manajemen) pengelola
4. memiliki izin usaha kawasan industri dan
5. didominasi oleh industri manufaktur (pengolahan beragam jenis).

Selain istilah kawasan industri (KI), berdasarkan ketentuan dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), di Indonesia juga dikenal dengan istilah *kawasan peruntukan industri, zona industri dan cluster industri*. Adapun pengertian dan spesifikasi dari masing-masing istilah tersebut adalah: (1) *Kawasan Peruntukan Industri* (KPI) merupakan bentangan lahan yang diperuntukkan bagi kegiatan

industri berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) yang ditetapkan oleh pemerintah daerah (Kabupaten/Kota); (2) *Zona Industri* adalah satuan geografis sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya kegiatan industri, baik berupa industri dasar maupun industri hilir yang membentuk berbagai kawasan yang terpadu dan beraglomerasi dalam kegiatan ekonomi dan memiliki daya

ikat terhadap keruangan (spasial); dan (3) *Cluster Industri* adalah pengelompokan di sebuah wilayah tertentu dari berbagai perusahaan dalam sektor yang sama (Pratiknya, 2007).

Kebijakan pengembangan kawasan industri di Indonesia sebagaimana disebutkan dalam Pedoman Teknis Kawasan Industri yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 35 Tahun 2010 adalah merupakan langkah yang ditempuh pemerintah pusat dalam mendorong peningkatan investasi di sektor industri serta memberikan kepastian hukum dan mengatur pengelolaan kawasan industri dalam suatu daerah. Sedangkan maksud dan tujuan pembangunan kawasan industri di Indonesia berdasarkan regulasi dan peraturan pemerintah dapat dijabarkan melalui penjelasan sebagai berikut:

1. Pengembangan Kawasan Industri dimaksudkan untuk mendorong pertumbuhan sektor industri lebih terarah, terpadu dan memberikan hasil guna yang lebih optimal bagi daerah dimana kawasan industri berlokasi. Beberapa aspek penting yang menjadi dasar konsep pengembangan kawasan industri antara lain adalah efisiensi sumber daya, tata ruang dan lingkungan hidup.
2. Aspek efisiensi merupakan satu dasar pokok yang menjadi landasan pengembangan kawasan industri. Melalui pembangunan kawasan industri maka bagi investor pengguna kapling industri akan mendapatkan lokasi kegiatan industri yang sudah baik sekaligus terdapat beberapa keuntungan seperti bantuan proses perijinan, ketersediaan infrastruktur yang lengkap, keamanan dan kepastian tempat usaha yang sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW). Sedangkan dari sisi pemerintah daerah, dengan konsep pengembangan kawasan industri, berbagai jaringan infrastruktur yang disediakan ke kawasan industri akan menjadi lebih efisien karena dalam

perencanaan infrastruktur kapasitasnya sudah disesuaikan dengan kegiatan industri yang berada di kawasan industri. Bilamana ada jaminan permintaan penyediaan infrastruktur secara pasti dengan schema yang terukur akan meyakinkan bagi penyedia infrastruktur membangun dan menyediakannya.

3. Dari aspek tata ruang, dengan adanya kawasan industri maka masalah-masalah konflik penggunaan lahan akan dapat dihindari. Demikian pula, bilamana kegiatan industri telah dapat diarahkan pada lokasi peruntukannya, maka akan lebih mudah bagi penataan ruang daerah, khususnya pada daerah sekitar lokasi kawasan industri.

4. Dari aspek lingkungan hidup, konsep pengembangan kawasan industri diarahkan untuk mendukung peningkatan kualitas lingkungan daerah secara menyeluruh. Dengan dikelompokkan kegiatan industri pada satu lokasi pengelolaan maka akan lebih mudah menyediakan fasilitas pengolahan limbah dan juga pengendalian limbahnya.

Berdasarkan tujuan yang ditetapkan dalam peraturan pemerintah tersebut menunjukkan bahwa peranan pemerintah daerah sangat strategis. Dalam pembangunan kawasan industri pemerintah daerah mempunyai fungsi dalam penetapan lahan yang akan digunakan dalam bentuk izin lokasi berdasarkan RTRW, memberikan perizinan usaha bagi perusahaan pengelola kawasan industri termasuk juga melakukan pembinaan bagi perusahaan industri yang ada di kawasan tersebut. Oleh karena itu dengan dibangunnya kawasan industri diharapkan dapat menciptakan *multiplier effect* bagi peningkatan ekonomi masyarakat di daerah (Ismail, 2011). Namun demikian perkembangan yang terjadi di Indonesia belum sepenuhnya dan belum semua keberadaan kawasan industri dapat mencapai tingkat efesiensi sebagaimana yang diharapkan.

2.1.2 Transformasi Perkembangan Kawasan Industri

Dalam laporan perkembangan kawasan industri di dunia yang menggambarkan adanya transformasi kawasan industri konvensional sebagai tahap awal menuju terwujudnya kawasan industri yang berwawasan lingkungan (*eco industrial park*) sebagaimana disebutkan dalam laporan *Urban Land Institute* / ULI (1988); dan Sharma (2013) yang dimulai sejak akhir abad ke-20 sampai sekarang adalah sebagai berikut:

- **Tahun 1890-an di Eropa;** sebagai tahap awal berdirinya kawasan industri (*industrial estate*) di Manchester (*Trafford Park Estate*) yang sebagian besar didominasi oleh industri berat.
- **Tahun awal 1900-an di Amerika Utara;** melalui perencanaan dan perancangan telah dikembangkan kawasan industri dengan skala besar di beberapa negara bagian Amerika Serikat dan Kanada sampai dengan tahun 1950-an.
- **Tahun 1970-an di Eropa;** telah dilakukan penyesuaian dan penataan di beberapa kawasan industri sesuai dengan spesifikasi dan fungsi bisnisnya seperti di Denmark, Perancis dan Italia.
- **Tahun 1980-an dan 1990-an di Asia pasifik/Australia;** dengan bergesernya industri berat ke wilayah Asia, maka di beberapa negara seperti Jepang, China, Australia telah dioperasionalkan dan dikembangkan model kawasan industri. Kondisi yang sama juga di sebagian wilayah Asean termasuk Indonesia mulai banyak berkembang kawasan industri.
- **Tahun 2000-an di negara berkembang;** dengan semakin tingginya tingkat pertumbuhan penduduk dan urbanisasi di negara-negara berkembang, berdampak pada proses industrialisasi sehingga semakin menjadi kebutuhan untuk menyediakan lahan khusus sebagai kawasan industri.

Pembangunan kawasan industri di Indonesia mulai diinisiasi oleh pemerintah yang dilaksanakan oleh Badan Usaha Milik Negara (BUMN) pada tahun 1973 yaitu dengan berdirinya Jakarta Industrial Estate Pulo Gadung (JIEP), kemudian tahun 1974 dibangun Surabaya Industrial Estate Rungkut (SIER), selanjutnya dibangun Kawasan Industri Cilacap (tahun 1974), menyusul Kawasan Industri Medan (tahun 1975), Kawasan Industri Makasar (tahun 1978), Kawasan Industri Cilegon (tahun 1984), dan Kawasan Industri Lampung (tahun 1986) sebagaimana dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Daftar Kawasan Industri Pioner di Indonesia

No	Nama Kawasan Industri	Tahun Dibangun	Lokasi	Luas lahan (ha)
1	PT. Jakarta Industrial Estate Pulogadung (JIEP)	1973	Jakarta	332
2	PT. Surabaya Industrial Estate Rungkut (SIER)	1974	Surabaya	143
3	PT. Kawasan Industri Cilacap	1974	Cilacap	200
4	PT. Kawasan Industri Medan (KIM)	1975	Medan	593
5	PT. Kawasan Industri Makasar (KIMA)	1978	Makasar	208
6	PT. Krakatau Industri Estate Cilegon (KIEC)	1984	Cilegon	550
7	PT. Kawasan Industri Gresik	1992	Gresik	135

Sumber : Kwanda (2000); Syahrudin (2010)

Perkembangan industri juga terjadi di wilayah Gresik dalam kurun waktu 20 tahun terakhir (mulai tahun 1990-an), setelah pemerintah melalui Keputusan Presiden (Keppres) Nomor 53 Tahun 1989 yang memberikan kesempatan kepada dunia usaha swasta untuk dapat membangun kawasan industri, maka telah berkembang Kawasan Industri Gresik (KIG), Kawasan Industri maspion (KIM) dan Kawasan Industri Manyar (JIPE). Dengan perkembangan industri kawasan berpotensi membawa implikasi perubahan yang signifikan terhadap penggunaan lahan, rona lingkungan, kondisi ekonomi maupun sosial budaya.

2.2 Dampak Pengembangan Industri dan Kawasannya

Kegiatan industri di Indonesia di era otonomi dan perdagangan global saat ini merupakan salah satu sektor andalan untuk dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan taraf hidup masyarakat. Akan tetapi tahapan industrialisasi selama ini, selain dapat meningkatkan kesempatan kerja, pendapatan per kapita dan mendorong perkembangan wilayah juga dapat berdampak negatif terhadap alih fungsi lahan produktif dan potensi menghasilkan limbah sebagai bahan pencemar lingkungan sehingga dapat berpotensi menurunkan kualitas hidup manusia.

2.2.1 Perkembangan Wilayah dan Alih Fungsi Lahan

Pembangunan ekonomi di suatu negara dalam periode jangka panjang akan membawa perubahan mendasar dalam struktur ekonomi negara tersebut, yaitu dari ekonomi tradisional yang dititikberatkan pada sektor pertanian ke ekonomi modern yang didominasi oleh sektor industri dengan *increasing returns to scale* yang dinamis (relasi positif antara pertumbuhan output dan pertumbuhan produktivitas) sebagai mesin utama pertumbuhan ekonomi. Menurut Soemarwoto (2003) dan Kristanto (2013) bahwa mekanisme dampak pembangunan industri terjadi sejak pada tahap persiapan seperti pengadaan lahan, pematangan tanah dan konstruksi sarana prasarana industri. Pengaruh secara langsung dapat mengurangi lahan sektor primer/pertanian atau mendesak area permukiman. Kegiatan industri juga akan menjadi daya tarik para pencari kerja dan memicu proses urbanisasi sehingga secara akumulatif menjadi faktor pendorong perkembangan wilayah/kawasan baru. Menurut Nugroho (2009), bahwa perkembangan wilayah senantiasa disertai dengan perubahan struktural. Proses yang terjadi dalam perkembangan wilayah sangat kompleks, melibatkan aspek ekonomi, aspek sosial, lingkungan,

politik (pemerintah) sehingga pada hakekatnya merupakan suatu sistem yang tidak bisa dipisahkan. Berangkat dari pengertian diatas, maka perkembangan industri dapat dimaknai sebagai proses bertambahnya pemanfaatan sumberdaya (sumber daya manusia, sumber daya alam, dan sumber daya modal) dalam bidang industri, yang ditandai dengan meningkatnya jumlah industri, bertambahnya lahan industri, bertambahnya sumberdaya manusia yang bergerak di sektor industri serta *outcome* yang dihasilkan dari industri.

Lebih lanjut menurut Nugroho (2009), bahwa alih fungsi lahan adalah sebuah mekanisme yang mempertemukan aspek permintaan dan aspek penawaran terhadap lahan sehingga terwujud bentuk lahan baru dengan karakteristik sistem produksi yang berbeda. Aktivitas ekonomi dan penduduk yang memusat di wilayah perkotaan menuntut ruang yang lebih luas ke arah luar/pinggiran kota untuk berbagai bentuk kegiatan sektor industri dan jasa serta penunjang pemukiman. Akibat berikutnya adalah terjadinya alih fungsi lahan (konversi) dari lahan pertanian menjadi lahan industri atau perdagangan jasa penunjang. Pola alih fungsi lahan dapat berjalan secara sistematis dan sporadis. Peralihan secara sistematis lebih terdeteksi dalam perencanaan dan keinginan publik sehingga luasan lahan hasil peralihan dapat terkonsolidasi dalam perencanaan tata ruang. Contoh model peralihan ini terlihat dalam pembangunan kawasan industri, pemukiman dan sarana infrastrukturnya. Peralihan secara sporadis disebabkan oleh kegiatan individual atau sekelompok masyarakat sehingga intensitasnya tidak dapat diprediksi dan relatif tidak terkonsolidasi.

Kondisi yang sama juga dikemukakan oleh Syahrudin (2010), bahwa hal yang penting diantisipasi dari perkembangan kawasan industri adalah mengendalikan dan mengawasi terjadinya proses alih fungsi (konversi) lahan pertanian yang berlebihan akibat pembangunan lokasi industri dan pemukiman.

Alih fungsi lahan pertanian akan menimbulkan pengaruh sosial dan ekonomi masyarakat karena berkurangnya areal pertanian berakibat semakin berkurangnya lapangan pekerjaan di sektor pertanian dan mengancam kapasitas produksi hasil pertanian (khususnya beras) dan pada akhirnya dapat mengganggu stabilitas ketahanan pangan di masa yang akan datang. Oleh karena itu untuk mengantisipasi kondisi tersebut sebenarnya pemerintah melalui Undang-undang Penataan Ruang telah menetapkan kebijakan pengendalian pemanfaatan ruang dan pengendalian lahan pertanian berkelanjutan (LP2B).

Menurut Dirdjojuwono (2004); Nining (2010), bahwa pengembangan kawasan industri yang membutuhkan lahan yang cukup luas dan merupakan kegiatan yang bersifat mengubah fungsi lahan, maka dapat dipastikan akan membawa dampak perubahan lingkungan baik yang bersifat positif maupun negatif, terutama dalam kaitan dengan pemanfaatan sumberdaya alam dan berbagai prasarana lingkungan dengan kegiatan lain di sekitarnya. Dampak perubahan lingkungan tersebut antara lain: (1) Jaringan akses (aksesibilitas) dan prasarana transportasi untuk bahan baku, hasil produksi dan komuter pekerja dari lokasi industri permukimannya; (2) ketersediaan sumber air untuk bahan baku maupun untuk proses penunjang relatif tinggi penggunaannya; (3) sanitasi lingkungan dan sistem drainase yang tidak dikelola secara terpadu dapat menimbulkan banjir akibat volume limpasan air yang tidak sesuai dengan kapasitas aliran air (*run off*); (4) kualitas lingkungan yang tercemar limbah baik bersifat cair, padat, maupun gas yang dapat membahayakan manusia dan kegiatan lainnya yang ada disekitar kawasan industri; dan (5) integrasi antar kawasan industri lain dan kawasan perkotaan sekitarnya dalam pemanfaatan sarana dan prasarana serta sumberdaya alam akan merubah struktur tata ruang dan pola ruang kawasan.

2.2.2 Pencemaran Air, Tanah dan Udara

Pelaksanaan pembangunan yang semakin beragam terutama kegiatan industri akan menghasilkan produk sampingan seperti limbah, sampah dan buangan lainnya baik dalam bentuk padat, cair, gas maupun tingkat tekanan dan kebisingan. Hasil sampingan kegiatan industri tersebut harus dapat dikendalikan agar tidak melampaui ambang batas dan daya tampung lingkungan. Jika lingkungan tidak dapat mendukung dan daya tampung terlampaui, maka struktur dan fungsi dasar ekosistem penunjang kehidupan akan rusak dan berkelanjutan fungsi lingkungan terganggu (Djaelani, 2011).

Pada dasarnya kegiatan industri adalah sebuah sistem yang mengolah masukan (input bahan baku) dan menghasilkan keluaran (output produk). Dalam setiap tahapan sistem industri tersebut berpotensi menghasilkan bahan pencemar, baik pada tahapan masukan bahan baku, proses produksi maupun ketika produk telah dihasilkan. Perbedaan jenis dan jumlah bahan pencemar menyebabkan terjadinya perbedaan tingkat pencemaran antara pabrik yang satu dengan pabrik lainnya. Hal ini dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan serta proses dan cara kerja di dalamnya (Kristanto, 2004; Sharma, 2013). Hal yang sama dikemukakan oleh Supraptini (2002); Daldjoeni (2003), bahwa di negara maju maupun di kota-kota negara berkembang sebagian besar mengalami penurunan kualitas lingkungan akibat masuknya zat-zat pencemar ke dalam media air, udara dan tanah yang bersumber dari kegiatan industri.

Menurut dokumen OECD (1991) dalam Laporan Komisi WHO Mengenai Kesehatan dan Lingkungan (2001), bahwa di negara-negara yang tergabung dalam Organisasi Kerjasama Ekonomi dan Pembangunan (OECD), sektor industri telah memberikan kontribusi lebih dari sepertiga total Produk Bruto.

Namun di sisi lain, produk sampingan berupa polusi (udara, air dan tanah) atau

permintaan kebutuhan sumber daya (Energi, air dan oksigen) dari industri-industri tersebut cukup signifikan yaitu sebagai berikut:

- a) 90% substansi beracun dibuang ke air
- b) 40-50% emisi oksida sulfur
- c) 25% emisi oksida nitrogen
- d) 50% ikut menyebabkan efek rumah kaca
- e) 75% limbah non inert
- f) 60% kebutuhan oksigen biologis dan substansi "in suspension"
- g) 15% konsumsi air (tidak termasuk air yang dipakai untuk pendinginan)
- h) 35% penggunaan energi

Lebih lanjut yang tertuang dalam dokumen OECD (1991) yang harus dicatat bahwa hanya sedikit saja sektor industri yang bertanggung jawab atas eksploitasi konsumsi bahan mentah dan kontribusi polusi, khususnya industri pengolahan makanan dan pertanian, ekstraksi dan pengolahan logam, semen, bubur kertas, penyaringan minyak, tekstil, pertambangan dan industri kimia. Pertumbuhan industri pada negara-negara berkembang juga ikut serta memberikan kontribusi terhadap kerusakan lingkungan. Permasalahan lain yang terjadi di negara berkembang adalah belum efektifnya struktur hukum dan kelembagaan untuk menghadapi isu pengendalian pencemaran secara optimal. (Djajadiningrat, 2004).

Mengingat program industrialisasi sebagai salah satu sektor yang memberikan andil besar terhadap perekonomian dan kemakmuran suatu bangsa dapat berbalik menjadi sumber bencana bagi lingkungan dan eksosistemnya, maka tidak hanya dibutuhkan kearifan saja tetapi diperlukan peraturan yang memadai, strategi dan kebijakan operasional yang tepat dan cermat sehingga kelestarian dan perlindungan lingkungan tetap sejalan dengan kegiatan industri.

2.2.3 Perubahan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan

Konsep daya dukung lingkungan semakin banyak dilaksanakan pengkajian mengingat semakin besarnya tekanan terhadap kondisi lingkungan akibat meningkatnya jumlah penduduk dengan segala aktifitasnya termasuk kegiatan industri. Peningkatan jumlah penduduk juga linier dengan pola konsumsi dan kebutuhan lahan. Sedangkan di sisi yang lain ketersediaan lahan semakin berkurang yang pada akhirnya kondisi yang berlawanan tersebut dapat mempengaruhi daya dukung dan daya tampung lingkungan. Dalam perkembangannya kemudian konsep daya dukung lingkungan diaplikasikan sebagai metode analisis/perhitungan untuk menetapkan jumlah organisme hidup yang dapat didukung oleh suatu ekosistem secara berlanjut dan tanpa merusak keseimbangan dalam ekosistem tersebut (Djaelani, 2011).

A. Definisi Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan

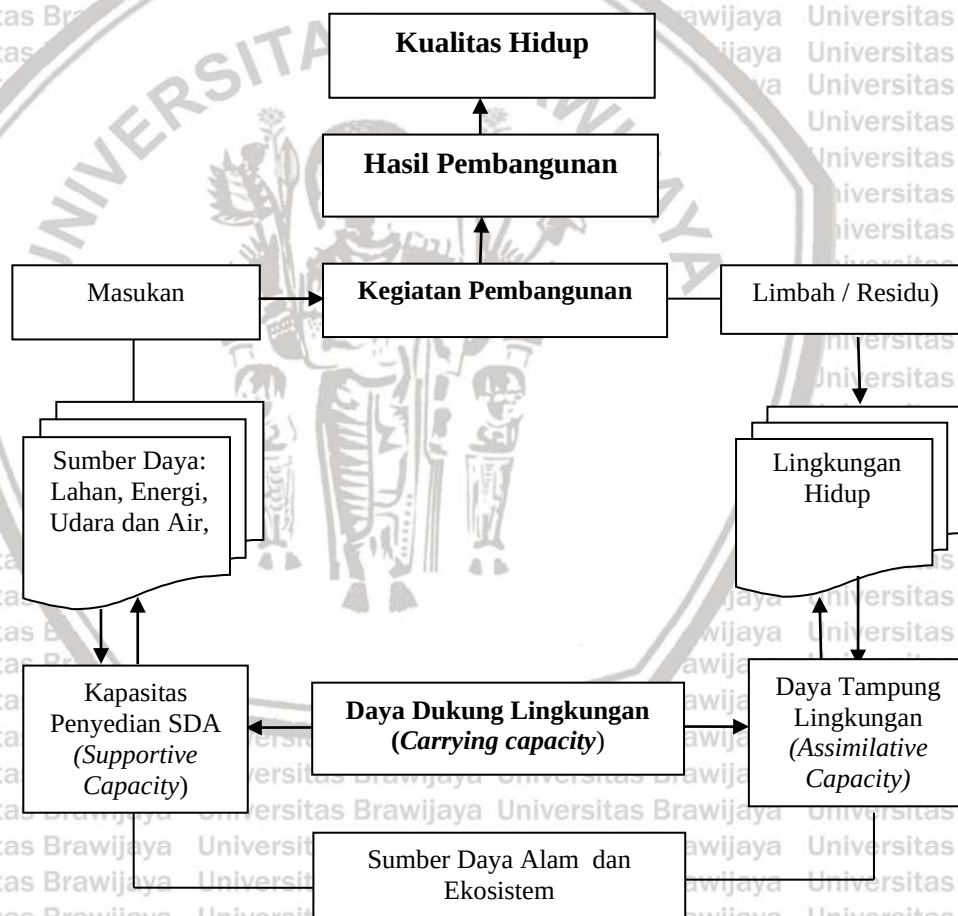
Konsep daya dukung lingkungan atau "*environmental carrying capacity*" telah didefinisikan oleh banyak ahli dengan rumusan yang bervariasi. Menurut Soemarwoto (2004), daya dukung lingkungan seringkali digambarkan sebagai jumlah hewan sejenis yang dapat didukung di dalam suatu ekosistem. Daya dukung lingkungan tersebut dapat dilihat sebagai suatu keseimbangan alam. Definisi dan analisis yang berbeda apabila dihadapkan pada kondisi ekosistem yang berbeda. Sedangkan daya dukung ekologis adalah beban kegiatan komunitas yang dapat didukung secara terus menerus oleh lingkungan, dan daya dukung tidak akan berkelanjutan kecuali bila didasarkan pada penggunaan sumberdaya alam yang terbarukan (*renewable resources*).

Lebih lanjut Soemarwoto (2004), menjelaskan bahwa daya dukung lingkungan adalah besarnya kemampuan lingkungan untuk mendukung

kehidupan populasi dalam satuan luas lahan. Sedangkan Wackernagel dan Rees (1996), menyatakan bahwa daya dukung ekologis adalah jumlah populasi atau komunitas yang dapat didukung oleh sumber daya dan jasa pada ekosistem tersebut. Daya dukung suatu wilayah tidak bersifat statis (*a fixed amount*), tetapi bervariasi sesuai dengan kondisi biogeofisik (ekologis) wilayah dan juga kebutuhan (*demand*) manusia akan sumber daya alam dan jasa lingkungan (*goods and services*) dari wilayah tersebut. Dengan semakin majunya peradaban, maka konsep daya dukung ini semakin sulit untuk diterapkan, karena ada upaya untuk memasukkan energi dari luar seperti pupuk, air irigasi, pestisida dan lainnya, yang dapat meningkatkan daya dukung lingkungan. Jadi daya dukung juga dapat berubah sesuai dengan masuknya manajemen dan teknologi.

Dalam konteks industri, daya dukung didefinisikan sebagai level/tingkat maksimum dari kegiatan dengan semua dampaknya tak terpulihkan pada lingkungan alam. Daya dukung ekologis biasanya diekspresikan dalam unit *kapita/ha*, yang berlawanan dengan konsep jejak ekologis yang diekspresikan dalam *ha/kapita* (Bicknell, et al., 1998). Sedangkan menurut Sudanti (2013), daya dukung industri adalah analisis lingkungan yang dilakukan di dalam zona industri secara '*on-site/in-situ*' (luas lahan, kesesuaian lahan, sumberdaya alam dan energi yang dipakai oleh aktivitas industri serta asimilasi limbahnya), sedangkan konsep jejak ekologis merupakan analisis '*off-site/ex-situ*' yang meliputi ekivalen luas lahan (*appropriated*) yang diperlukan akibat dari aktivitas industri dimaksud.

Pengertian daya dukung lingkungan juga diamanatkan dalam Undang-Undang Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pasal 1 ayat (7 dan 8) dinyatakan sebagai kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia dan makhluk hidup lain, dan keseimbangan antar keduanya. Sedangkan daya tampung lingkungan adalah kemampuan lingkungan untuk menyerap zat, energi atau komponen lainnya yang dibuang ke dalamnya.



Gambar 2.1 Konsep Daya Dukung Lingkungan
Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup (2009)

Definisi sebagaimana tercantum dalam undang-undang tersebut mengandung makna bahwa daya dukung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup, apa yang dapat disediakan oleh lingkungan hidup, bagaimana kondisinya, kualitas dan kuantitasnya dan distribusinya guna mendukung kehidupan manusia. Selanjutnya dalam Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup, daya dukung lingkungan hidup terbagi menjadi dua komponen, yaitu kapasitas penyediaan (*supportive capacity*) dan kapasitas tampung limbah (*assimilative capacity*) sebagaimana tercantum dalam Gambar 2.1. tersebut di atas.

B. Analisis Konsep Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan

Daya dukung lingkungan suatu ekosistem dipengaruhi oleh tiga faktor sebagai berikut: (1) jumlah sumberdaya yang tersedia di dalam ekosistem; (2) jumlah penduduk; dan (3) besarnya sumberdaya yang dikonsumsi oleh setiap individu. Vitousek (1986). Shelby dan Heberlein (1998), menyebutkan bahwa konsep daya dukung dapat dijabarkan menjadi empat klasifikasi primer yaitu:

1. *Daya dukung ekologis*, berlandaskan pada dampak yang dapat didukung oleh suatu ekosistem tertentu, seperti contoh perhitungan dampak terhadap satwa liar, vegetasi, air dan tanah.
2. *Daya dukung lingkungan fisik*, menggambarkan sejumlah orang atau kelompok tertentu yang dapat didukung pada area atau lahan tertentu.
3. *Daya dukung lingkungan sosial*, menjelaskan jumlah maksimum orang yang dapat menggunakan area tertentu tanpa mengurangi kenyamanan bagi diri mereka sendiri dan orang lain. Kapasitas sosial seringkali merupakan jenis daya dukung yang paling sulit untuk dihitung kapasitasnya, karena ada keterbatasan dalam mengembangkan standar evaluatif.

4. *Daya dukung fasilitas*, menggambarkan keterbatasan fasilitas fisik seperti ukuran tempat parkir, jumlah toilet, atau rasio antara pengunjung dan staf.

Pada umumnya pedoman daya dukung lingkungan masih terbatas pada kapasitas penyediaan sumber daya alam, terutama kemampuan lahan serta ketersediaan dan kebutuhan akan lahan dan air dalam suatu ruang/wilayah. Oleh karenanya penentuan daya dukung lingkungan hidup dilakukan berdasarkan tiga pendekatan, yakni; (1) kemampuan lahan untuk alokasi pemanfaatan ruang; (2) perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan lahan; dan (3) perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan air. Artinya bahwa, agar pemanfaatan ruang di suatu wilayah sesuai dengan kapasitas lingkungan dan sumberdaya, maka alokasi pemanfaatan ruang harus mengindahkan kemampuan lahan. Perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan lahan dan air di suatu wilayah menentukan keadaan surplus atau defisit dari lahan dan air untuk mendukung kegiatan pemanfaatan ruang. Pedoman ini menjelaskan cara mengetahui alokasi pemanfaatan ruang yang tepat berdasarkan klasifikasi kemampuan lahan untuk pertanian yang dikategorikan dalam bentuk kelas dan sub kelas, sehingga dapat diidentifikasi berbagai macam peruntukannya.

Pemahaman tentang analisis daya dukung dan daya tampung lingkungan dapat dimanfaatkan, antara lain; (a) sebagai bahan masukan untuk proses perencanaan, sekaligus dapat digunakan sebagai indikator kinerja dalam pelaksanaan pembangunan; (b) konsep daya dukung juga dapat digunakan sebagai indikator keberlanjutan (*sustainable development*) atau ketidakberlanjutan dari suatu proses pembangunan; dan (c) dapat berfungsi

sebagai instrumen untuk menentukan kuota pemanfaatan sumber daya alam termasuk pemanfaatan ruang sekaligus sebagai alat pengendalian pemanfaatan sumber daya dan pemanfaatan ruang. Hal tersebut juga sejalan dengan Undang-Undang Nomor 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang Pasal 22 ayat 2 (d) yang menyatakan bahwa di dalam penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional, Propinsi maupun Kabupaten/Kota harus memperhatikan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup.

C. *Daya Dukung Lahan dan Kesesuaian Lahan*

Daya dukung lahan merupakan salah satu komponen dari daya dukung lingkungan. Pengertian daya dukung lahan menurut Soemarwoto (1985), yaitu kemampuan sebidang lahan untuk dapat mendukung kehidupan manusia. Analisis daya dukung lahan dapat menjadi alat untuk menguji lahan yang dibutuhkan untuk mendukung aktivitas ekonomi dan selanjutnya konsep daya dukung lahan dapat dijadikan sebagai bahan dalam perencanaan dengan berbagai pertimbangan, diantaranya: (1) penerapan tata ruang perencanaan yang tepat, dalam arti bahwa pengembangan sumber daya alam harus memperhitungkan daya dukungnya; (2) penempatan berbagai macam aktivitas yang mendayagunakan sumber daya alam harus memperhatikan kapasitasnya dalam mengabsorbsi setiap perubahan yang diakibatkan oleh aktivitas tersebut; dan (3) sumber daya alam di suatu wilayah hendaknya dialokasikan ke dalam beberapa zone yang sesuai seperti; hutan lindung, wilayah industri, perkebunan, daerah aliran sungai dan peruntukan lainnya.

Dalam konteks daya dukung lahan untuk kegiatan industri, menurut Djaelani (2011) dapat diidentifikasi komponen yang mempengaruhi kemampuan suatu lahan meliputi faktor iklim, relief, fisik tanah, hidrologi, vegetasi, aktivitas manusia di masa lampau dan masa sekarang. Sedangkan untuk penentuan lokasi suatu kawasan industri, peranan komponen fisik lahan sangat dominan.

Manajemen komponen fisik lahan dapat membantu proses penentuan lokasi karena adanya integrasi aspek-aspek pendukung yang saling berkaitan.

Dalam perencanaan zona atau kawasan industri diperlukan kajian tentang kesesuaian lahan (*land suitability*) yang didefinisikan sebagai deskripsi tingkat kecocokan sebidang lahan untuk penggunaan tertentu. Tingkat kesesuaian lahan ditunjukkan oleh kelas-kelas kesesuaian yang diperoleh dari hasil penilaian antara karakteristik lahan terutama sifat-sifat fisik dengan persyaratan penggunaan lahan. Sedangkan evaluasi kesesuaian lahan untuk zona industri merupakan proses untuk menentukan tingkat kecocokan potensi sumberdaya lahan di lokasi tertentu untuk dapat digunakan sebagai pengembangan zona/kawasan industri (Sudanti, 2013).

Dengan demikian untuk menilai kesesuaian lahan sebagai peruntukan zona/kawasan industri harus mempertimbangkan kondisi topografi, akses, hidrologi, drainase, struktur fisik tanah dan landuse eksisitng. Pertimbangan kesesuaian lahan untuk industri dari beberapa aspek tersebut berkaitan dengan perencanaan pembangunan kawasan industri/pabrik dan fasilitasnya. Di samping itu informasi tentang faktor-faktor tersebut juga dibutuhkan untuk membuat prediksi perkembangan industri di masa yang akan datang dan mengarahkan perkembangan industri dengan dampak yang paling rendah.

2.3 Paradigma Baru Pengembangan Kawasan Industri

Pembangunan industri konvensional bergantung sepenuhnya pada kemajuan teknologi dan eksploitasi sumber daya alam, terutama yang tak terbarukan. Pengelolaan (manajemen) industri cenderung untuk kepentingan manusia (*anthropo-centric approach*) dengan melakukan eksploitasi sumber daya alam, produksi manufaktur, pemanfaatan produk dan pembuangan limbah yang merupakan sumber pencemaran sehingga merusak lingkungan dan melampaui daya dukung maupun daya tampung lingkungan itu sendiri. Menurut Sharma (2013) dan Sujiman (2016), bahwa dengan bergesernya paradigma menuju pembangunan industri yang berkelanjutan (*eco industrial park*), maka dituntut juga manajemen industri yang mempunyai visi untuk menciptakan hubungan sinergis antara kegiatan industri dengan lingkungan ekologis (konsep ekologi industri) melalui pendekatan *ecocentric (eco centric approach)*.

Konsep ekologi industri dipopulerkan pada periode akhir tahun 1980-an, salah satunya yang disebutkan dalam suatu artikel ilmiah Amerika oleh Frosch dan Gallopoulos (1989) dalam Sipayung (2015) menyatakan ungkapan:

"Mengapa sistem industri kita tidak bertindak seperti suatu ekosistem, di mana jenis limbah dimungkinkan sebagai sumber daya untuk jenis industri lain, yang dengan demikian mengurangi penggunaan bahan baku, polusi, dan menghemat biaya pengolahan limbah".

Selanjutnya mulai awal tahun 1990-an yang menurut Gibbs dan Deutz (2007); Conticelli dan Tondelli (2014), bahwa konsep ekologi industri mulai banyak diadopsi oleh negara-negara maju seperti di beberapa kawasan industri di negara bagian Amerika Serikat; Brownsville di Texas, Cabazon Park di California. Konsep Ekologi industri juga diterapkan di beberapa kawasan industri di Uni Eropa seperti Kalundborg Denmark, Green Park Cronwall UK dan Emscher Park Jerman. Sedangkan menurut Tian, *et al.* (2013), konsep ekologi

industri juga mulai dikembangkan di beberapa negara Asia seperti China, Korea dan Jepang. Pada prinsipnya penerapan konsep ekologi di negara-negara maju tersebut merupakan salah satu instrumen untuk merancang pembangunan ekonomi yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

2.3.1 Prinsip Dasar Kawasan Industri Berkelanjutan (Eco Industrial Park)

Berdasarkan kajian dan penelitian tentang ekosistem industri, dapat dirumuskan bahwa *eco industrial park* (EIP) merupakan salah satu bentuk implementasi konsep ekologi industri. Pada prinsipnya konsep ini mendasarkan pada gagasan bahwa kegiatan produksi dalam konteks ekonomi industri modern harus dilihat sebagai sistem dari penyediaan bahan mentah atau bahan baku, proses manufaktur, pemanfaatan produk dan limbah sebagai proses siklus daur hidup dalam suatu ekosistem. Menurut Desrochers (1999), bahwa sistem industri tersebut dapat digambarkan sebagai jaringan dari produsen, konsumen dan pengguna atau pengelola limbah yang memiliki hubungan saling menguntungkan (*simbiosis mutualisme*) antar perusahaan/industri dalam satu kawasan yang terpadu.

Menurut Tessitore et al. (2015) bahwa salah satu prinsip dasar pelaksanaan EIP yang diadopsi oleh banyak kawasan industri di beberapa negara adalah konsep yang dirumuskan oleh Ernest Lowe (2001), dengan didasarkan pada konsepsi ekologi industri, yaitu kawasan industri yang memperhatikan beberapa aspek; (1) kesesuaian lahan dengan daya dukung lingkungan; (2) penggunaan energi dan air yang berkelanjutan; (3) integrasi aliran material produksi; (4) pembangunan infrastruktur yang ramah lingkungan; (5) pengelolaan limbah untuk minimasi tingkat polusi; dan (6) integrasi antara

kawasan industri dengan komunitas sosial masyarakat sekitar dan kontribusi dalam pengembangan ekonomi lokal.

Definisi tentang kawasan industri yang berkelanjutan (*eco-industrial park*) menurut Cote dan Hall (1995) adalah sistem industri yang melestarikan sumber daya alam dan ekonomi dengan meminimalkan biaya proses produksi, efisiensi bahan baku, energi dan pengolahan limbah untuk meningkatkan kualitas produk, pendapatan dan kesejahteraan sosial. Sejalan dengan pendapat tersebut juga dikemukakan oleh Lowe, *et al.*, (1996) mendefinisikan EIP sebagai sebuah komunitas bisnis manufaktur dan jasa dengan meningkatkan kinerja lingkungan dan ekonomi melalui kerja sama dalam mengelola lingkungan dan sumber daya termasuk energi, air dan bahan baku.

Pembahasan lebih intensif untuk mendeskripsikan konsep EIP juga bersumber dari laporan *Triangle Institute and Indigo Development International* tahun 1994 yang menyatakan bahwa EIP harus mampu mengakomodasi kepentingan lingkungan, ekonomi dan sosial sekaligus melalui kerjasama komunitas bisnis untuk mendapatkan kemanfaatan bersama dengan pengertian sebagai berikut:

"An eco-industrial park or estate is a community of manufacturing and service businesses located together on a common property. Member businesses seek enhanced environmental, economic, and social performance through collaboration in managing environmental and resource issues. By working together, the community of businesses seeks a collective benefit that is greater than the sum of individual benefits each company would realize by only optimizing its individual performance".

produksi.

Konsep EIP di masa datang masih sangat potensial berkembang dan berdasarkan banyak hasil studi dan penelitian menunjukkan bahwa penerapan EIP akan memberikan manfaat dan dampak positif pada semua level baik untuk

individu perusahaan, komunitas perusahaan, masyarakat sekitar maupun pada level daerah, regional maupun global (Tundor *et al.*, 2006). Hal tersebut karena

EIP memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan kawasan industri konvensional seperti yang disebutkan oleh Cote dan Cohen (1998), diantaranya yang penting sebagai berikut:

1. Mengintegrasikan kepentingan dan partisipasi masyarakat dalam desain kawasan sebagai bagian dari upaya peningkatan kinerja ekonomi, sosial dan lingkungan.
2. Meningkatkan kinerja pengelolaan lingkungan atau jejak ekologis (*ecological footprint*) melalui substitusi bahan beracun, absorpsi karbon dioksida, pertukaran bahan baku dan pengolahan limbah terpadu.
3. Memaksimalkan efisiensi energi dan air melalui desain dan pembangunan fasilitas yang ramah lingkungan.
4. Mengkonservasi bahan baku dan material produksi melalui desain dan pembangunan fasilitas, *reuse*, *recovery* dan *recycling*.
5. Menghubungkan perusahaan-perusahaan dengan pemasok bahan baku dan pelanggan baik dalam kawasan maupun dengan masyarakat luas.
6. Mempunyai sistem peraturan, sistem informasi dan sistem kerjasama atau jaringan antar perusahaan yang dapat mendorong perusahaan mencapai tujuan kinerja.
7. Menggunakan instrumen ekonomi dan teknologi untuk mencegah timbulnya limbah dan sampah.

Pengembangan kawasan industri (*industrial estate*) adalah salah satu alat (*tools*) untuk memfasilitasi kegiatan industri yang secara empiris di lapangan dapat memberikan manfaat seperti: (a) memberi kemudahan bagi dunia usaha untuk memperoleh kapling industri siap bangun yang sudah dilengkapi berbagai prasarana dan sarana penunjang; (b) memberi kepastian hukum lokasi tempat usaha, sehingga terhindar dari segala bentuk gangguan dan diperolehnya rasa

amenitis bagi dunia usaha; dan (c) mengatasi permasalahan tata ruang dan sekaligus mengatasi permasalahan dampak lingkungan yang diakibatkan oleh kegiatan industri. Dalam perkembangan berikutnya, menurut Lowe (2001) dan Djajadiningrat *et al.* (2014) sejak tahun 1970-an sampai saat ini, bentuk *industrial estate* di berbagai negara termasuk di Indonesia sebagian telah mengalami evolusi menjadi beberapa model yang pada prinsipnya menerapkan konsep integrasi antara kepentingan ekonomi, lingkungan ekologis dan sosial yaitu dengan bentuk-bentuk sebagai berikut:

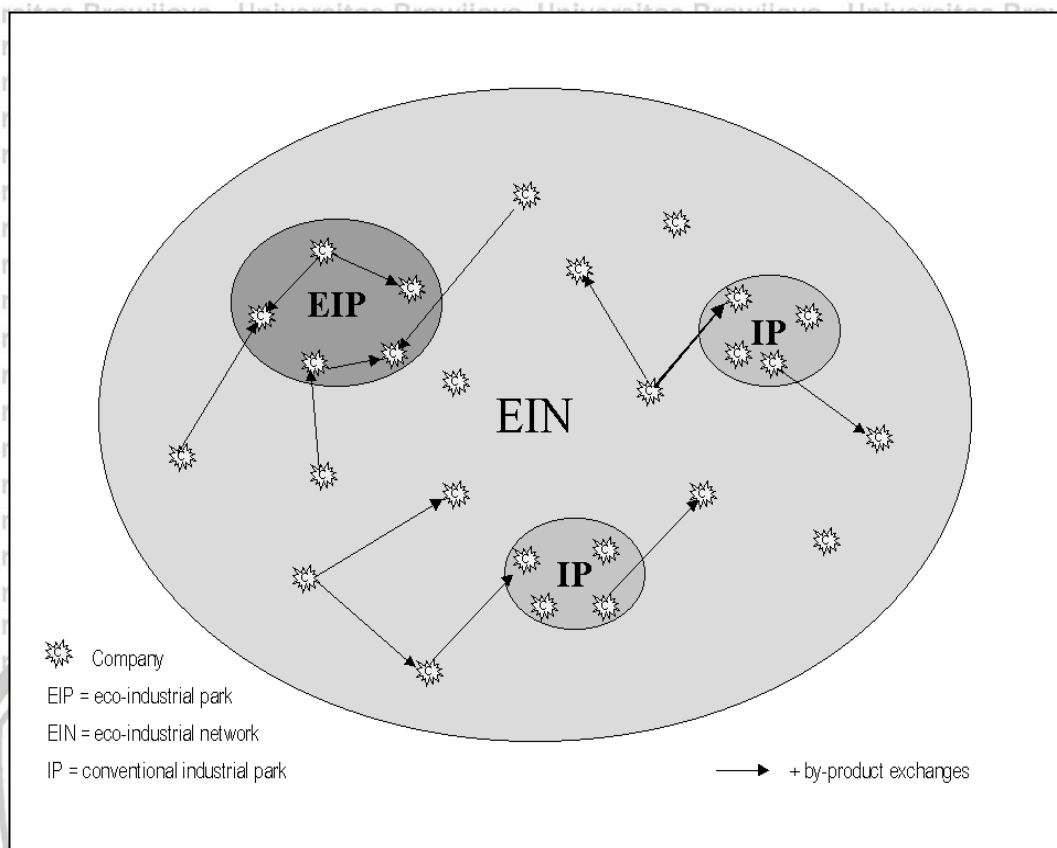
a. **Green industrial park**, merupakan kumpulan dari pabrik/industri yang mengaplikasikan teknologi produksi bersih, melakukan pemrosesan terhadap limbah industrinya dan/atau mengurangi emisi gas rumah kaca pada area dimana industri tersebut beroperasi (Fleig, 2000). Kawasan industri hijau yang dikembangkan dapat dianggap sebagai salah satu bentuk penerapan konsep *sustainable industry* karena secara individu masing-masing industri mempunyai komitmen kuat dalam proses dan produk bersih. Sedangkan menurut Djajadiningrat *et al.* (2014), nilai tambah dari kawasan industri hijau ini agak berkurang karena pada umumnya industri yang berkembang tidak mempunyai keterkaitan dalam rantai aktifitas industri, sehingga tidak banyak memberikan manfaat *co location* yang bisa dirasakan oleh industri di dalam kawasan.

b. **By-product exchange (BPX)**, yaitu sekelompok perusahaan yang saling bertukar dan menggunakan produk samping (energi, air, dan bahan baku) daripada membuangnya sebagai limbah. Istilah yang sering dipakai dalam BPX adalah *industrial ecosystem*, *by-product synergy*, *industrial symbiosis*, *industrial recycling network*, *green twinning*, dan *zero emission network*.

(Purwanto, 2005). Tujuan dari para pelaku industri tersebut dapat tercapai dengan menciptakan sistem pertukaran/perdagangan material, energi dan produk samping antar perusahaan. Dalam beberapa kasus terdapat perusahaan yang membangun jaringan pabrik sendiri untuk memanfaatkan hasil samping pabrik lainnya (Djajadiningrat et al., 2014).

c. **Integrated eco-industrial park** (estate) (IEIP/IEIE), yaitu kumpulan industri dalam suatu kawasan industri yang dikelola untuk meningkatkan kinerja pengelolaan lingkungan, ekonomi, dan sosial secara bersama-sama semaksimal mungkin. Sedangkan jika kerjasama antar perusahaan yang tidak dalam satu kawasan menurut Purwanto (2005) disebut *virtual eco-industrial park* yaitu industri-industri di suatu daerah yang tidak harus berada dalam suatu kawasan, namun terhubung melalui pertukaran limbah dan kerjasama pada tingkatan yang berbeda. *Integrated EIP* pada dasarnya dirancang untuk mendorong pengembangan konsep ekologi industri di pusat sebuah kluster industri dengan mengoptimalkan proses aliran energi dan material bahan baku.

d. **Eco-industrial network (EIN)**, yaitu kluster industri dalam suatu kawasan yang mempunyai hubungan strategis dengan kluster pada kawasan lain pada suatu wilayah tertentu yang lebih luas. EIN ini berkembang karena masing-masing kluster melihat peluang untuk menjalin kerjasama (network) dalam berbagai macam pelayanan produk dan atau jasa. Seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.2 bahwa EIP bukanlah sebuah organisasi yang nyata tetapi muncul karena didorong oleh fasilitas teknologi informatika untuk memberikan peluang membangun kemitraan dalam skala global.



Gambar 2.2 Sistem Network EIP

Sumber: Lowe (2001) dan Djajadiningrat *et al.* (2014)

Dengan adanya beberapa model yang telah dirumuskan berdasarkan hasil studi tersebut, mengandung konsekuensi bahwa setiap kawasan industri dapat mengikuti satu model/bentuk EIP atau lebih secara simultan. Oleh karena itu untuk menentukan pilihan model tersebut, dibutuhkan kajian empiris (*research*) terhadap kawasan industri tertentu yang dapat dijadikan rujukan untuk mewujudkan konsep EIP atau bahkan perlu ditemukan model baru yang lebih *feasible* dengan mempertimbangkan aspek karakteristik wilayah maupun spesifikasi industrinya.

Selanjutnya berdasarkan beberapa definisi dan karakteristik kawasan industri tersebut, juga dapat dijelaskan bahwa EIP merupakan salah satu dari implementasi konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*)

dan dalam tataran aplikasinya secara konseptual dapat dilaksanakan pada skala yang berbeda antara lain pada unit perusahaan, dalam suatu kawasan industri dan dalam wilayah regional, nasional atau tingkat global.

2.3.2 Dimensi dan Indikator Keberlanjutan

Implementasi konsep pembangunan berkelanjutan telah diterapkan pada banyak negara dan oleh berbagai lembaga maupun peneliti dengan mengembangkan indikator keberlanjutan. Pada konteks pengembangan kawasan perkotaan, terdapat beberapa rumusan dimensi dan Indikator kota berkelanjutan di negara maju maupun negara berkembang. Indikator kota berkelanjutan yang sudah memperhatikan 3 pilar pembangunan berkelanjutan adalah: *Dashboard of Sustainable (DS)*, *Environmental Sustainable Index (ESI)*, *Welfare Index (WI)*, *Indeks of Sustainable Economic Welfare (ISEW)*, dan *Genuine Progress Indicators (GPI)*. Selanjutnya juga telah dikembangkan indikator kota berkelanjutan oleh *Asian Green City Index* meliputi 8 aspek yaitu:

- (1) Energi dan CO₂;
- (2) Penggunaan lahan dan bangunan (termasuk di dalamnya ruang terbuka hijau);
- (3) Transportasi;
- (4) Sampah;
- (5) Air;
- (6) Sanitasi;
- (7) Kualitas udara;
- (8) *Environmental Governance*

Menurut Azwar *et al.* (2013), menyatakan bahwa indikator kota ekologis (*ecological city*) terdiri dari 8 komponen utama yaitu: penggunaan lahan, transportasi, bangunan, ruang terbuka hijau, jaringan infrastruktur, energi, air dan sinar matahari. Indikator kota yang pernah dikembangkan praktisi / peneliti IAP (Ikatan Ahli Perencanaan) adalah indikator kota nyaman (*liveable city*) yang terdiri dari 9 aspek yaitu: tata ruang, fasilitas kesehatan, fasilitas pendidikan, infrastruktur, ekonomi, keamanan dan sosial. Pada akhir tahun 2009 Ikatan Ahli Perencana (IAP) merilis *Most Liveable City Index*. *Most Liveable City Index*

merupakan sebuah indeks tahunan yang menunjukkan tingkat kenyamanan warga kota untuk tinggal, menetap dan beraktivitas di suatu kota yang ditinjau dari berbagai aspek perkotaan. Indeks ini dihasilkan dengan pendekatan: "Snapshot, Simple and Actual" yang dilakukan melalui popular survey kepada 1200 warga di 12 Kota Besar di Indonesia. Penelitian dilakukan di 12 kota besar, yaitu : Medan, Jakarta, Bandung, Yogyakarta, Semarang, Surabaya, Banjarmasin, Palangkaraya, Pontianak, Manado, Makassar dan Jayapura (Muttaqin, 2009).

Pada tahun 2009, Departemen Pekerjaan Umum menetapkan 8 atribut kota berkelanjutan melalui Program Pengembangan Kota Hijau (*Green City*) yang dilaksanakan secara bertahap mulai tahun 2010 sampai tahun 2025. Atribut tersebut adalah *green planning and design*, *green open space*, *green community*, *green waste*, *green building*, *green energy*, *green water*, dan *green transportation*. Dari berbagai indikator kota berkelanjutan yang dikembangkan di dalam dan luar negeri, maka dapat dirangkum dalam 10 isu utama yaitu: (1) Akses penduduk pada ruang terbuka hijau atau *green open space* atau ruang terbuka hijau; (2) Lingkungan sehat yang diukur dari *air quality* (kualitas udara); (3) Penggunaan sumber daya yang efisien (energi, air, limbah, dan sampah) atau *green energy*, *green waste*, dan *green water*; (4) Kualitas lingkungan binaan (kawasan terbangun/bangunan) atau *green building*; (5) Aksesibilitas (transportasi umum, jalur sepeda dan pejalan kaki) *green transportation*; (6) *Green economy* atau ekonomi hijau; (7) Partisipasi masyarakat dalam pembangunan kota yang berkelanjutan atau *Green community*; (8). *Social justice* yaitu keadilan sosial yang berkaitan dengan angka kemiskinan;

(9) Kesejahteraan sosial yang berkaitan dengan kenyamanan hidup; dan

(10) Pemberdayaan masyarakat, sosial dan budaya.

Studi tentang keberlanjutan kawasan industri dengan salah satu tahapannya adalah penentuan dimensi dan indikator pengembangan kawasan industri telah dilakukan beberapa penelitian sebelumnya diantaranya; penelitian Cohen Rosenthal (1999), Prasetya (2007) yang melakukan evaluasi status 13 kawasan industri pioner di beberapa wilayah Indonesia terhadap penerapan konsep *eco industrial park* (EIP), Sunaryo (2007) pada Kawasan Industri Jababeka; Anggoro (2008); Sulaiman (2008) dan Hadiwijoyo (2013) pada Kawasan Industri Cilegon; Kodrat (2011) pada Kawasan Industri Medan; Sudanti (2013) pada Kawasan Industri Semarang; Djajadiningrat (2014); dan Budiyanto (2015) pada Kawasan Industri Jakarta East Pulogadung yang selanjutnya disintesis dengan konsep Lowe (2001), maka dapat dikembangkan atribut dasar yang menjadi pilihan dimensi dan indikator keberlanjutan pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan sebagai berikut:

a. **Dimensi lingkungan** (*environmental sustainability*), adalah suatu keadaan yang menunjukkan bahwa sumberdaya alam dan lingkungan tetap terjaga dan lestari, dapat mencukupi kebutuhan masa sekarang hingga generasi yang akan datang. Indikator yang mempengaruhi keberlanjutan lingkungan diantaranya; kelestarian sumberdaya lingkungan, pemeliharaan keanekaragaman hayati, stabilitas dan harmonisasi ruang, terjaminnya fungsi ekosistem, reduksi limbah dan penggunaan energi terbarukan.

b. **Dimensi ekonomi** (*economic sustainability*), adalah suatu kondisi terciptanya kontribusi pendapatan pada semua tingkatan untuk menciptakan kesejahteraan, serta mampu menghasilkan barang dan jasa secara

berkesinambungan dengan tetap menjaga ketersediaan modal maupun profit usaha. Indikator yang mempengaruhi keberlanjutan ekonomi diantaranya; tingkat dan distribusi pendapatan, kesejahteraan, pertumbuhan ekonomi, pemberdayaan ekonomi dan ketersediaan bahan baku produksi.

c. **Dimensi sosial** (*social sustainability*), adalah upaya untuk menciptakan kesetaraan dan kualitas manusia sekaligus dapat mengurangi kesenjangan, diskriminasi maupun ketidakadilan. Indikator yang mempengaruhi diantaranya; aspek pendidikan, pelayanan kesehatan, hubungan sosial kemasyarakatan, pemberdayaan masyarakat, minimalisasi potensi konflik, kesempatan kerja dan tingkat harapan hidup.

d. **Dimensi teknologi dan infrastruktur** (*infrastructure sustainability*), fungsi infrastruktur adalah untuk mendukung operasionalisasi sistem sosial, ekonomi dan lingkungan yang kompleks dalam mendukung keberlanjutan pembangunan. Indikator yang mempengaruhi diantaranya; teknologi minimasi limbah, teknologi efisiensi air dan energi, teknologi produksi, informasi dan transportasi, infrastruktur bangunan dan kawasan yang ramah lingkungan.

e. **Dimensi Manajemen dan Kelembagaan** (*Management sustainability*), Kegiatan pengelolaan dibutuhkan untuk memastikan bahwa sistem sosial, sistem ekonomi dan lingkungan berjalan efektif dan efisien. Indikator yang mempengaruhi diantaranya; pemenuhan komitmen semua regulasi dan perizinan, kegiatan monitoring dan *punishment*, pemberlakuan insentif disinsentif, standarisasi manajemen, peranserta dan kerjasama antar *stakeholder*.

2.3.3 Konsep Design Kawasan Industri yang Berkelanjutan

Konsep pembangunan Kawasan industri yang berkelanjutan (EIP) berdasarkan pada pembangunan arsitektur dengan desain dan konstruksi yang berwawasan lingkungan yaitu dengan cara merancang setiap fasilitas dan utilitas yang terkait dengan kegiatan industri menjadi lebih efisien dan ramah lingkungan. Penggunaan material bahan bangunan yang tepat berperan besar dalam menghasilkan bangunan berkualitas yang ramah lingkungan. Desain fasilitas industri dan bangunan juga harus menciptakan sistem pengurangan pemakaian air (*reduce*), penggunaan kembali air untuk berbagai keperluan sekaligus (*reuse*), mendaur ulang buangan air bersih (*recycle*), dan pengisian kembali air tanah (*recharge*). Menurut Anggoro (2008); Eriawan (2012), bahwa penerapan eco desain dan konstruksi dalam mewujudkan EIP dilakukan dalam tahap-tahap pekerjaan prakonstruksi (*design*) dan konstruksi kawasan industri, yaitu dimulai dari tahap pemilihan lokasi, perencanaan tapak / tata ruang kawasan, hingga pembangunan infrastruktur/sarana prasarana kawasan dan bangunan-bangunan di dalam kawasan industri dengan penjelasan sebagai berikut:

A. Pemilihan lokasi (*site selection*)

Dalam perencanaan lokasi kawasan industri yang berkelanjutan (EIP), banyak teori yang mendasari seperti; Teori Webber dengan konsep *least cost location*, Teori Losch dengan konsep *economic of location*, dan Teori Robinson dengan konsep *economic geography*. Berdasarkan rangkuman teori-teori lokasi tersebut, maka perencanaan lokasi kawasan industri perlu mempertimbangkan beberapa faktor antara lain:

(1) Faktor aksesibilitas, yaitu kajian secara detail terkait kondisi akses jalan, sistem transportasi untuk mobilitas, material, produk dan manusia sehingga operasional kawasan industri tidak banyak menambah beban terhadap lingkungan terutama bangkitan lalu lintas;

(2) Karakteristik penggunaan lahan (*land use*), yaitu kondisi lahan secara kualitas, kuantitas, status dan daya dukung lingkungan sekitar terhadap pengembangan industri, serta menganalisis untuk meminimalkan dampak pengembangan kawasan terhadap terjadinya *urban sprawl*; dan

(3) Kedekatan lokasi dan ketersediaan sumber daya dan energi, seperti posisi pembangkit energi, bahan baku, air atau suplai tenaga kerja yang mendukung kawasan industri. Hal tersebut sebagai tahap awal untuk merencanakan sistem yang hemat energi dan ramah lingkungan.

Sedangkan untuk menentukan karakteristik lokasi industri sebagai bahan perencanaan pengembangan kawasan, menurut Daldjoeni, 1992 dan Martopo (2003) dalam Eriawan (2012), dapat dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya:

a) Pertimbangan ekonomis, yaitu lokasi-lokasi industri berdasarkan perhitungan biaya paling minimum dari kebutuhan bahan mentah, tenaga kerja serta konsumen (pasar), sehingga dapat tercapai lokasi optimalnya (*Optimum location*).

b) Faktor historis lokasi, yang memperhatikan riwayat tanah seperti tanah adat, tanah negara, tanah warisan, tanah kas desa atau dalam status lain sehingga berpengaruh terhadap mekanisme pembebasannya.

c) Aspek regulasi tata ruang, yaitu berkaitan dengan kebijakan strategis daerah yang membuat perencanaan lokasi industri dalam rencana tata ruang (RTRW) baik untuk perencanaan kawasan industri maupun peruntukan/zona industri.

B. Perencanaan tapak (*site planning*)

Dalam proses perencanaan tapak (*site plan*) kawasan industri selain harus memenuhi standar teknis sebagaimana peraturan yang berlaku, dalam tataran keberlanjutan ekologis juga harus mempertahankan habitat dan lansekap alami kawasan. Hal ini juga berfungsi sebagai parameter batasan-batasan pembangunan kawasan yang sedang dan akan dilaksanakan selanjutnya, sehingga jumlah persentase lahan kawasan terbangun dapat tetap seimbang, sesuai dengan daya dukung alamiah kawasan. Oleh sebab itu, dalam perencanaan tapak kawasan industri (EIP) perlu diidentifikasi:

- Kualitas dan kapasitas ekosistem di sekitar kawasan yang kemungkinan akan berpengaruh atau mempengaruhi proses pembangunan dan operasional kawasan industri.
- Komponen ekosistem yang dapat dipertahankan di dalam kawasan untuk menjaga fungsi-fungsi ekologis seperti; habitat tanaman asli dan habitat satwa yang dominan didalam lokasi yang sangat berhubungan dengan siklus air tanah, antisipasi banjir ataupun longsor tanah. Selain itu juga mempertahankan kontur asli lahan dapat dilakukan dengan minimalkan *cut and fill* dalam pekerjaan pematangan lahan.
- Sumberdaya alam yang dapat diintegrasikan dalam desain bangunan dan infrastruktur, vegetasi-vegetasi lokal yang dapat digunakan untuk lansekap kawasan, meningkatkan kualitas lingkungan kawasan dan bermanfaat sebagai fungsi rekreasi kawasan. Di samping itu penyediaan jalur pejalan kaki dan atau *jogging track*, ruang terbuka kawasan untuk tempat aktifitas, pengamatan satwa liar dan kelestarian unsur-unsur alam lainnya.
- Mempertimbangkan orientasi lahan, hal ini berkaitan dengan upaya untuk mengoptimalkan intensitas dan pergerakan matahari, yang pada akhirnya dapat membuat lebih efisien terhadap kebutuhan energi listrik/pencahayaan maupun pendingin suhu udara ruangan. Oleh sebab itu, tata letak bangunan dengan fungsinya seperti area pabrik, kantor, kafetaria, gudang, dan fasilitas lainnya dapat direncanakan dalam *siteplan* yang perlu menyesuaikan orientasi lahan.

C. Desain infrastruktur kawasan

Agar dapat mencapai kinerja lingkungan dan ekonomi EIP yang optimal, maka perencanaan dan desain infrastruktur kawasan industri perlu mempertimbangkan faktor-faktor:

- Ketersediaan yang cukup, keterjangkauan, kemudahan dalam pemeliharaan dan ekonomis dengan menggunakan teknologi inovatif yang ramah lingkungan.
- Kemudahan dalam desain dan konstruksi kembali (*redesign & reconstruction*) dalam rangka penghematan biaya (misalnya utilitas bawah tanah seperti saluranair, gas, telekomunikasi dapat dengan mudah dikontrol dan diperbaiki melalui saluran, tidak perlu membongkar jalan)
- Menggunakan teknologi yang dapat dioperasikan secara modular dan terdesentralisasi (misalnya unit pembangkit energi skala kecil dapat dipasang dimana dibutuhkan, tidak seperti halnya dengan instalasi pembangkit energi yang terpusat)
- Mempertahankan karakteristik alamiah seperti bentuk lahan, kemiringan, aliran air, aliran angin, pohon dan tanaman.

Berdasarkan uraian Rosenthal (1999); Anggoro (2008); Conticelli dan Tondelli (2014); dan Djajadiningrat *et al.* (2014) dapat disintesis beberapa kriteria desain infrastruktur dalam merencanakan dan atau mengembangkan kawasan industri yang berkelanjutan sebagaimana dalam Tabel 2.2. Lebih lanjut disimpulkan oleh Anggoro (2008), bahwa desain berkelanjutan dapat dilakukan dan ditujukan untuk: (1) Konservasi dan minimalisasi pemanfaatan sumberdaya dan lingkungan; (2) Memaksimalkan pemanfaatan material dan sumberdaya yang terbarukan (*recycle dan renewable*); (3) Menciptakan lingkungan yang

sehat dan aman dari polutan (*healthy, nontoxic environment*); dan

(4) Mengintegrasikan bangunan dan infrastruktur dalam lingkungan alam dan sosial.

Tabel 2.2 Kriteria Desain Infrastruktur yang Berkelanjutan Untuk Pengembangan Kawasan Industri

No	Jenis Infratraktur	Kriteria / Desain Keberlanjutan
1	Jalan , Area Parkir dan Sarana Transportasi	• Menggunakan bahan material yang porous untuk resapan air seperti paving block • Desain jalur ganda untuk jalan utama dan parkir cluster untuk efesiensi lahan • Menciptakan moda transportasi manusia yang terintegrasi dengan <i>public transport</i>. • Transportasi orang dan logistik terintegrasi dalam kawasan (<i>intra park transportation</i>)
2	Energy, air dan limbah	• Konstruksi peralatan dan mesin untuk energi, air dan limbah yang ramah lingkungan (<i>green construction</i>) • Proses daur ulang pemakaian air (<i>recycle dan reuse</i>) • Audit energi untuk efesiensi energi dan penggunaan bahan bakar alternatif • Siklus tertutup / pertukaran limbah untuk bahan baku dengan industri yang berdekatan/dalam satu kawasan (<i>reuse dan reproduce</i>) • Teknologi bersih (<i>cleaner production</i>), dapat diperbarui (<i>renewable technologies</i>), <i>cascading dan cogeneration</i>
3	Fasilitas Umum seperti sarana kesehatan, diklat, ibadah, olah raga dan penunjang lainnya	◦ Material bangunan yang ramah lingkungan dan material hasil daur ulang ◦ Arsitektur ramah lingkungan dengan sirkulasi udara dan pencahayaan alami secara optimal ◦ Operasional fasilitas umum/bangunan yang efisien dan hemat energy. • Desain lingkungan dan PSU secara bersama
4	Informasi /Sistem Komunikasi- Telekomunikasi	• Jaringan sistem informasi internal • Pertukaran Informasi eksternal • Sistem monitoring bersama • Sistem informasi manajemen (SIM) dalam pengelolaan kawasan dan <i>joint regulation permit</i>

Sumber : Cohen Rosenthal (1999) dalam Djajadiningrat (2014); Anggoro (2008)

2.4. Sistem Pengembangan Kawasan Industri

Untuk pengembangan sistem kawasan industri yang berkelanjutan diperlukan perencanaan dan perancangan yang memperhatikan prinsip dasar pengaturan kawasan industri sebagaimana dituangkan dalam Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 35 Tahun 2010 yaitu: (a) kesesuaian tata ruang (*spatial suitability*); (b) ketersediaan Prasarana, Sarana dan Utilitas; (c) kesesuaian fisiografi, topografi, hidrologi dan tata guna lahan. Sedangkan menurut Barlowe (1986); Daldjoeni (1992) dan Martopo (2003) dalam Eriawan (2012); dan Sitorus (2015), bahwa perkembangan suatu wilayah seperti kawasan industri dan permukiman dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya; (a) aspek fisik dan biologi yaitu berkaitan dengan kondisi fisik lahan dan lingkungannya; (b) aspek ekonomis dan teknologi, yaitu berkaitan dengan kebutuhan bahan baku, tenaga kerja dan mobilitas, sarana prasarana sehingga dapat tercapai lokasi optimalnya (*optimum location*); (c) aspek regulasi tata ruang dan kelembagaan, yaitu berkaitan dengan kebijakan strategis daerah yang menetapkan zona pengembangan kawasan dan sistem perizinannya

2.4.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Kawasan

Dalam konteks pengembangan wilayah dan kota termasuk dalam pemilihan lokasi untuk pengembangan kawasan industri harus memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi dalam keberlanjutannya. Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan kawasan pada dasarnya mengikuti beberapa teori utama seperti teori Weber, teori Marshal dan teori Porter sebagaimana yang dijelaskan oleh Sudarto (1998), Radjiman, G, (1998) dan Raharjo dalam Widyaningsih (2001) adalah sebagai berikut:

A. Kelayakan Lahan

Faktor lahan merupakan dasar yang menjadi tempat suatu kawasan perkotaan dan industri dapat tumbuh dan dibangun. Lahan dijadikan dasar pengembangan kawasan harus dipastikan kesesuaiannya dengan rencana tata ruang wilayah (RTRW). Lahan menjadi krusial ketika pengembangan industri yang berorientasi pada sumber daya alam yang ketersediaan sumber bahan baku berasal dari lahan tersebut. Lahan juga secara tidak langsung berkaitan dengan mobilitas bahan baku, pekerja dan proses distribusi ke pasar, kondisi fisiografi dan topografi yang tidak terlalu curam akan mempermudah pengangkutan, mengurangi hambatan serta tidak membutuhkan biaya yang tinggi. Aspek kepemilikan dan historis tanah juga harus diperhatikan agar tidak menjadi potensi permasalahan sosial.

B. Pelayanan Transportasi dan Aksesibilitas

Faktor layanan transportasi atau aksesibilitas adalah untuk menjamin Kemudahan dalam pengangkutan bahan baku dan distribusi ke pusat pasar yang sangat berkaitan dengan efisiensi biaya pengangkutan bahan baku (*assembly cost*) dan distribusi ke pusat pasar (*distribution cost*). Jenis Prasarana jalan utama, jalan tol, pelabuhan laut dan udara, fasilitas kargo akan menunjang pengembangan kawasan perkotaan dan industri.

C. Penduduk dan Ketersediaan Tenaga Kerja

Faktor penduduk dan tenaga kerja menjadi bagian penting dalam pengembangan kawasan maupun industri sebagai operator, pengelola dan penggerak suatu kegiatan. Aspek yang berpengaruh seperti ketersediaan usia angkatan kerja, kemampuan /keterampilan yang dimiliki dan ketentuan upah minimum yang ditetapkan pada suatu daerah tertentu. Tenaga kerja yang dekat

dengan industri sangat diperlukan dalam efisiensi sebuah perusahaan sehingga perusahaan tidak perlu memperhatikan masalah biaya transportasi karyawan.

Kemampuan atau ketrampilan tenaga kerja ditunjukkan dengan berbagai tingkatan pendidikan dan pengalaman sesuai dengan kebutuhan. Sedangkan Upah Minimum yang berlaku menjadi pertimbangan untuk keberlanjutan suatu usaha dengan tetap mengupayakan faktor keuntungan operasional industri.

D. Ketersediaan Energi dan Air Bersih

Faktor ketersediaan sumber energi seperti listrik, gas, dan air bersih diperlukan sebagai penunjang kebutuhan kawasan dan pendukung kegiatan proses produksi kawasan industri. Semakin dekat lokasi sumber energi dengan jaminan kuantitas maupun kualitasnya maka perkembangan kawasan perkotaan dan industri akan semakin efisien dan efektif.

E. Kebijakan dan Insentif Disinsentif

Faktor kebijakan pemegang otoritas (pemerintah) terkait regulasi perizinan, fiskal seperti pajak, retribusi atau insentif menjadi faktor pendorong atau sebaliknya menjadi penghambat perkembangan kawasan. Besarnya biaya pajak atau retribusi yang ditetapkan akan menjadi disinsentif tetapi dengan regulasi kemudahan pengurusan perizinan dalam pembangunan maupun berusaha akan menjadi insentif dalam pertumbuhan kawasan.

F. Kegiatan Perkotaan dan Industri Eksisting

Perkembangan kawasan perkotaan dan industri tidak dapat dipisahkan dari kegiatan atau pembangunan eksisting yang secara spasial berdekatan. Perkembangan kawasan selain berpatokan pada kawasan industri yang direncanakan pada RTRW, juga karena adanya aglomerasi industri karena akan membawa dampak saling menguntungkan secara ekonomi dan pemanfaatan

sumber daya. Oleh karena itu dengan aglomerasi kawasan akan dapat menciptakan perkembangan kawasan dan kegiatan usaha yang semakin efisien.

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka sangat urgen setiap perencanaan wilayah, perencanaan pengembangan kawasan harus memperhatikan variabel-variabel penting agar pada tahapan implementasinya dapat tercipta konsistensi dan meminimalkan dampak eksternalitas negatif pengembangan kawasan. Pada tataran regulasi pada dasarnya faktor-faktor tersebut sudah banyak diadopsi sampai dengan peraturan teknis dengan ukuran jarak dan data-data kuantitatif lainnya. Namun dalam aplikasinya menunjukkan tidak semuanya bisa berjalan linier sesuai dengan yang ditetapkan.

2.4.2 Sistem Tata Ruang dan Penatagunaan Lahan

Pemahaman tentang sistem tata ruang dalam arti luas mencakup keterkaitan dan keserasian tataguna lahan, tata guna air, tata guna udara serta alokasi sumber daya melalui koordinasi dan upaya penyelesaian konflik antar kepentingan yang berbeda, (Budiharjo,1997). Sedangkan tata ruang kawasan industri adalah wujud struktur ruang dan pola ruang kawasan industri. Struktur ruang kawasan industri diwujudkan dalam bentuk pusat-pusat berbagai bentuk aktifitas industri dengan jaringan infrastruktur maupun sarana prasarana yang dibutuhkan. Sementara pola ruang kawasan industri dapat dilihat dari bentuk peruntukan ruang atau pola penggunaan lahan di dalam area kawasan industri seperti untuk kavling komersial industri dan ruang terbuka hijau.

A. Aspek Tata Ruang (*Spasial*)

Untuk menghasilkan struktur ruang dan pola ruang yang optimal diperlukan perencanaan yang harus memperhatikan prinsip-prinsip dasar pengaturan pemanfaatan ruang kawasan industri sebagaimana dituangkan dalam Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 35 Tahun 2010 dan diuraikan oleh Eriawan (2012) sebagaimana dalam Tabel 2.3. diantaranya:

1. Kesesuaian Tata Ruang (*Spatial Suitability*)

Persyaratan kesesuaian tata ruang telah dikuatkan dalam pasal 9, 10 dan 11 Undang-undang Perindustrian Nomor 3 Tahun 2014 serta pasal 2 dalam Peraturan Pemerintah Nomor 142 Tahun 2015 tentang Kawasan Industri, yang menyatakan bahwa setiap pembangunan industri dilakukan sesuai dengan ketentuan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) pada semua level pemerintahan. Kesesuaian tata ruang merupakan landasan awal untuk pengembangan kawasan industri sebagai jaminan kepastian dalam pelaksanaan pembangunan maupun operasionalnya.

2. Ketersediaan Prasarana, Sarana dan Utilitas (*PSU*)

Pengembangan dan operasional kawasan industri dapat berjalan optimal apabila didukung dengan prasarana, sarana dan utilitas yang memadai.

Menurut Kwanda (2000), bahwa dalam proses perencanaan kawasan industri harus mempertimbangkan faktor-faktor yang terkait dalam penyediaan PSU diantaranya: (1) *Prasarana*, merupakan syarat penting yang harus ada bagi kawasan industri meliputi: jaringan akses jalan, saluran drainase, instalasi pemadam (*hidrant*), instalasi (TPS dan *waste water treatment plant*); (2) *Sarana*, merupakan fasilitas yang diperlukan untuk menunjang operasional kawasan industri diantaranya: sarana transportasi,

perkantoran pengelola, unit pemadam kebakaran, bank, poliklinik, kantin, sarana ibadah, perumahan karyawan industri, pos keamanan, sarana olahraga dan sarana penunjang lainnya; dan (3) *Utilitas*, merupakan bagian dari infrastruktur kawasan industri yang penyediaannya biasanya terkait dengan institusi lainnya terkait penyediaan sumber air dan energi seperti: jaringan listrik (PLN), jaringan telekomunikasi (telkom) dan jaringan air (PDAM/PAM).

Tabel 2.3. Kesesuaian Lokasi untuk Kawasan Industri

No	Kriteria Lokasi	Pertimbangan/Standar
1.	Jarak ke Pusat Kota	Minimal 10 – 15 Km
2.	Jarak terhadap permukiman	Minimal 2 (dua) km
3.	Jaringan jalan yang melayani	Arteri primer
4.	Sistem jaringan yang melayani	Jaringan listrik & Jaringan Telkom
5.	Prasarana angkutan	Tersedia pelabuhan laut sebagai outlet (export/import)
6.	Topografi/kemiringan tanah	Maksimal 15%
7.	Jarak terhadap sungai	Maks 5 (lima) km dan terlayani sungai tipe C dan D atau kelas III dan IV
8.	Daya dukung lahan	Sigma tanah σ : 0,7 - 1,0 kg/cm
9.	Kesuburan tanah	Relatif tidak subur (non irigasi teknis)
10.	Peruntukan lahan	Non Pertanian, Non Permukiman dan Non Konservasi
11.	Ketersediaan lahan	Minimal 50 Ha
12.	Harga lahan	Relatif (bukan merupakan lahan dengan harga yang tinggi di daerah tersebut)
13.	Orientasi Lokasi	Aksesibilitas tinggi Dekat dengan potensi Tenaga kerja
14.	<i>Multiplier Effects</i>	• Bangkitan lalu lintas = 5,5 smp/ha/hari. • Kebutuhan lahan industri dan multipliernya = 2xluas perencanaan KI. • Kebutuhan rumah (1,5 TK ~ 1 KK) • Kebutuhan Fasum Fasos.

Sumber : Kwanda (2000) dan Eriawan (2012)

Menurut Eriawan (2012), bahwa pertimbangan teknis dalam pemilihan lokasi industri dalam perspektif tata ruang merupakan tahapan dan faktor penting dalam perencanaan dan pengembangan kawasan industri dengan beberapa alasan sebagai berikut:

1. Kawasan Industri dapat menjadi faktor pembentuk struktur ruang kota dengan prediksi *multiplier effect* yang ditimbulkan;
2. Mengarahkan perkembangan wilayah/kota termasuk pada beberapa kawasan (*clustering*) yang bersifat tersebar (*multi-nuclei*), sehingga perkembangan kawasan/kota tidak hanya terjadi pada satu kawasan tertentu;
3. Kawasan industri dapat meningkatkan keuntungan komparatif dan kompetitif kawasan melalui penyediaan infrastruktur, perbaikan aksesibilitas dan ketersediaan sarana prasarana kawasan lainnya; dan
4. Dalam konteks pengembangan wilayah/kota dan pengelolaan lingkungan, perencanaan lokasi kawasan industri sebagai bagian dari mekanisme insentif disinsentif pemanfaatan ruang

Standar teknis kesesuaian lokasi pengembangan kawasan industri tersebut pada prinsipnya berlandaskan pada beberapa teori lokasi industri yang telah berkembang diantaranya:

- (1) *Teori Alfred Weber* yang menyebutkan bahwa lokasi industri sebaiknya diletakkan pada lokasi wilayah yang memiliki potensi biaya yang paling minimal. Hal tersebut karena lokasi setiap industri akan berpengaruh pada total biaya transportasi dan tenaga kerja yang minimum yang berarti identik dengan tingkat keuntungan yang maksimum. Dalam menjelaskan keterkaitan biaya transportasi dan bahan baku, Weber menggunakan konsep segitiga lokasi atau *locational triangle* untuk memperoleh lokasi optimum yang

menunjukkan apakah lokasi optimum tersebut lebih dekat ke lokasi bahan baku atau pasar.

(2) *Teori Marshall* yang mengemukakan tentang “kluster industri pada dasarnya merupakan kelompok aktivitas produksi yang terkonsentrasi secara spasial dan terspesialisasi pada satu atau dua industri utama saja”. Yang berarti bahwa penentuan lokasi industri hanya difokuskan pada kriteria industri-industri yang sejenis (homogen). Konsentrasi aktivitas ekonomi suatu kota merujuk pada dua eksternalitas ekonomi yaitu penghematan lokasi (*locational economies*) dan penghematan urbanisasi (*urbanisation economies*). Dari kedua konsep penghematan tersebut pada ujungnya akan merujuk pada aglomerasi sebuah kawasan industri.

(3) *Teori Porter* yang menggunakan pendekatan cluster model pengembangan dari *industrial district* atau kawasan industri yang dikembangkan oleh Marshall pada 1920 (Desrochers dan Sautet, 2004). Teori yang dicetuskan Porter ini memiliki keterkaitan dengan pertumbuhan dan perkembangan industri dalam kluster industri. Berbeda dengan Marshall yang hanya fokus pada perusahaan-perusahaan sejenis, kUpaya luster model Porter tidak membatasi hanya pada satu industri, sehingga kawasan industri dapat menjadi lokasi tempat pemusatan industri dengan beragam jenis produksi dan kegiatannya.

B. Aspek Penatagunaan Lahan (Landuses)

Di samping kesesuaian dengan tata ruang dan kriteria lokasi, sistem pengembangan kawasan industri juga harus memperhatikan aspek penatagunaan lahan yang sesuai dengan standar teknis yang ditetapkan. Pola penggunaan lahan merupakan aplikasi dari *master plan* dan rencana tapak.

Secara garis besar pola penggunaan lahan sebagaimana tersebut dalam

Tabel 2.4 mendeskripsikan pembagian seluruh keluasan lahan kawasan industri yang digambarkan dalam *masterplan* (*site plan*) menjadi beberapa penggunaan yaitu: bagian kavling efektif untuk komersial, Jalan dan saluran, ruang terbuka hijau, dan fasilitas penunjang lainnya dengan proporsi masing-masing sebagaimana ketentuan teknis yang ditetapkan oleh pemerintah:

Tabel 2.4. Pola Penggunaan Lahan Kawasan Industri

No	Jenis Penggunaan	Struktur Penggunaan	Keterangan
1	Kavling Industri	Maksimal 70%	Setiap kavling harus mengikuti ketentuan BCR sesuai perda setempat (biasanya 60 : 40)
2	Jalan dan Saluran	8 – 12 %	Untuk tercapainya aksesibilitas diatur ada jalan primer dan jalan sekunder (pelayanan) - Tekanan gandar primer sebaiknya minimal 8 ton dan sekunder minimal 5 ton - Perkerasan jalan minimal 7 m
3	Ruang Terbuka Hijau (RTH)	Minimal 10%	Dapat berupa jalur hijau (<i>green belt</i>), taman Terbuka dan perimeter
4	Fasilitas Penunjang	6 – 12 %	Kantor, ruko, Kantin, Guest House, Tempat Ibadah, Fasilitas Olah Raga, PMK, WWTP, GI, Rumah Telkom.

Sumber : Kemenperind (2008); Eriawan (2012)

Dalam Undang-undang Nomor 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang, pada pasal 16 disebutkan tentang pola pengelolaan tata guna tanah, tata guna air, tata guna udara, dan tata guna sumber daya alam lainnya sesuai dengan asas penataan ruang. Menurut Chapin (1992), pengertian tata guna lahan (*land use*) kota/kawasan industri merupakan pola atau perwujudan dari sistem aktivitas kota/kawasan industri di dalam ruang dan lokasi tertentu, dimana ketiganya (aktivitas, guna lahan dan lokasi) berinteraksi dan mempunyai hubungan timbal balik. Sedangkan pola pemanfaatan lahan/tanah secara operasional dapat didefinisikan sebagai bentuk hubungan antara berbagai aspek sumber daya

dalam kesatuan yang utuh dan menyeluruh dalam kaitannya dengan pembentukan tata ruang, yang didalamnya menggambarkan fungsi, bentuk, ukuran dan pola lokasi lahan.

Tabel 2.5 Standar Teknis untuk Pembangunan Kawasan Industri

No	Jenis Pelayanan	Kapasitas	Keterangan
1	Luas lahan per unit usaha	0,3 – 5 Ha	▪ Rerata industri manufaktur butuh lahan 1,34 Ha ▪ Perbandingan lebar : panjang 2 : 3 atau 1 : 2 dgn lebar minimum 18 m di luar GSB ▪ Ketentuan KDB, KLB, GSJ & GSB disesuaikan dengan Perda yang bersangkutan.
2	Jaringan jalan	- Jalan Utama - Jalan lingkungan	2 jalur satu arah dengan lebar perkerasan 2 x 7 m atau 1 jalur 2 arah dengan lebar perkerasan minimum 8 m 2 arah dengan lebar perkerasan minimum 7 m
3	Saluran Drainase	Sesuai debit	Ditempatkan di kiri kanan jalan utama dan jalan lingkungan
4	Saluran Severage	Sesuai debit	Saluran tertutup yang terpisah dari saluran drainase
5	Air Bersih	0,55 – 0,75 l/dtk/ha	Air bersih dapat bersumber dari PDAM maupun air tanah yang dikelola sendiri oleh pengelola KI, sesuai dengan peraturan.
6	Listrik	0,15 – 0,2 MVA/Ha	Bersumber dari listrik PLN maupun listrik swasta.
7	Telekomunikasi	4 – 5 SST/Ha	• Termasuk faximile/telex • Telepon umum 1 SST/10 Ha
8	Kapasitas kelola IPAL	Standar influent: BOD : 400–600 mg/l COD : 600–800 mg/l TSS : 400– 600 mg/l pH : 4 - 10	Kualitas parameter limbah cair yang berada diatas standar influent yang ditetapkan, wajib dikelola terlebih dahulu oleh pabrik
9	Tenaga kerja	90 – 110 TK/Ha	
10	Kebutuhan hunian	1,5 TK/unit hunian	- Hunian dapat berupa : ▪ Rumah hunian ▪ Mess/dormitori karyawan
11	Bangkitan Transportasi	• Eksport=3,5TEU's/Ha/bln • Import=3,0 TEU's/Ha/Bln	Belum termasuk angkutan buruh dan karyawan.
12	Prasarana dan sarana sampah (padat)	• 1 bak sampah/kapling • 1 armada sampah/20 Ha • 1 unit TPS/20 Ha	Perkiraan limbah padat yang dihasilkan adalah : 4 m3/Ha/Hari
13	Kebutuhan Fasilitas Komersial	Sesuai kebutuhan dengan maksimum 20% luas lahan.	▪ Dalam fasilitas komersial ini diperlukan adanya suatu trade center sebagai tempat untuk promosi dan pemasaran kawasan serta produk-produk yang dihasilkan di dalam kawasan. ▪ Kantor perijinan 1 atap

Sumber : Kemenperind (2008); Eriawan, (2012)

Berkaitan dengan pola pemanfaatan lahan di kawasan industri / cluster industri dengan mengacu kepada kajian dari Eriawan (2012) tentang lokasi industri dalam tinjauan pemanfaatan ruang dan pedoman teknis pengembangan kawasan industri telah dideskripsikan standar teknis penggunaan lahan dan fasum di dalam pengembangan kawasan industri sebagaimana dalam Tabel 2.5 tersebut di atas.

Lebih lanjut menurut Wibowo dan Soetrisno (2004) mendefinisikan pola pemanfaatan lahan merupakan salah satu ekspresi dari struktur ruang. Secara teoritis dan praktis di banyak wilayah menunjukkan bahwa perkembangan struktur ruang dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) jenis berdasarkan kategori dominasi (aglomerasi) pemanfaatan ruangnya, yaitu sebagai berikut:

- 1) Lokasi industri jasa (*tersier*), yaitu area dengan dominasi (aglomerasi) kegiatan perdagangan jasa perkotaan, industri ringan, administrasi perkantoran yang tersebar secara seragam dan terhubung dengan pusat-pusat pasar.
- 2) Lokasi industri manufaktur, yaitu perkembangan spesialisasi industri tertentu yang cenderung mengelompok menjadi cluster industri atau kawasan industri (*industrial estate*).
- 3) Pola jaringan pengangkutan, yang dapat menimbulkan pola permukiman linear atau bentuk-bentuk lainnya. Pola jaringan pengangkutan dapat terdiri atas jaringan pengangkutan kereta api, jaringan angkutan jalan raya maupun pelabuhan.

2.4.3 Sistem Perizinan dan Pengelolaan Kawasan

Pengembangan Kawasan Industri membutuhkan proses legalisasi sebagai jaminan keberlanjutan operasional dan bisnis dalam rangka memberikan manfaat secara ekonomi, pemberdayaan masyarakat dan kelestarian lingkungan. Untuk memastikan bahwa pengembangan kawasan industri terlaksana sesuai dengan regulasi, perencanaan dan desain kawasan, maka dibutuhkan sistem pengaturan perizinan, pedoman pengelolaan yang harus dipedomani oleh semua *stakeholder* terkait sejak masa prakonstruksi, konstruksi fisik bangunan dan sarana prasarana sampai pada masa operasional produksi.

Banyak aspek dan variabel yang harus diperhitungkan dalam rangka pengembangan kawasan industri, diantaranya berkaitan dengan kegiatan investasi, pemanfaatan ruang, penataan bangunan dan PSU, pengelolaan lingkungan bahkan sampai dengan pengelolaan aspek pertanahan. Pengaturan masing-masing aspek tersebut dilandasi oleh regulasi dan peraturan teknisnya serta filosofi masing-masing perizinan/dokumen yang dibutuhkan. Secara substansi terkait sistem perizinan terdapat beberapa jenis regulasi perizinan dan dokumen pengelolaan kawasan yang harus dipenuhi dalam rangka pembangunan kawasan industri adalah sebagai berikut:

A. Persetujuan Prinsip (Ijin Prinsip Penanaman Modal / IPPM)

Persetujuan Prinsip/IPPM merupakan persetujuan awal terhadap rencana investasi yang akan dilaksanakan oleh calon investor. IPPM sebagai wujud dari amanat undang-undang Nomor 25 Tahun 2007 dan peraturan kepala BKPM tentang Penanaman Modal yang pada dasarnya mengatur tentang:

- (1) bidang usaha yang akan dilaksanakan; dan (2) Jumlah dan komposisi modal yang akan ditanamkan untuk pembangunan kawasan industri.

B. Izin Pemanfaatan Ruang / Izin Lokasi

Dalam rangka upaya perolehan lahan dan lokasi yang direncanakan untuk pengembangan kawasan industri, diperlukan Izin Pemanfaatan Ruang (IPR)

dan Izin Lokasi yang didasarkan pada ketentuan dalam Undang-undang

Penataan Ruang Nomor 26 Tahun 2007 dan kesesuaian dengan Rencana

Tata Ruang Wilayah (RTRW). IPR dan atau Izin Lokasi diterbitkan oleh

pemerintah atau pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya yaitu:

- Bupati/Walikota untuk Kawasan Industri yang lokasinya di wilayah satu Kabupaten/Kota;
- Gubernur untuk Kawasan Industri yang lokasinya lintas Kabupaten/Kota;
- Pemerintah Pusat/Kementerian untuk Kawasan Industri yang lokasinya lintas provinsi.

C. Izin Master Plan (Site Plan) dan Izin Mendirikan Bangunan (IMB):

Penyusunan *master plan* dan penataan tapak (*site plan*) merupakan dokumen

yang mengatur struktur ruang dan pola ruang dengan *zoning* sesuai ketentuan

teknis. Dan selanjutnya dijadikan acuan dalam perancangan konstruksi

dengan skala yang lebih besar dan lebih detail antara lain untuk kaveling

industri, kaveling komersial, kaveling perumahan, jalan, ruang terbuka hijau

dan sarana penunjangnya lainnya. Berkaitan dengan bangunan industri

sebagaimana diatur dalam Undang-undang Nomor 28 tahun 2002 tentang

bangunan Gedung, bahwa setiap pendirian bangunan harus dilengkapi

dengan Izin Mendirikan Bangunan (IMB) yang diterbitkan oleh pemerintah

daerah setempat.

D. Izin Usaha Kawasan Industri (IUKI)

Izin Usaha Kawasan Industri merupakan izin operasional kawasan industri setelah semua persyaratan administrasi dan teknis telah dipenuhi. Berdasarkan Undang-undang Nomor 23 tahun 2014 tentang Pemerintah Daerah bahwa IUKI diterbitkan oleh pemerintah daerah tempat lokasi kawasan industri didirikan.

E. Penyusunan Dokumen AMDAL dan Izin Lingkungan

Dalam Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2012 tentang Izin Lingkungan, menyatakan bahwa setiap kegiatan industri yang berdampak penting dan luas termasuk Kawasan Industri harus menyusun dokumen AMDAL dan Izin Lingkungan. Sedangkan untuk masing-masing tenant/perusahaan di dalam kawasan menggunakan dokumen UKL-UPL. Dokumen AMDAL dan Izin Lingkungan diterbitkan oleh menteri/gubernur/bupati walikota sesuai kewenangannya sebagai prasyarat untuk mendapatkan izin Usaha.

F. Dokumen Tata Tertib Kawasan Industri (Estate Regulation)

Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 142 Tahun 2015 tentang Kawasan Industri mengatur bahwa setiap perusahaan kawasan industri wajib membuat Tata Tertib Kawasan Industri (*Estate Regulation*), yaitu suatu dokumen kesepakatan yang mengatur hubungan kerja antara pihak pengelola dengan pihak kavling industri (*tenant*), serta mengatur prosedur kerja yang berlaku di lingkungan kawasan industri yang bersangkutan. Dokumen tata tertib ini merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kontrak dan bersifat mengikat bagi kedua belah pihak.

2.5 Model Sistem Dinamik Pengembangan Kawasan

Terminologi dan implementasi sistem telah banyak didefinisikan dan dipresentasikan oleh banyak ahli. Forrester (1968) mendefinisikan sistem sebagai sekelompok komponen yang beroperasi secara bersama-sama untuk mencapai tujuan tertentu. Sedangkan Haaf et al. (2002) mendefinisikan sistem sebagai koleksi dari elemen-elemen yang saling terkait dan terdapat hubungan di antara elemen tersebut. Artinya bahwa sistem adalah suatu kesatuan usaha yang terdiri dari bagian-bagian yang berkaitan satu sama lain yang dimaksudkan untuk mencapai tujuan dalam lingkungan yang kompleks. Pada dasarnya sistem memiliki karakteristik keutuhan dan interaksi antar komponen yang saling membangun. Secara lebih tegas beberapa karakteristik yang dimiliki sistem dapat dinyatakan sebagai berikut (Sushil 1993):

- 1) Dibangun oleh sekelompok komponen yang saling berinteraksi.
- 2) Memiliki sifat yang “utuh” dan “keutuhan” (*wholeness*).
- 3) Memiliki satu atau segugus tujuan.
- 4) Terdapat proses transformasi input menjadi output
- 5) Terdapat mekanisme pengendalian yang berkaitan dengan perubahan yang terjadi pada lingkungan sistem.

Kajian tentang teori sistem tidak terlepas dari tiga akar utama yang berkaitan dengan sistem dan kompleksitas, yaitu teori sistem umum, sibernetika, dan sistem dinamik. Ketiga akar tersebut berkembang relatif hampir bersamaan, dan dalam perkembangannya dianggap sebagai pilar teori kompleksitas (*complexity theory*). Sepanjang abad 20, secara paralel telah berkembang teori sistem umum (*general system theory*), sibernetika (*cybernetics*), dan sistem dinamik (*system dynamics*) (Abraham 2002; Haaf et al. 2002).

Perkembangan ilmu sistem sampai di penghujung tahun 1960-an menunjukkan bahwa teori sistem umum (*general system theory*), sibernetika (*cybernetics*), dan sistem dinamik (*system dynamics*), telah mengalami saling keterkaitan. Kerja dari Kelompok Roma (*The Club of Rome*) pada akhir dekade 1960 dan awal 1970 yang mempublikasikan *The Limits to Growth* dan *World Dynamics*, pada dasarnya telah menggabungkan antara *general system theory*, *cybernetics*, dan *system dynamics* (Meadows et al. 1972 dalam Abraham 2002).

2.5.1 Pendekatan Sistem dan Model

Suatu sistem didefinisikan sebagai himpunan atau kombinasi dari bagian-bagian yang membentuk satu kesatuan yang kompleks. Perkembangan ilmu sistem yang bersumber dari teori kompleksitas di masa depan masih sangat mungkin akan bertambah (Abraham 2002), sebagaimana dengan perkembangan ilmu pengetahuan. Dalam perkembangannya penerapan ilmu sistem merupakan metode baru dalam pemahaman dan pengelolaan sistem kompleks, yang sangat sulit dilakukan secara monodisiplin. Oleh karena itu, upaya penerapan ilmu sistem dalam pengembangan kawasan industri dan penataan ruang yang semakin lama bertambah faktor-faktor yang berpengaruh. Konsep sistem yang berlandaskan pada unit keragaman dan selalu mencari keterpaduan antar komponen melalui pemahaman yang utuh (Forrester 1968), dapat menawarkan pendekatan baru untuk memahami dan mengantisipasi perkembangan di masa depan. Pendekatan sistem merupakan cara penyelesaian persoalan yang diawali dengan identifikasi terhadap sejumlah kebutuhan, sehingga dapat menghasilkan operasi sistem yang efektif (Eriyatno, 1999).

Sedangkan sistem penataan ruang suatu kawasan terdapat berbagai macam sektor dan aktifitas didalamnya yang kompleks dan merupakan satu

kesatuan yang mempunyai hubungan fungsional antar sektor tersebut. Terdapat tiga sistem utama dalam pola penataan ruang suatu kawasan yaitu, sistem perencanaan tata ruang, sistem pemanfaatan ruang dan sistem pengendalian pemanfaatan ruang. Sedangkan komponen lingkungan yang melingkupi sistem pengembangan suatu kawasan adalah meliputi; kondisi biofisik lingkungan, ekonomi dan sosial budaya. Ketiga sektor tersebut mengandung atribut/variabel yang lebih spesifik yang akan saling mempengaruhi.

Model merupakan pengganti suatu objek atau sistem, yang dapat memiliki beragam bentuk dan memenuhi banyak tujuan (Forrester 1998; Sterman 2002). Pemodelan merupakan suatu abstraksi dari realitas, yang menunjukkan hubungan langsung maupun tidak langsung yang berlaku timbal balik atau sebab akibat. Model juga diartikan sebagai perangkat anggapan (*assumptions*) tentang sistem yang kompleks. Dalam mempelajari sistem akan lebih efektif jika menggunakan pengembangan model untuk menemukan peubah-peubah (*variable*) penting dan tepat, serta hubungan antar peubah di dalam sistem tersebut. Model dapat dikategorikan menurut jenis, dimensi, fungsi, tujuan pokok kajian, atau derajat keabstrakannya; namun pada dasarnya dikelompokkan menjadi tiga (Eriyatno, 1999; Soemarno, 2012):

- A. *Model ikonik (model fisik)*, merupakan perwakilan fisik dari beberapa hal baik dalam bentuk ideal ataupun dalam skala yang berbeda. Model ikonik dapat berdimensi dua seperti peta, atau berdimensi tiga seperti prototipe. Dalam hal model berdimensi lebih dari tiga, maka tidak dapat lagi dikonstruksi secara fisik sehingga diperlukan kategori model simbolik.
- B. *Model analog (model diagramatik)*, menyajikan transformasi sifat menjadi analognya kemudian mengetengahkan karakteristik dari kejadian yang dikaji.

Model ini bersifat sederhana namun efektif dalam menggambarkan situasi yang khas. Contoh dari model ini adalah kurva permintaan, kurva distribusi frekuensi pada statistik, dan diagram alir suatu proses.

C. *Model simbolik (model matematik)*, menyajikan format dalam bentuk angka, simbol, dan rumus. Pada dasarnya ilmu sistem lebih terpusat pada penggunaan model simbolik, dengan jenis yang umum dipakai adalah persamaan matematis (*equation*).

Dalam pendekatan sistem, pengembangan model (*modelling* atau pemodelan) merupakan tahapan krusial yang akan menentukan keberhasilan dalam mempelajari sistem secara keseluruhan. Melalui pemodelan akan diketahui karakteristik sistem, sehingga dapat dijadikan sebagai titik masuk (*entry point*) untuk intervensi terhadap sistem, sesuai dengan yang diinginkan.

2.5.2 Sistem Dinamik

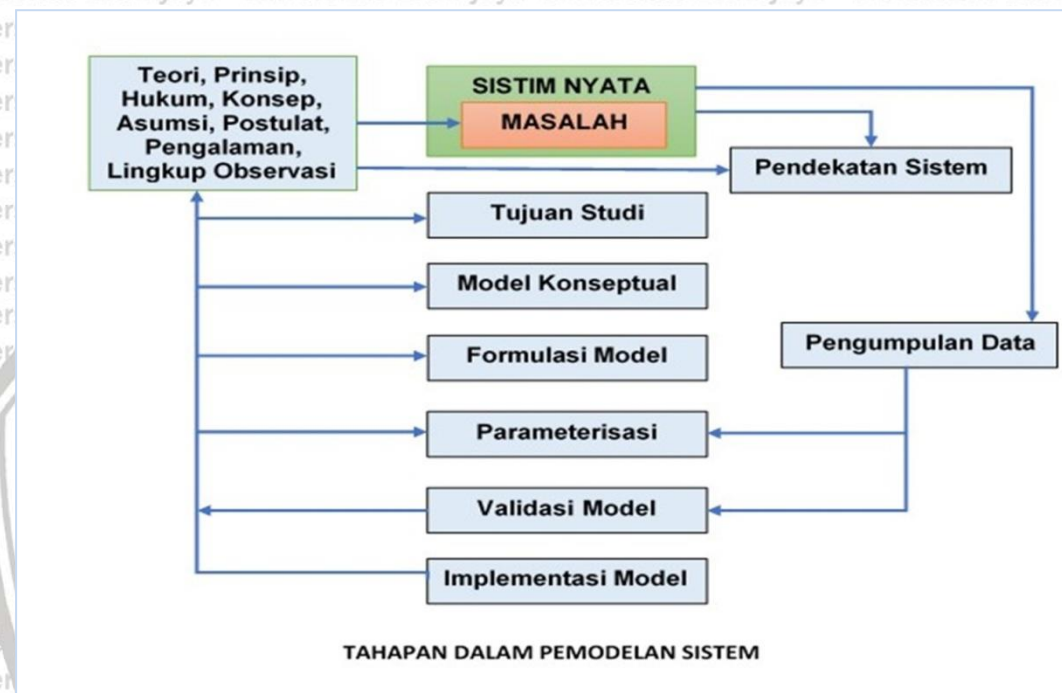
Salah satu bentuk teori sistem yang berkembang adalah pemodelan sistem dinamik (*system dynamics*) yang dipelopori oleh Jay Forrester di Massachusetts Institute of Technology (MIT) sejak tahun 1950-an. Sistem dinamik merupakan cara pemahaman sifat dinamis dari suatu sistem yang kompleks. Metode sistem dinamik berlandaskan pada cara pandang bahwa struktur suatu sistem (bentuk hubungan antar komponen seperti hubungan sirkular, saling tergantung, dan *time-delayed* adalah penentu dari sifat sistem. Menurut Forrester (1998) sistem dinamik merupakan suatu metode dalam mempelajari sifat-sifat sistem, dengan tujuan untuk mengetahui bagaimana interrelasi dari suatu keputusan, kebijakan, struktur dan *delay*, dalam mempengaruhi pertumbuhan dan stabilitas sistem tersebut.

Metodologi sistem dinamik telah berkembang dan telah diterapkan pada berbagai bidang untuk menganalisis sifat-sifat sistem kompleks seperti masalah sosial-ekonomi dan teknologi. Salah satu kelebihan sistem dinamik adalah kemampuannya menggambarkan tingkah laku sistem menurut waktu. Kata dinamik (*dynamics*) memiliki arti perubahan atau variasi, dan suatu sistem yang dinamik adalah sistem yang menunjukkan sifat bervariasi menurut waktu (Sterman 2002). Berbeda dengan banyak metode lain yang mengkaji permasalahan dengan pemilahan menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan saling membatasi, konsep utama sistem dinamik adalah pemahaman tentang bagaimana semua objek dalam suatu sistem saling berinteraksi satu sama lain.

Sistem dinamik merupakan metode untuk mempelajari dan mengelola sistem umpan balik yang kompleks. Sistem dinamik merupakan struktur metode yang dilatarbelakangi oleh prinsip ilmu manajemen tradisional, sibernetika, dan simulasi komputer. Ketiga prinsip tersebut saling bersinergi dan saling menutupi kelemahannya masing-masing dalam memberikan suatu solusi permasalahan secara holistik. Oleh karena itu, sistem dinamik dapat berfungsi efektif sebagai metode kajian sistem kompleks seperti dinamika perkembangan kota dan kawasan (Forrester, 1998).

Pendekatan sistem melalui pemodelan sistem dinamik dapat sangat membantu pemahaman terhadap sistem kompleks dalam rentang waktu tertentu. Dalam upaya mendapatkan skenario pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan secara komprehensif, dapat digunakan metodologi sistem dinamik karena sistem dinamik cukup proporsional untuk digunakan dalam mengkaji sistem alam yang kompleks (Forrester 1998; Sterman 2002). Selain itu, sistem dinamik memiliki kemampuan dalam memahami bagaimana kebijakan (*policies*)

mempengaruhi sifat sistem. Dengan adanya pemahaman mengenai pengaruh dari kebijakan, pengambilan keputusan dapat lebih mudah dilakukan dalam selang waktu simulasi, dan jika didapatkan sifat sistem yang tidak diinginkan, maka dapat dilakukan koreksi dan penyempurnaan (Forrester 1998).



Gambar 2.3 Tahapan Pemodelan Sistem Dinamik

Sumber : Modifikasi <http://roda-ilmu.blogspot.com/2018/03/pemodelan-sistem>

Dalam implementasinya, hasil analisis sistem dinamik dapat digunakan untuk menyusun skenario dan pengambilan keputusan atau strategi menjalankan kebijakan. Pendekatan sistem dinamik dilakukan dalam beberapa tahap proses yaitu; (1) penetapan tujuan dan analisis kebutuhan; (2) formulasi permasalahan; (3) identifikasi sistem; (4) pemodelan sistem; (5) validasi dan evaluasi sistem; dan (6) pengembangan sistem. Pelaksanaan semua tahapan tersebut dalam satu kesatuan kerja yang sistematis adalah analisis sistem (Grant et al. 1997; Eryatno 1999; Soemarno, 2011).

Dengan berlandaskan pada proses dan substansinya, maka pemodelan sistem dinamik lebih efektif dilakukan secara deterministik, untuk membatasi kompleksitas metodologi sebagai pilihan atas kebutuhan banyaknya data yang diperlukan. Dinamika perkembangan konsep dan peraturan tentang penataan ruang wilayah, kriteria industri berkelanjutan serta tuntutan pertumbuhan sektor industri yang dipengaruhi oleh faktor teknologi produksi, teknologi informasi, manajemen dan sosial budaya membutuhkan pemahaman yang utuh dan terpadu dari semua komponen yang berpengaruh. Hal tersebut diperlukan dalam rangka membangun model utama pengembangan kawasan industri maupun menyusun submodel yang menjadi turunan dari model utama.

2.5.3. Sistem Informasi Geografis (SIG)

Definisi sistem informasi geografis (SIG) merupakan sistem perangkat keras dan lunak berbasis komputer, yang digunakan untuk pengumpulan, penyimpanan, analisis, dan penyebaran informasi tentang area di permukaan bumi (ESRI 1995; Chrisman 1997). Sedangkan menurut Prahasta (2001) menyatakan bahwa pada dasarnya SIG merupakan gabungan dari tiga unsur pokok yaitu: sistem, informasi, dan geografis. Kekuatan utama dari SIG terletak pada kemampuannya memadukan berbagai jenis data, baik data spasial (yang berkaitan dengan keruangan/lokasi) maupun data tekstual/atribut (non-geografis), menjadi suatu informasi yang dapat membantu memecahkan masalah secara terorganisasi dalam kaitan keruangan (posisi/lokasi).

Kemampuan SIG dapat ditunjukkan dalam lima bentuk kemampuan analisis spasial sebagai berikut (ESRI 1995; Prahasta 2001):

- 1) Menyajikan apa yang terdapat pada suatu wilayah dalam beragam cara, dilengkapi dengan referensi geografis seperti garis lintang dan bujur.

- 2) Menyajikan letak suatu aktivitas dalam wilayah sebagai hasil analisis ruang, misalnya lokasi yang memenuhi kriteria yang diinginkan.
- 3) Menyajikan perubahan ruang secara temporal atau kecenderungan (*trend*).
- 4) Menyajikan hasil analisis spasial yang aplikatif, seperti dampak spasial suatu kegiatan tertentu.
- 5) Menyajikan hasil analisis spasial yang lebih kompleks, yaitu berupa pemodelan yang dapat memadukan informasi spasial dan informasi lainnya termasuk sosial budaya dan hukum.

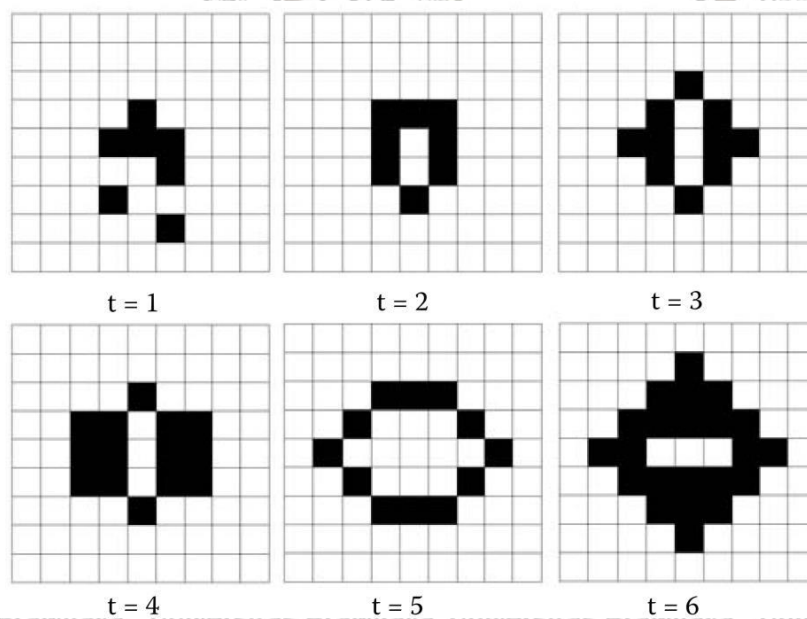
Kajian terhadap fenomena dinamika keruangan yang kompleks dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai metode komputasi dan atau pendekatan diantaranya *Markov Change*, *Land Change Modeller*, *Composite Analysis*, *Image Differencing*, *Image Rationing artificial intelligence*, *agent-based model*, *genetic algorithm* dan yang paling banyak digunakan adalah *cellular automata* (Torrens dan O'Sullivan, 2000 dalam Susilo 2011). Konsep *Cellular Automata* (CA) merupakan model yang bersifat dinamis yang mengintegrasikan dimensi ruang dan waktu. Pemodelan ini telah banyak dilakukan dalam beberapa tahun terakhir untuk mengetahui prediksi pengembangan kedepan dan atau mengevaluasi rencana masa depan.

Konsep *Cellular Automata* (CA) pada mulanya diperkenalkan oleh Ulam dan Neumann sekitar tahun 1940-an untuk menyediakan kerangka dalam menginvestigasi perilaku sistem yang kompleks (Huan et al, 2010). Pada tahun 1980-an pemodelan CA banyak digunakan untuk penelitian bidang geografi dan simulasi pertama digunakan untuk pengembangan perkotaan dilaksanakan pada tahun 1990-an (Couclelis, 1997). Konsep CA terus berkembang hingga aplikasinya dapat digunakan untuk perencanaan *landuse* (li dan Yeh, 2000) dan

untuk bidang perencanaan kota (White dan Engelen, 2000). Metode ini merupakan sistem dinamis yang beroperasi dengan ruang dalam data raster dimana nilai data raster tersebut dapat didefinisikan kedalam data diskrit dan perilakunya dipengaruhi oleh ketetanggaan (Toffoli dan Margolis 1987 dalam Wen 2008).

Cellular Automata merupakan konsep yang dapat menggambarkan adanya transisi/pergerakan dari setiap elemen atau objek yang dinamakan *automaton*.

Secara sederhana, *automaton* (bentuk tunggal automata) adalah suatu mekanisme pemrosesan diskrit. Mekanisme yang dimaksud adalah kemampuan untuk berubah berdasarkan sekumpulan aturan-aturan yang diterapkan pada dirinya sendiri (objek) dan juga berbagai masukan dari luar seperti diilustrasikan dalam Gambar 2.4 (Wolfram, 1984; dan Deliar, 2010). Komponen utama dalam *Cellular Automata* antara lain: (1) ruang sel (*Automaton/ Cell Space*); (2) *state* sel (*Cell States*); (3) aturan transisi (*Transition Rules*); dan (4) ketetanggaan (*Neighborhood*)



Gambar 2.4 Bentuk Model Proses Cellular Automata

Sumber: Wolfram, 1984

Pemodelan spasial yang dilakukan dengan mengintegrasikan sistem informasi geografi (SIG) dan *cellular automata* sangat potensial diterapkan untuk keperluan pemodelan penggunaan lahan seperti untuk kawasan perumahan dan kawasan industri (Susilo, 2011). Model yang dapat dikembangkan secara *inheren* bersifat dinamis dengan mengintegrasikan dimensi ruang dan waktu. Oleh karena itu output model juga bersifat proyektif dengan mengintegrasikan aspek spasial dan non spasial. Hasil pemodelan dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam kegiatan evaluasi maupun perencanaan yang terkait dengan keruangan (spasial), sehingga berbagai skenario dapat disusun guna meminimalisir dampak negatif dari terjadinya perubahan penggunaan lahan di masa yang akan datang.

2.6 Kerangka Konseptual Penelitian

Dalam beberapa dasawarsa terakhir, dengan semakin berkembangnya konsep *eco industrial park* (EIP) sebagai upaya untuk meningkatkan kinerja kawasan industri yang telah operasional maupun dalam rangka pengembangan kawasan industri yang baru antara lain karena didorong hal-hal berikut: (a) kegiatan industri membutuhkan banyak sumber daya dan energi yang dapat mempengaruhi daya dukung lingkungan (*supportive capacity*); (b) Kegiatan industri akan berpotensi menghasilkan berbagai macam limbah baik padat, cair maupun gas yang juga mempengaruhi kemampuan daya tampung lingkungan (*assimilative capacity*); dan (c) secara kumulatif dari kebutuhan masukan bahan baku dan energi serta keluaran berupa limbah dari proses industri tersebut menyebabkan degradasi lingkungan baik lokal maupun global dengan berbagai macam bentuknya seperti; perubahan iklim, pemanasan global, kelangkaan sumberdaya dan berkurangnya keanekaragaman hayati.

Konsep perencanaan (pengembangan) kawasan industri yang ramah lingkungan membutuhkan multidisiplin dan melibatkan multisektor yang saling berkaitan. Pada dasarnya tujuan dari konsep tersebut adalah tercapainya efisiensi dari pemanfaatan sumber daya yang tersedia sekaligus minimasi potensi buangan limbah langsung ke alam sehingga dapat memenuhi prinsip-prinsip kelestarian lingkungan (Saraswati, 2008; Anggoro, 2008). Sedangkan penentuan indikator dan kriteria kawasan industri yang berkelanjutan (*Eco-industrial park*) utamanya adalah bersumber dari upaya integrasi antara aspek ekonomi, sosial dan ekologis.

Selanjutnya dalam pengertian operasional, *eco industrial park* adalah sebuah sistem industri yang melestarikan sumber daya alam dan ekonomi, mengurangi biaya produksi, biaya bahan baku, biaya energi, biaya pengolahan, dan berupaya untuk meningkatkan efisiensi operasi produksi, kesehatan pekerja, citra publik, dan menyediakan peluang untuk menghasilkan pendapatan dari penggunaan dan penjualan limbah (Cote dan Hall, 1995). Sedangkan Lowe (2001) mendeskripsikan EIP sebagai sebuah komunitas bisnis manufaktur dan pelayanan dengan meningkatkan kinerja lingkungan dan ekonomi melalui kerja sama dalam mengelola lingkungan dan sumber daya termasuk energi, air, dan bahan baku yang selanjutnya dikategorikan menjadi 6 (enam) parameter utama sebagaimana dijelaskan dalam *eco industrial handbook* yang telah menjadi rujukan implementasi di beberapa negara termasuk di Indonesia.

2.6.1 Implementasi Konsep dan Kajian Penelitian Kawasan Industri

Seiring dengan semakin banyaknya jumlah kawasan industri di Indonesia yang menurut data Kementerian Perindustrian dan BKPM, sektor industri telah memberikan kontribusi lebih dari 25% terhadap PDB (*Product Domestic Bruto*)

dengan jumlah lebih dari 280 kawasan industri yang telah memperoleh izin usaha kawasan industri yang tersebar di wilayah Indonesia. Sebenarnya telah diantisipasi pemerintah selaku pembuat kebijakan dengan menetapkan berbagai peraturan tentang penataan kawasan industri terpadu dan perlindungan lingkungan antara lain: (1) pengaturan tentang penataan ruang yang berwawasan lingkungan (RTRW, Izin Pemanfaatan Ruang/Izin lokasi industri, Siteplan/IMB); (2) pengaturan tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan (AMDAL/UKL-UPL, Izin Lingkungan); (3) pengaturan tentang pengelolaan kawasan industri (*estate regulation*); dan (4) pengaturan tentang perindustrian (*green industry*).

Namun demikian implementasi kebijakan dan peraturan tersebut di lapangan masih menemukan banyak hambatan dan tantangan yang menurut Swantomo *et al.* (2007) dapat disebabkan oleh beberapa hal diantaranya: (a) pembangunan kawasan industri di Indonesia pada umumnya belum didesain sebagaimana konsep EIP yang mengadopsi ekologi industri, kawasan industri hanya berupa kumpulan banyak industri yang belum saling terkait dalam pengelolaannya; (b) pemahaman tentang limbah yang merupakan hasil samping yang harus diolah dan selanjutnya dibuang (*end of pipe*) sehingga tetap menjadi beban biaya produksi sekaligus beban lingkungan ekologis; dan (c) belum optimalnya sistem pengawasan dan sanksi (*reward punishment*) yang diberikan kepada pelaku industri yang tidak patuh dan melakukan pelanggaran terhadap peraturan.

Berdasarkan data kawasan industri lama (pioner) yang telah dioperasikan sejak periode 1970-an yang tersebut dalam (Tabel 2.1) sebagian sudah pernah dilaksanakan kajian atau penelitian terkait dengan

seberapa jauh dari kawasan-kawasan industri yang ada di Indonesia telah mengadopsi konsep pengelolaan kawasan industri yang berwawasan lingkungan. Hasil kajian dari laporan beberapa jurnal ilmiah menunjukkan bahwa mayoritas kawasan industri pioner di Indonesia belum menunjukkan status keberlanjutan yang baik. Hal tersebut ditunjukkan beberapa hasil penelitian dalam waktu sepuluh tahun terakhir diantaranya; Prasetya (2007) yang melakukan pengukuran status 13 kawasan industri pioner di beberapa wilayah Indonesia, Sunaryo (2007) pada Kawasan Industri Jababeka; Sulaiman (2008) dan Hadiwijoyo (2013) pada Kawasan Industri Cilegon; Kodrat (2011) pada Kawasan Industri Medan; Susanti (2015) pada Kawasan Industri Semarang; Budiyanto (2015) pada Kawasan Industri Jakarta East Pulogadung dan pada Kawasan Industri Jababeka Cikarang sebagaimana ringkasan dalam Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Kajian Penelitian Tentang Status Keberlanjutan Kawasan Industri dan Posisi Penelitian

No	Sumber	Variabel	Tujuan/Sasaran	Hasil/Kesimpulan
1	Pengukuran Status Kawasan Industri terhadap Konsep <i>Eco Industrial Parks</i> <i>Jurnal Teknik Lingkungan . BPPT</i> Prasetya (2007)	• 15 Variabel EIP : - 6 variabel pengelolaan lingkungan, - 5 variabel jejaring industri dan -4 variabel pertukaran produk	• Menyusun instrumen pengukuran status kawasan industri terhadap konsep EIP • Mengukur status beberapa kawasan industri terhadap konsep EIP (13 lokasi sampling kawasan)	• Terukurnya status EIP dengan hasil kategori rendah lebih dari 60 %, dan selebihnya kategori sedang
2	Eco Desain dan Konstruksi untuk Kawasan <i>Eco Industrial Estate</i> (EIP). <i>Jurnal Teknik Lingkungan BPPT</i> Anggoro, S (2008)	• Pemilihan lokasi (<i>site selection</i>) • Perencanaan tata ruang (<i>site planning</i>) • Desain infra-struktur kawasan	• Menyusun tahapan dalam penerapan konsep eco desain dalam pengembangan kawasan industri • Menyusun prinsip dasar dalam <i>green design, contruction and planning</i> dalam pengembangan EIP	• Tersusunnya tahapan <i>eco design</i>: mulai <i>site selection, contruction & site planning</i> dan desain infrastruktur kawasan industri • Tersusunnya prinsip dasar <i>sustainable design</i> terkait aspek penggunaan energy, air, material bahan baku dan SDA
3	Strategi Pengelolaan Kawasan Industri	• 18 Variabel EIP :	• Merumuskan strategi dan program dalam	• Tersusunnya beberapa strategi dan program

	Cilegon Menuju <i>Eco-Industrial Park</i> <i>Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota</i> Sulaiman, et al (2008)	- 4 variabel ekologi / lingkungan, - 4 variabel Sosial - 4 variabel Hukum - 2 variabel ekonomi - 4 variabel teknologi	pengembangan EIP di Kawasan Industri Cilegon • Menyusun skenario dalam pengembangan EIP dan stakeholder yang berperan penting	menuju keberlanjutan ekologis (<i>green industrial estate</i>). • Tersusunnya skenario menuju EIP meliputi: konservatif pesimistik, moderat optimistik dan progresif optimistik.
4	<i>Analysis System of Integrated Industrial Estate Eco Development: Case Study at PT. Medan Industrial Estate</i> <i>Jurnal Manusia dan Lingkungan</i> Kodrat, K.F. (2011).	• 18 Variabel EIP : - 5 variabel ekologi / lingkungan, - 2 variabel Sosial - 6 variabel Hukum dan kelembagaan - 5 variabel ekonomij - 1 variabel teknologi	• Menganalisis kinerja pengembangan kawasan industri terpadu yang berwawasan lingkungan dengan meliputi 5 aspek yaitu: ekologi, ekonomi, sosial, kelembagaan dan teknologi	• Tersusunnya faktor-faktor penentu menuju <i>eco development</i> terbagi dalam 5 aspek sesuai tujuan penelitian • Tersusunnya skenario menuju EIP meliputi: konservatif- pesimistik, moderat dan optimistik
5	<i>Study of the Performance of Eco-Industrial Park Development in China</i> <i>Journal of Cleaner Production</i> Tian, J. et.al (2013)	10 Variabel penelitian: • <i>Economic development performance</i> (2 atribut) • <i>Resources consumption</i> (4 atribut) • <i>Waste Emissions</i> (4 atribut)	• Melakukan penilaian terhadap kinerja 17 <i>eco industrial park</i> di negara China dalam aspek ekonomi dan pengelolaan lingkungan. • Mengidentifikasi faktor dan unsur utama yang dapat mendukung peningkatan kinerja <i>eco industrial park</i> di China.	• Deskripsi perkembangan kinerja 17 EIP di China terhadap beberapa parameter ekonomi dan indikator pengelolaan lingkungan. • Teridentifikasi faktor yang dapat meningkatkan nilai tambah terhadap kinerja ekonomi dan lingkungan pada <i>eco industrial park</i> di China.
6	<i>Eco-Industrial Parks Development and Integrated Management Challenges : Finding From Italy</i> <i>Journal of Sustainability</i> Tessitore, et.al (2015)	Variabel utama: • <i>Management body</i> • <i>Eco innovation</i> • <i>Environment improvement</i>	• Mengidentifikasi bentuk dan karakteristik lembaga pengelola pada 19 EIP di Italia. • Mengidentifikasi strategi pelayanan lembaga pengelola EIP • Merumuskan bentuk relasi dan kerjasama antara lembaga pengelola dengan stakeholder lainnya.	• Teridentifikasi bentuk dan tugas utama lembaga pengelola (<i>management body</i>) EIP di Italia • Teridentifikasi beberapa kompetensi dan aktifitas pelayanan terhadap operasional EIP • Deskripsi <i>stakeholder</i> dan pola relasi yang dikembangkan dalam pengelolaan EIP di Italia.
7	Analisis Keberlanjutan PT. <i>East Jakarta Industrial Park</i> dalam	• 46 Variabel EIP : - 10 variabel lingkungan, - 12 variabel	• Menganalisis status keberlanjutan PT EJIP dari aspek ekologis, ekonomi, sosial, kelembagaan	• Tersusunnya status keberlanjutan dengan aspek ekologis paling rendah diantara kelima aspek lainnya

	Mewujudkan Kawasan Industri Berwawasan Lingkungan <i>Jurnal Pengelolaan SDA Lingkungan</i> Budiyanto, et al (2015)	Sosial - 7 variabel ekonomi - 9 variabel manajemen - 8 variabel teknologi	dan teknologi • Merumuskan faktor pengungkit terwujudnya keberlanjutan kawasan industri PR EJIP	• Teridentifikasinya beberapa faktor pengungkit untuk mendorong terwujudnya kawasan industri yang berwawasan lingkungan.
8	Kawasan Industri Berbasis Ekologi <i>Jurnal Sains dan Teknologi</i> Sujiman (2016)	• 6 Variabel utama (SDA & energi, limbah, sosial, teknologi, ekonomi)	• Menyusun strategi untuk mewujudkan kawasan industri yang berbasis ekologi	• Tersusunnya strategi dan 5 prioritas kebijakan untuk mewujudkan kawasan industri yang berbasis ekologi
9	Penilaian Status Keberlanjutan Pengembangan Kawasan Industri di Wilayah Perkotaan Gresik <i>Rencana Jurnal Penelitian</i> Achmad Hadi (2017)	• 50 Variabel EIP : - 11 variabel Ekologis-spasial, - 8 variabel Sosial - 11 variabel ekonomi - 8 variabel manajemen - 9 variabel teknologi	• Menganalisis keberlanjutan kawasan industri • Menyusun model pengembangan kawasan industri • Menyusun strategi pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan	Target Hasil Penelitian : • Penentuan Status keberlanjutan kawasan industri dan Industri Non Kawasan di Wilayah Perkotaan Gresik • Penentuan faktor pendorong (<i>driving factors</i>) dan faktor kunci keberlanjutan masing-masing dimensi • Strategi dan skenario peningkatan status keberlanjutan kawasan industri di wilayah perkotaan Gresik

Konsep pengembangan kawasan industri berkelanjutan tidak dapat dipisahkan dengan aspek penataan ruang kawasan dan pola penggunaan lahan (*landuse*). Menurut Barlowe (1986); Daldjoeni, 1992 dan Martopo (2003) dalam Eriawan (2012); dan Sitorus (2015), bahwa perubahan lahan terbangun (dinamika spasial) dan kesesuaian lahannya seperti perkembangan kawasan industri dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah aspek fisik lahan dan perubahan penggunaannya. Oleh karena itu dibutuhkan analisis dinamika spasial dan faktor-faktor yang mempengaruhinya sebagai bahan untuk prediksi perubahan lahan di masa yang akan datang.

Beberapa penelitian terdahulu terkait perkembangan kawasan perkotaan dan kawasan industri antara lain; Wu Fulong, David, Martin (2002); Simulasi perkembangan kota di Inggris; Wibowo dan Semedi (2011) tentang kesesuaian lahan industri; Sharma, A (2013) tentang landscape industri; Conticelli *et al* (2015) tentang EIP dan *Spatial Planning*; Wijaya, MS. dan Umam, N (2015) tentang perkembangan perkotaan di Yogyakarta; Fadilla, L. *et al* (2017) lokus di Kota Semarang. Beberapa penelitian tersebut sebagian besar menggunakan metode *Cellular Automata* dengan berbasiskan Sistem Informasi Geografis (SIG). Uraian lebih detail terkait variabel penelitian dan hasilnya dirangkum dalam Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Kajian Penelitian Perkembangan Kawasan Perkotaan dan Industri Menggunakan Metode *Cellular Automata* dan Posisi Penelitian

No	Sumber	Variabel	Tujuan/Sasaran	Hasil/Kesimpulan
1	<i>Urban expansion simulation of Southeast England using population surface modelling and cellular automata</i> <i>Environment and Planning (A). Volume 34,</i> Wu Fulong, David Martin (2002)	• Tutupan lahan, • populasi, • Infrastruktur, • Transportasi	• Mensimulasikan pertumbuhan empiris perkotaan di <i>southeast England</i> pada tahun 2020	• Kebijakan Kompaksi perkotaan dapat menjadi pendukung dari pembangunan suatu perkotaan , • kombinasi dari metode CA dan SIG menjadi sangat relevan untuk pemodelan karena relatif lebih transparan, • penggunaan lahan dan populasi yang dihasilkan dari pemodelan banyak dipengaruhi faktor aksesibilitas
2	<i>Urban growth pattern modeling using logistic regression in Hubei China</i> <i>Geo-spatial Information Science March 20 11, Volume 14</i> Nong dan Du	• Kepadatan penduduk, • Penghasilan Sektor industri, • Penghasilan sektor pertanian • Jarak pusat ekonomi, • Jarak jalan, • Kemiringan	Memodelkan ekspansi perkotaan dan mengetahui hubungan antara perkembangan perkotaan dengan variabel yang mendorong perkembangan	Prediksi probabilitas perubahan penggunaan lahan menjadi perkotaan dipengaruhi oleh faktor-faktor dominan yaitu: - Kedekatan dengan pusat pertumbuhan ekonomi - Kedekatan dengan pusat pertumbuhan populasi - Kedekatan dengan akses transportasi

(2011)				
3	<i>Spasial Model with SMCE for Industrial Region Suitability: Case Study of Serang City</i> <i>Jurnal Globe</i> 13 (1) Wibowo dan Semedi (2011)	• Aksesibilitas • Hidrologi • Fisiografi/topografi • Amenitis / Kenyamanan	• menentukan kawasan yang sesuai untuk pengembangan industri di Kota Serang dengan menggunakan SMCE. • Membuat simulasi perkembangan lahan industri sebagai bahan kebijakan	• wilayah yang sesuai untuk kawasan industri di Kota Serang mencapai luas 789,25 ha dan berada di Kecamatan Kesemen dan Kecamatan Serang • kesesuaian kawasan industri ini dapat dijadikan alternatif bagi para pengambil kebijakan tata ruang
4	<i>The Landscape of Industri: Transformation of (Eco) Industrial Parks Through History</i> <i>Journal of Arts and Humanities</i> Sharma, A. (2013)	3 Variabel utama: • Biophysycal environment • Human community • Technology	• Mendeskripsikan kondisi dan perkembangan dari kawasan industri konvensional menuju kawasan industri yang berkelanjutan • Merumuskan faktor-faktor yang mempercepat transformasi menjadi <i>eco industrial parks</i>	• Deskripsi tentang perubahan bentuk / transformasi kawasan industri konvensional menjadi <i>eco industrial park</i> di belahan dunia • Tersusunnya faktor-faktor yang mempengaruhi proses transformasi menjadi <i>eco industrial park</i> melalui perkembangan model dan perubahan paradigma/pendekatan
5	<i>Eco-Industrial Parks and Sustainable Spatial Planning : A Possible Contradiction.</i> <i>Journal of Administrative Sciences</i> Conticelli, et.al (2014)	11 Variabel utama: • Cleaner production • Green design • Environment management • Technology innovation • Public collaboration	• Mendeskripsikan hubungan antara implementasi EIP dengan penggunaan lahan dan strategi pengembangan industri • Menganalisis proses perencanaan EIP di Italia dengan pendalaman terhadap kontradiksi EIP dan Perencanaan tata ruang berkelanjutan	• Deskripsi korelasi antara implementasi EIP dengan penggunaan lahan. • Tersusunnya strategi utama dalam pengembangan EIP di Italia, • Terdapat 11 EIP di Italia lebih cenderung menggunakan pilihan <i>redesign</i> terhadap industri eksisting dari pada melalui ekspansi lahan baru.
6	<i>Spatial Modeling for Yogyakarta Urban Physical Development Using Cellular Automata and Binary Logistic Regresion</i> <i>Jurnal Ilmiah Globē</i> Wijaya dan umam	• Jarak pada aksesibilitas jalan utama dan jalan non utama • jarak terhadap pusat kegiatan masyarakat	mengintegrasikan model SIG Cellular Automata dengan model statistik, yaitu Regresi Logistik Biner untuk; - memonitor trend perkembangan lahan perkotaan - memprediksi perkembangan fisik perkotaan Yogyakarta melalui pendekatan fenomena ekspansi	• perkembangan lahan terbangun di Kota Yogyakarta tahun 2003-2013 memiliki laju perkembangan sebesar 329 ha/tahun dengan pusat perkembangan ke arah timur laut Kota Yogyakarta, • hasil Prediksi menunjukkan perkembangan lahan terbangun di Kota Yogyakarta tahun 2013-

	(2015)		lahan terbangun.	2023 memiliki laju perkembangan 539 ha/tahun dengan pusat perkembangan ke arah barat daya Kota Yogyakarta,
7	Analisis Arah dan Prediksi Persebaran fisik Wilayah kota Semarang tahun 2029 Menggunakan SIG dan CA Markov Model <i>Journal of Geodesi Undip</i> Fadilla, et.al (2017)	• Aksesibilitas • Pertumbuhan penduduk • Pusat-pusat pertumbuhan sosial, ekonomi (industri, pelabuhan, bandara, kampus)	• Menentukan trend perubahan fisik kota Semarang tahun 2005 -2017. • Membuat prediksi perkembangan lahan kota Semarang tahun 2029 • Menentukan kesesuaian perabahan penggunaan lahan dengan RTRW Kota	• penggunaan lahan Kota Semarang tahun 2005-2011 meliputi: lahan kosong 69%, permukiman 21% dan industri 3.2%. • Dari hasil analisis kesesuaian CA Markov Model dengan RTRW pada kelas lahan permukiman, lahan industri dan lahan kosong 56.91% dan dinyatakan tidak sesuai 43.07%.
8	<i>Modelling spatial changes in coastal areas of Samsun (Turkey) using a cellular automata-markov chain method (2017)</i> <i>Tehnicki, vjesnik, volume 24 (1)</i> Derya Ozturk (2015)	Tutupan lahan, peta tutupan lahan skala 1:1.000 dan 1:25.000 Variabel Fisik lahan dan aksesibilitas	Melihat ekspansi perkembangan Wilayah kota di daerah Samsun pada tahun 2004-2034 menggunakan data tutupan lahan dengan metode Cellular Automata-Markov Chain (CAMC)	Hasil analisis metode CAMC yang diintegrasikan dengan penginderaan jauh dan SIG dapat digunakan secara efektif dalam studi terkait potensi perubahan pada masa depan, menganalisis arah perubahan tersebut, dan menilai tingkatan dan distribusi spasial tutupan lahan, dengan nilai kappa dari penelitian ini sebesar 82%
9	Prediksi Spasial Dinamika Perkembangan Kawasan industri Menggunakan Model Cellular Automata: (Studi Kasus Wilayah Perkotaan Gresik Propinsi Jawa Timur) <i>Rencana Jurnal (Penelitian Disertas)i</i> Achmad Hadi (2018)	Faktor Pendorong • Aksesibilitas • Pusat Kegiatan Ekonomi • Hidrologi • Fisiografi Faktor Pengendali (Constraints) • RTRW • LP2B	• Menganalisis dinamika spasial perkembangan kawasan industri di wilayah perkotaan Gresik tahun 1997-2007 • Menyusun prediksi spasial dan kenario pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan • Menganalisis tingkat kesesuaian perkembangan kawasan industri dengan (RTRW) • Menyusun strategi kebijakan pengendalian ruang kawasan industri	Target Hasil penelitian: • Dinamika spasial perkembangan lahan industri di wilayah perkotaan Gresik periode 1997-2017 • Prediksi perkembangan lahan industri dengan 3 skenario pada tahun 20 tahun ke depan (2037) • Analisis tingkat kesesuaian RTRW Kabupaten Gresik 2010-2030 pada lahan industri eksisting tahun 2017 dan tahun 2037 • Strategi Kebijakan pengendalian perubahan penggunaan lahan industri dengan beberapa skenario

Pengembangan kawasan perkotaan dan kawasan industri merupakan suatu sistem yang kompleks dengan dipengaruhi oleh subsistem-subsistem yang saling terkait. Sedikitnya ada 3 subsistem utama yang berpengaruh dalam mewujudkan kawasan industri berkelanjutan yaitu; 1) subsistem ekologi lingkungan yang berkaitan dengan variabel penggunaan lahan dan tingkat pencemaran; (2) subsistem ekonomi yang berkaitan dengan variabel pendapatan dan tingkat kemiskinan; dan (3) subsistem sosial budaya yang berkaitan dengan variabel serapan tenaga kerja dan tingkat pengangguran. Masing-masing subsistem dengan variabel-variabel tersebut secara dapat secara parsial maupun simultan berpengaruh dan mengalami perubahan secara dinamis mengikuti perubahan waktu. Oleh karena itu diperlukan kajian tentang sistem dinamik kawasan industri sebagai tahapan untuk perumusan model pengembangan kawasan industri berkelanjutan.

Beberapa penelitian terkait pemodelan sistem dinamik pengembangan kawasan perkotaan dan kawasan industri antara lain; Dharmono, Raden (2005); tentang sistem dinamik penataan ruang perkotaan; Kodrat (2011); Herry, B (2011) dan Mudiastuti *et.al.* (2015) tentang analisis sistem dari beberapa jenis kawasan industri; Wiyono, Sugeng (2012); Firmansyah dan Suryani, E. (2017) tentang sistem pelayanan perkotaan. Beberapa penelitian tersebut sebagian besar menggunakan variabel yang sama yaitu ekonomi, sosial, lingkungan, teknologi dan manajemen kelembagaan. Sedangkan ringkasan hasilnya adalah simulasi model perkembangan kawasan perkotaan atau kawasan industri yang di lengkapi dengan submodel masing-masing sesuai dengan variabel penelitian.

Uraian terkait variabel penelitian dan hasilnya dijelaskan dalam Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Kajian Penelitian tentang Pemodelan Sistem Dinamik dan Posisi Penelitian

No	Sumber	Variabel	Tujuan/Sasaran	Hasil/Kesimpulan
1	Pemodelan System Dinamik pada Perencanaan Penataan Ruang Kota <i>Prosiding Snati Teknologi Informasi 2005</i> Darmono, Raden (2005)	• ekonomi • sosial • lingkungan • teknologi	• Mensimulasikan proses pemodelan sistem dinamik untuk penataan ruang kota	• Prioritas pembangunan di wilayah kurang berkembang, diarahkan untuk pengembangan industri dengan multiplier efek Infrastruktur (transportasi, lokasi industri, <i>public utilities</i>, dsb) harus diperbaiki untuk mengurangi ketimpangan • Di wilayah berkembang, sumber daya lokal dan industri yang punya keunggulan wilayah harus diprioritaskan
2	<i>Analysis System of Integrated Industrial Estate Eco Development (Case Study: at PT. Medan Industrial Estate)</i> <i>Jurnal manusia dan Lingkungan, Volume 18 (2)</i> Kodrat K.F (2011)	• ekologi • ekonomi • sosial budaya • hukum dan kelembagaan • teknologi	Menganalisis sistem pengembangan kawasan indsutri terpadu berwawasan lingkungan	• Diperoleh faktor-faktor penentu dalam pengembangan kawassan industri yang berwawasan lingkungan • pada analisis sistem dinamik didapatkan model batas keberhasilan yang dipengaruhi oleh jumlah industri dan ketersediaan lahan • skenario pengembangan yang dipilih moderat dengn jumlah industri meningkat secara bertahap
3	Model Prediksi Indikator Keberlanjutan Sumber Daya Agroindustri Menggunakan Sistem Dinamik	• ekonomi • sosial • lingkungan • teknologi	• Memprediksi indikator keberlanjutan SDA untuk pengembangan Agroindutri di wilayah pantura	• Berdasarkan hasil simulasi model diperoleh bahwa tahun 2016 nilai indikator SDA sangat rendah yang menjadi ancaman

	Agrointek 5 (2) Herry, B. et al. (2011)		Merumuskan kebijakan pemnagfaatan sumber daya perikanan untuk menungjang Agroindustri yang	keberlanjutan sumberdaya Skenario kebijakan yang dapat meningkatkan nilai indikator adalah skenario pengaturan upaya penangkapan pada tingkat MSY,
4	Penggunaan Sistem dinamik dalam Manajemen Transportasi untuk Mengatasi Kemacetan di Daerah Perkotaan <i>Jurnal Transportasi</i> 12 (1) Wiyono, Sugeng (2012).	- Sub model tata guna lahan - Sub model harga lahan - sub model moda transportasi	- menggambarkan sistem transportasi di wilayah kota Pekabvaru dari sisi tarikan dan bangkitan - Menyusun model dinamik pengembangan transportasi - Merumuskan kebijakan pola transportasi yang layak	- Permodelan sistem dinamis dapat digunakan sebagai suatu alat untuk mengestimasi kebutuhan ruang gerak transportasi - Permodelan dinamis tidak harus memodelkan seluruh sistem yang ada, namun dapat dibagi dalam beberapa sub model yang dapat menjadi model utama
5	Strategi Kebijakan Industri Marine Politan untuk Mendkung Konsep Mamminasata : Model Konseptual dengan Pendekatan Sistem Dinamik <i>Jurnal Jemis</i> 2 (2) Mudiastuti, R.D. et al (2015)	- Sub sistem sarana produksi - Subsistem pemasaran - Sub sistem pengola-han - Sub sistem kebijakan	Mengintegrasikan model dinamik pengembangan perikanan kelautan dengan pengembangan wilayah kota pesisir	- Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat dimodelkan strategi kebijakan yang mampu mengintegrasikan antara kebijakan perikanan dan kelautan dengan kebijakan pembangunan perkotaan (program mamminnasata). - Pemodelan sistem terbangun atas sub-sub sistem, dimana terdapat saling keterkaitan dan interdependensi kuat
6	Integrasi Spasial Sistem Dinamik untuk Analisis Perubahan Pola Aliran Sungai dan Daerah Genangan di Pantai Surabaya Sidoarjo	- Tutupan lahan - Jenis tanah - Curah hujan - Ketinggian dan kelerengan lahan	Menganalisis pola perubahan aliran air dan genangan di Pesisir Surabaya - Sidoarjo	Terjadi perubahan tutupan lahan yang mengindikasikan adanya perkembangan pembangunan kawasan pesisir, luasan pesisir tahun 2009 dan 2013 mengalami kenaikan

	<i>Jurnal Geosaintek</i> 03 (1) Sukojo, BM et al (2017)			sebesar 22.36 Hektar. Penambahan ini dapat terjadi akibat penambahan sedimentasi di daerah pantai.
7	Model Sistem Dinamik untuk Pengembangan Smart Economy <i>Jurnal Teknik ITS</i> vol 6 (2) Firmansyah, A. dan Suryani, E (2017)	• Tingkat penganggu-ran • Tingkat Kemiskinan • PDRB • Ketenaga-kerjaan	• Pengembangan model (simulasi) smart city di Kota Surabaya	• Indikator perekonomian yang berpengaruh terhadap pertumbuhan kemiskinan adalah Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) dan Indeks IPM • Skenario struktur yang mengurangi Tingkat Pengangguran adalah investasi - Sedangkan skenario parameter yang dapat mengurangi Pengangguran adalah skenario optimistik,
8	Analisis Sistem Dinamik Pengembangan Kawasan Industri berkelanjutan (Studi Kasus : Wilayah Perkotaan Gresik Propinsi Jawa Timur) <i>Rencana Jurnal (Penelitian Disertasi)</i> Achmad Hadi (2018)	• ekonomi • sosial • lingkungan • teknologi dan infrastruktur • manajemen dan kelembagaan	• Mengidentifikasi permasalahan dan faktor kunci dalam sistem pengembangan kawasan industri • Menyusun model utama dan sub model masing-masing dimensi pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan • Menyusun skenario pengembangan kawasan industri berkelanjutan	Target Hasil penelitian: • Teridentifikasi input dan output sistem pengembangan kawasan industri yaitu terkait; kualitas lingkungan, harmonisasi tata ruang, tingkat pendapatan dan ketenagakerjaan • Tersusun model utama dan sub model penggunaan lahan, sub model pendapatan, sub model kualitas lingkungan • Kebijakan pengembangan kawasan industri dapat mengikuti beberapa skenario yaitu; pesimistis, moderat, optimistis

Berdasarkan pada uraian hasil kajian dan penelitian tentang status keberlanjutan, dinamika spasial maupun model sistem dinamik perkembangan kawasan industri di Indonesia dan beberapa negara di dunia dalam rentang waktu dua puluh tahun terakhir tersebut, menunjukkan bahwa sebagian besar kondisi empiris pengelolaan kawasan industri dan dinamika perkembangan lahannya masih mengikuti pola konvensional dan belum menunjukkan keberlanjutan dari beberapa variabel yang berpengaruh. **Sedangkan kebaruan (*novelty*)** dari penelitian ini adalah: (1) lokus dan obyek penelitian adalah kawasan industri (KI) dan industri non kawasan (NKI) dalam suatu wilayah perkotaan, sehingga permasalahan dan variabel penelitian lebih kompleks; (2) menggunakan metode sistem dinamik dengan mengkombinasikan dimensi tata ruang (spasial) sehingga diharapkan dapat mendiskripsikan keterkaitan spasial dinamik (perkembangan lahan industri) dengan perkembangan dimensi lingkungan, ekonomi dan sosial budaya menjadi suatu model dinamik untuk pengembangan kawasan industri berkelanjutan (*eco industrial park*).

2.6.2. Kerangka Berfikir Penelitian

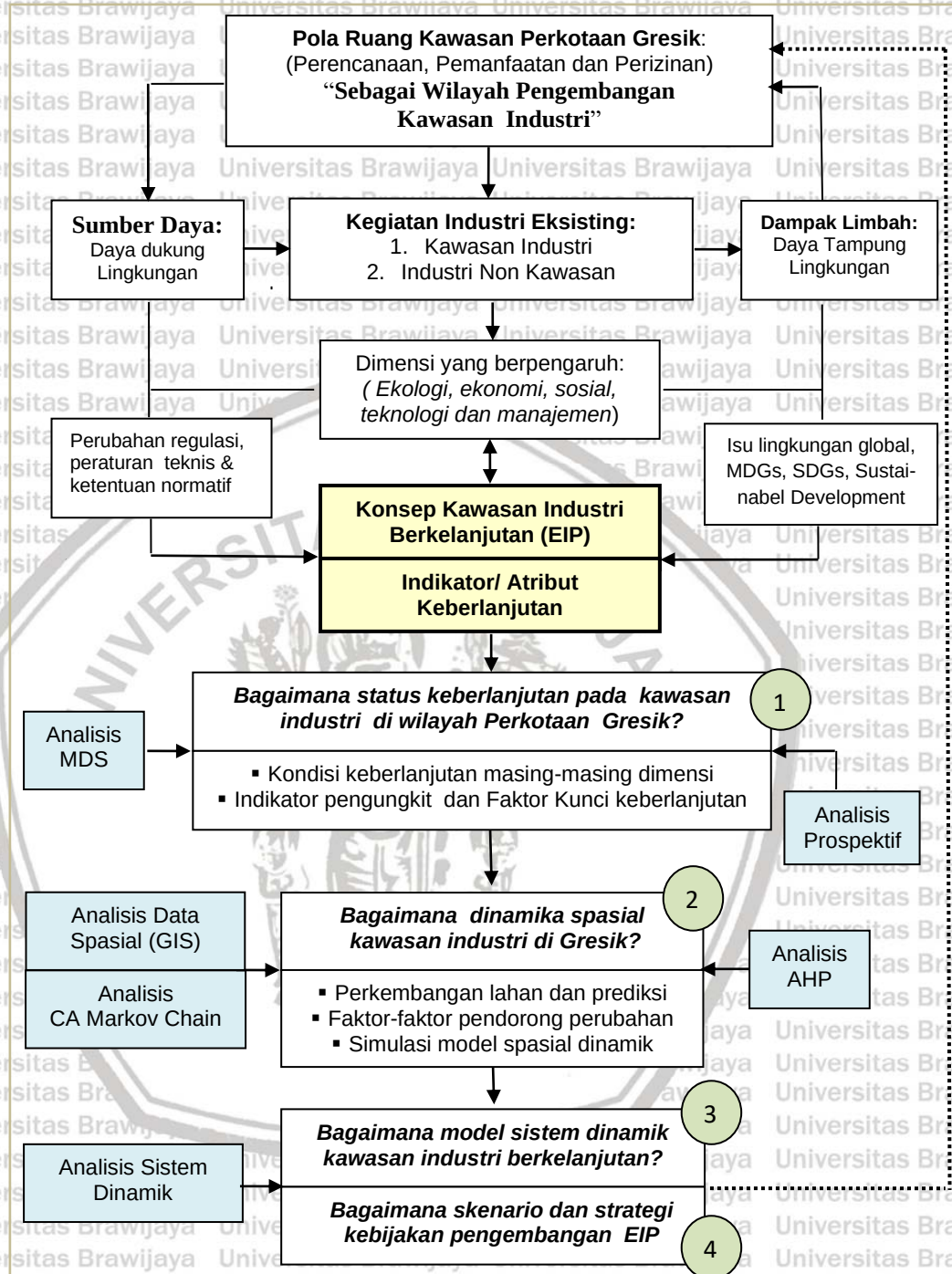
Dalam mengkaji dan mendeskripsikan konsepsi pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan tidak dapat dipisahkan dengan aspek penataan ruang kawasan (spasial). Hal tersebut dapat dipahami bahwa pola penggunaan lahan eksisting merupakan resultan dari perencanaan tata ruang, realisasi pemanfaatan ruang dan implementasi pelaksanaan perizinan di bidang tata ruang. Menurut Mukaryanti *et al.* (2006); Djajadiningrat *et al.* (2014), bahwa untuk merencanakan dan merancang kota/kawasan industri yang berkelanjutan dapat berpedoman dan dimulai pada prinsip-prinsip penataan ruang yang berkelanjutan (*sustainable spatial planning*).

Selanjutnya kegiatan operasional industri eksisting yang berada dalam kawasan industri maupun industri non kawasan selalu didukung dan atau membutuhkan sumber daya dan energi, sedangkan pada saat bersamaan juga akan menghasilkan produk samping berupa limbah yang berpotensi menjadi beban lingkungan. Eksploitasi terhadap sumber daya dan bertambahnya beban lingkungan akibat operasionalisasi industri tersebut memunculkan isu-isu/komitmen global serta upaya-upaya tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan ekologis dari proses degradasi. Di sisi lain pada tataran implementasi, tiap negara juga berkepentingan untuk melestarikan lingkungannya dengan menerbitkan regulasi dan pengaturan teknis tentang pengembangan industri yang ramah lingkungan.

Bersumber dari isu lingkungan global dan penyesuaian tentang pengaturan kawasan industri pada akhirnya dapat melahirkan banyak gagasan tentang konsep kawasan industri yang berkelanjutan (*eco industrial park*) dengan berbagai atribut dan kriterianya yang masih terus berkembang sesuai dengan dinamika hasil penelitian maupun fakta empiris dari berbagai negara. Dasar-dasar pemikiran yang digunakan dalam pengembangan konsep kawasan industri yang ramah lingkungan adalah konsep atau pendekatan yang telah digunakan di bidang industri dan desain lingkungan, seperti: ekologi industri (*industrial ecology*), produksi bersih (*cleaner production*), arsitektur, konstruksi dan perencanaan yang berkelanjutan (*sustainable architecture, construction and planning*).

Fokus pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan (EIP) pada tahap berikutnya tidak hanya terbatas pada aspek ekologis spasial, ekonomi dan sosial, tetapi juga akan lebih efektif apabila memasukkan faktor manajemen kelembagaan sebagai bagian dari regulator/institusi yang dapat menjadi katalisator menuju EIP. Di samping itu dengan perkembangan teknologi yang semakin maju di berbagai bidang, maka akan lebih efisien apabila pengelolaan dan operasionalisasi industri juga didukung oleh aplikasi teknologi yang berwawasan lingkungan.

Oleh karena itu dengan menggunakan 5 (lima) dimensi yaitu; ekologis spasial, ekonomi, sosial budaya, manajemen kelembagaan dan teknologi infrastruktur tersebut dapat dijadikan parameter untuk; (1) menganalisis status keberlanjutan perkembangan kawasan industri; (2) merancang sistem dan model dinamik pengembangan kawasan industri berkelanjutan; dan (3) merumuskan strategi pengembangan kawasan industri berkelanjutan. Konsepsi berfikir tersebut secara skematis digambarkan dalam kerangka konseptual penelitian pada Gambar 2.5 sebagai berikut:



Gambar 2.5 Kerangka Konseptual Penelitian

Keterangan : No 1 – 4 Rumusan Masalah Penelitian

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan penelitian studi kasus. Penelitian tentang keberlanjutan didesain dengan menggunakan studi kasus yang sejalan dengan Sukoharsono (2006), bahwa penelitian dilaksanakan dengan mendeskripsikan suatu objek melalui pengumpulan data maupun informasi dari berbagai sumber secara detail dan mendalam (*in-depth data collection involving multiple sources of information rich in context*). Disamping itu juga selaras dengan Muhajir, N. (1998) bahwa penelitian dengan pendekatan studi kasus prospektif adalah penelitian yang ditujukan untuk menemukan pola, perkembangan, kecenderungan dan arah suatu objek baik individu atau sistem yang dapat dimanfaatkan untuk menyusun strategi atau kebijakan di masa depan.

Pada tataran operasional, penelitian dengan metode studi kasus (*observational case studies*) dilaksanakan dengan memadukan input data kualitatif dan kuantitatif dan metode kombinasi *confirmatory and exploratory* (Sugiyono, 2016). Pada tahapan awal penelitian dengan bersumber dari data sekunder dikonfirmasi dengan input data kualitatif (persepsi stakeholder).

Selanjutnya dalam proses analisisnya, data kualitatif tersebut akan diolah menjadi data kuantitatif dengan menggunakan analisis *Multidimensional Scalling*, Analisis Sistem Dinamik dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Kemudian dari hasil analisis tersebut dirumuskan dan disimpulkan kembali melalui hasil analisis yang berbentuk kualitatif.

Penelitian ini bersifat evaluatif dengan pendekatan sistem (*goal oriented*).

Pendekatan ini diperlukan karena permasalahan yang dihadapi cukup kompleks

dan multidimensi serta melibatkan berbagai pihak yang berkepentingan. Menurut penjelasan Eriyatno (1999), permasalahan penelitian keberlanjutan dan pengembangan kawasan industri seyogyanya dilaksanakan pendekatan sistem karena memenuhi kriteria; (1) kompleks, dalam arti interaksi antar elemen cukup rumit; (2) dinamik, dalam arti faktornya ada yang berubah menurut waktu dan ada pendugaan ke masa depan; (3) probabilistik, yaitu diperlukannya fungsi peluang dalam inferensi kesimpulan maupun rekomendasi.

Penelitian dengan pendekatan sistem digunakan berdasarkan pertimbangan kemampuannya menyajikan keterkaitan antar variabel yang dikaji dan mensimulasikan komponen-komponen (subsistem) dari problem yang interdisipliner dan kompleks (Soemarno, 2011). Sedangkan pendekatan sistem dinamik dapat membantu dalam penyusunan skenario maupun strategi kebijakan dan pengambilan keputusan untuk kepentingan masa depan.

Dalam implementasinya, proses penelitian ini berlangsung untuk menemukan korelasi, keterpaduan dan sinkronisasi terhadap dokumen data maupun kondisi perkembangan faktual kawasan industri dan *tenant* industri-industri yang menjadi unit analisisnya. Sebagai bahan komparasi (*benchmarking*) adalah indikator/kriteria yang menjadi prinsip-prinsip dasar *Eco Industrial Park* berdasarkan rumusan Ernest Lowe (2001) sebagaimana dijelaskan dalam *Eco Industrial Park Handbook for Asian Developing Countries*.

Sedangkan untuk mendapatkan penyajian spasial terhadap skenario pengembangan kawasan industri menggunakan analisis sistem informasi geografis (SIG) yang selanjutnya diintegrasikan dengan hasil simulasi sistem dinamik

3.2 Fokus dan Variabel Penelitian

Untuk operasionalisasi dan mempertajam penelitian perlu menentukan fokus penelitian. Spradley dalam Sugiyono (2016) menyatakan bahwa "*A focus refer to a single cultural domain or a few related domains*" yaitu bahwa fokus itu merupakan domain tunggal dan lebih didasarkan pada tingkat informasi yang diperoleh dari situasi di lapangan. Sebagai panduan di lapangan, peneliti dapat mengidentifikasi sejak awal terhadap variabel-variabel penelitian. Variabel dalam penelitian merupakan objek dari penelitian atau kondisi yang menjadi titik perhatian dalam suatu penelitian. Untuk dapat memahami variabel lebih detail, dapat dijabarkan menjadi lebih rinci (atribut) menjadi indikator.

Fokus penelitian ini adalah kajian sistem dinamik dan perancangan model pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan berlandaskan pada konsep *eco industrial park* (EIP) dengan kriteria dan faktor-faktor pengungkit keberlanjutan. Penelitian ini pada tahapan analisisnya juga menggunakan beberapa atribut/variabel yang merupakan penjabaran dari konsep pembangunan berkelanjutan yang meliputi lima dimensi yaitu; (1) ekologi / lingkungan; (2) ekonomi; (3) sosial; (4) teknologi infrastruktur; dan (5) manajemen / kelembagaan.

Sedangkan sumber rujukan untuk merumuskan kriteria dan atribut kawasan industri berkelanjutan adalah menggunakan studi literatur dan hasil beberapa penelitian sejenis yang dikombinasikan dengan penjabaran dari komponen dan parameter utama dari konsep Ernest Lowe (2001) yaitu sebagai berikut: (1) Integrasi dengan sistem alam; (2) Konversi sistem energi dan air yang berkelanjutan; (3) Integrasi aliran material dan limbah; (4); Manajemen kawasan yang efektif; (5); Desain infrastruktur yang ramah lingkungan; dan (6) Integrasi dengan masyarakat sekitar. Perumusan dari setiap parameter tersebut digunakan bahan analisis untuk menjawab pertanyaan dan tujuan penelitian sebagaimana dijabarkan dalam Tabel 3.3.

3.3 Lokasi dan Situs Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Gresik dengan lokus di **wilayah perkotaan Gresik** yang meliputi (BWP) Gresik-Kebomas-Manyar. Berdasarkan pola ruang dan penggunaan lahan eksisting dari kawasan BWP Gresik-Kebomas-Manyar didominasi peruntukan industri dan perdagangan dalam bentuk kawasan industri (KI) maupun Industri non kawasan (NKI) serta area perdagangan jasa dan permukiman. Data peruntukan lahan keseluruhan untuk industri eksisting di wilayah penelitian lebih dari 3.100 Ha yang didominasi oleh perusahaan besar menengah dan industri manufaktur. Disamping itu di wilayah perkotaan Gresik juga terdapat Proyek Strategis Nasional sebagai pusat pengembangan industri.

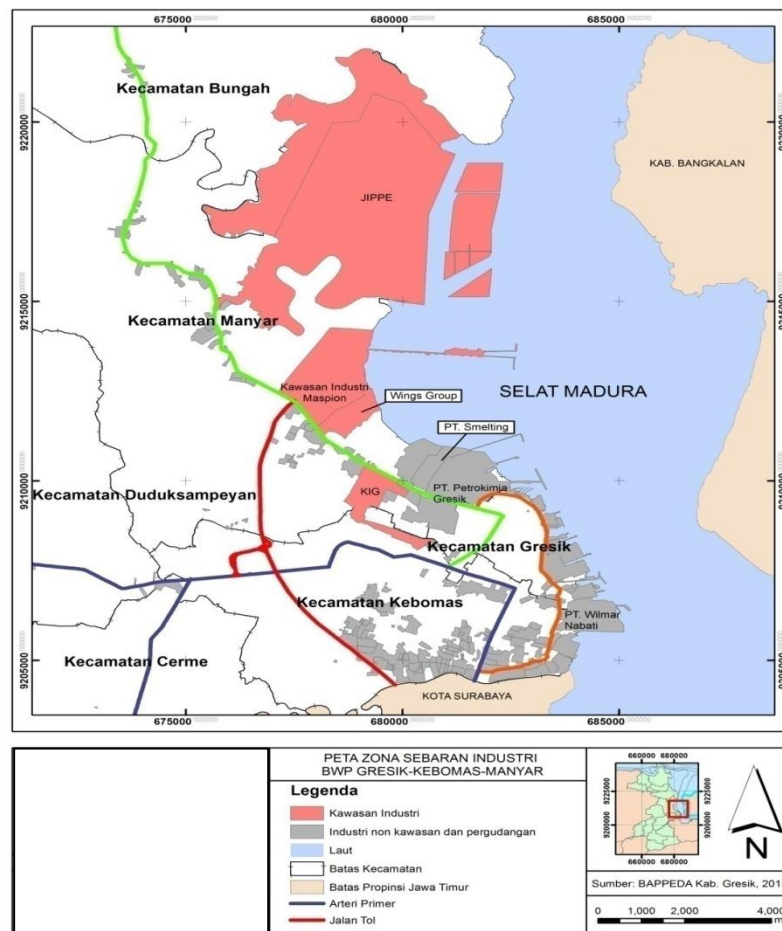
Tabel 3.1 **Daftar Kawasan Industri dan Industri Non Kawasan Untuk Lokus Penelitian**

No	Nama Kawasan/ Industri	Jumlah sampling industri	Keterangan
1	Kawasan Industri : a. Kawasan Industri Gresik (KIG) b. Kawasan Industri Maspion (KIM)	6 Perusahaan 6 Perusahaan	- Jumlah total luas lahan KIG $\pm$ 135 Ha. - Jumlah total luas lahan KIM $\pm$ 450 Ha. - Pemilihan jenis industri didasarkan kriteria yang berbeda pada : 1. Industri logam, kimia 2. Industri Kayu, plastik 3. Industri pengolahan (ikan, makanan)
2	Industri Non Kawasan Kecamatan Gresik	3 Perusahaan	Jumlah luas lahan dengan kawasan peruntukan industri $\pm$ 247 Ha
3	Industri Non Kawasan Kecamatan Kebomas	3 Perusahaan	Jumlah luas lahan dengan kawasan peruntukan industri $\pm$ 1782 Ha
4	Industri Non Kawasan Kecamatan Manyar	3 Perusahaan	Jumlah luas lahan dengan kawasan peruntukan industri $\pm$ 4.600 Ha

Sumber : Bappeda dan DPM Perizinan Kabupaten Gresik (2017)

Unit analisis dalam penelitian ini mengambil 2 (dua) sampling kawasan industri yaitu, Kawasan Industri Gresik (KIG) dan Kawasan Industri Maspion

(KIM). Sedangkan untuk Industri non kawasan mengambil sampling masing-masing kecamatan 3 (tiga) perusahaan dengan kategori skala kegiatan dan dokumen lingkungan yang berbeda. Kriteria dan jumlah industri yang dijadikan sampling untuk lokus penelitian sebagaimana tersebut dalam Tabel 3.1. Penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih 8 (enam) bulan yaitu mulai Bulan Desember 2017 – Juli 2018.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Kawasan Industri di Gresik
Sumber : Bappeda dan Hasil Analisis, 2017

Pemilihan lokasi penelitian di kawasan perkotaan Gresik sebagaimana tersebut dalam Tabel 3.1 dan dalam Gambar 3.1 didasarkan oleh beberapa hal antara lain; (1) Kawasan dan lokasi industri tersebut berada di dekat pusat kota Gresik, sehingga keberadaan kawasan industri dan aktifitas *tenant-tenant*

industri tersebut banyak keterkaitan dengan aktifitas kehidupan ekonomi kota, lingkungan permukiman maupun kehidupan sosial masyarakat; 2) Lokasi industri besar sebagian berdekatan/berbatasan langsung dengan wilayah pesisir pantai yang dilengkapi dengan pelabuhan/dermaga, sehingga aktifitas industri berhimpitan dengan pengelolaan lingkungan pesisir; dan (3) kawasan/industri pada wilayah BWP Gresik-Kebomas-Manyar tersebut mempunyai fase perkembangan yang berbeda yaitu terdapat industri yang dibangun pada tahun 1980-an atau sebelumnya, pada masa tahun 1990-an dan ada yang relatif baru pada tahun 2000-an. Sehingga dimungkinkan mempunyai karakter dan kebijakan yang tidak sama.

3.4 Sumber Data

Pelaksanaan penelitian ini menggunakan sumber data primer dan sekunder. Pengambilan data primer yang berkaitan dengan pemanfaatan ruang kawasan industri (data spasial) dan data terkait dengan kinerja industri dalam aspek lingkungan, ekonomi, sosial budaya, manajemen/kelembagaan maupun teknologi. Pengambilan data dilakukan langsung kepada para partisipan/responden yang dipilih melalui *quessionare*, *pengamatan langsung* dan wawancara mendalam (*indepth interview*) dengan melibatkan empat kelompok pemangku kepentingan (*stakeholder*) sebagai nara sumber utama yaitu: (1) pengelola kawasan industri; (2) pengelola *tenant* industri; (3) dinas / instansi terkait; dan (4) tokoh masyarakat sekitar dan para ahli/pakar yang berkompeten dengan metode pemilihan sampel secara *purposive sampling*.

Menurut Denim (1997), teknik *sampling purposive* dilakukan dengan pembatasan-pembatasan dan kriteria tertentu berdasarkan tujuan penelitian. Sampel yang dipilih tidak hanya sebagai pelaku tetapi juga memahami dengan baik terhadap substansi dan permasalahan penelitian yang menjadi fokus kerja peneliti. Creswell (2016); Sugiyono (2016) menjelaskan bahwa gagasan di balik

penelitian kualitatif dan kuantitatif adalah memilih dengan sengaja dan penuh perencanaan (*purposefully select*) para responden dan lokasi penelitian.

Tabel 3.2 Sumber Data dan Responden Penelitian.

No	Sumber Data	Jumlah		Keterangan
		Responden (KI)	Responden (NKI)	
1	Kawasan Industri (KI)			
	a. Pengelola kawasan	4	-	• 2 orang manajemen • 2 orang teknisi
	b. Pengelola <i>tenant</i>	10	-	• 5 tenant di KIG • 5 tenant di KIM
2	Industri Non Kawasan (NKI)			
	a. Kec. Gresik	-	3	• 9 Pengelola / manajemen perusahaan non kawasan industri
	b. Kec. Kebomas	-	3	
	c. Kec. Manyar	-	3	
3	Dinas Instansi terkait			
	a. Bappeda	2	2	• 1 orang Leader/kepala • 1 orang Kabid/ sekretaris
	b. Perizinan PTSP	2	2	
	c. BLH	2	2	
	d. DPU	2	2	
	e. Disperindag	1	1	
4	Tokoh masyarakat sekitar dan pakar			
	a. Kec. Gresik	2	3	• tokoh masyarakat / kepala wilayah tiap kawasan/lokus • 3 pakar/ahli, pemerhati/LSM
	b. Kec. Kebomas	2	3	
	c. Kec. Manyar	2	3	
	d. Pakar, LSM pemerhati	3	3	
	JUMLAH	32	30	

Sumber : Hasil Analisis, 2017

Sedangkan data sekunder terkait dengan dokumen perencanaan, perkembangan faktual kegiatan industri (data atribut maupun spasial), laporan pelaksanaan pengelolaan lingkungan dan peraturan-peraturan terkait lainnya dalam pengelolaan kawasan industri didapatkan dari data instansi terkait, pengelola kawasan industri dan pengelola *tenant* industri di masing-masing lokasi serta dilakukan pengukuran parameter penelitian secara langsung di lapangan terhadap variabel yang dibutuhkan. Sumber data sebagai partisipan dalam penelitian ini sebagaimana direncanakan dalam Tabel 3.2.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian dapat dilakukan dalam berbagai *setting*, berbagai sumber dan berbagai teknik. Pengambilan data berdasarkan *setting* merujuk pada lokasi, tempat atau peristiwa tertentu. Pengambilan data berdasarkan sumbernya terdiri dari data primer yaitu pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti secara langsung kepada objek penelitian di lapangan, baik melalui pengamatan (*observasi*) langsung maupun wawancara (*interview*) serta penyebaran angket/kuesioner, sedangkan pengumpulan data sekunder dilakukan peneliti dengan cara tidak langsung ke objek penelitian, tetapi melalui penelitian terhadap dokumen-dokumen yang berkaitan dengan objek penelitian (Sugiyono, 2016).

Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa cara terhadap sumber data primer maupun sumber data sekunder yaitu meliputi:

A. Observasi (Pengamatan Lapangan)

Teknik pengamatan lapangan dalam penelitian ini diperlukan untuk mendeskripsikan kondisi faktual, mengetahui proses dan untuk memperoleh gambaran obyek penelitian atas parameter yang diteliti. Dalam penelitian ini, teknik observasi dilaksanakan dengan melakukan pengamatan langsung terhadap kondisi perkembangan fisik kawasan industri ke lokus penelitian.

B. Interview (Wawancara)

wawancara adalah proses pengumpulan data atau informasi melalui tatap muka antara peneliti (*interviewer*) dengan pihak yang ditanya yang menjadi responden dalam penelitian (*interview*). Dalam penelitian ini, penulis akan menggunakan wawancara semi standar (*semi structure interview*). Pendekatan ini menggunakan petunjuk umum wawancara yang merupakan kombinasi wawancara terstruktur dan tak terstruktur yang menggunakan

beberapa inti pokok pertanyaan yang akan diajukan. Selain itu teknik wawancara yang digunakan oleh peneliti adalah wawancara mendalam (*in depth interview*).

C. Studi Dokumentasi

Teknik pengumpulan data dengan studi dokumentasi dilakukan dengan mempelajari, mencatat dan mengumpulkan semua dokumen, data dan informasi, gambar maupun peta yang relevan dengan permasalahan penelitian dan kemudian ditelaah secara sistematis untuk mendapatkan masukan data yang dapat mendukung proses pencapaian tujuan penelitian.

D. Triangulasi Data

Dalam teknik pengumpulan data, teknik triangulasi merupakan proses pengumpulan data yang bersifat menggabungkan dari beberapa teknik dan sumber data. Dalam penelitian ini, teknik triangulasi digunakan dengan teknik yang sama melalui sumber data yang berbeda.

Metode pengumpulan data yang dijelaskan dalam penelitian ini disesuaikan untuk menjawab tujuan utama penelitian. Ringkasan dari metode penelitian yang meliputi tujuan penelitian, Variabel, sumber data, teknik pengumpulan data, metode analisis, dan *output analisis* yang diharapkan dan direncanakan seperti yang dijabarkan dalam Tabel 3.3 sebagai berikut;

Tabel 3.3. Tujuan Penelitian, Variabel, Metode Analisis dan Output Analisis

Tujuan Penelitian	Dimensi/ Variabel	Atribut/Indikator	Sumber Data dan Referensi	Metode Analisis	Output Analisis
1. Menganalisis status keberlanjutan pengembangan kawasan industri di wilayah perkotaan Gresik	1. EKOLOGI	1. Kesesuaian Tata Ruang (RTRW) 2. Kesesuaian Lahan/Tata Guna Lahan 3. Kepadatan Bangunan (KDB) 4. Luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) 5. Kelestarian Ekosistem (<i>Landsekap</i>) 6. Daya Dukung Lahan 7. Pengelolaan Kawasan Pesisir/Sempadan 8. Penggunaan Energi Terbarukan 9. Tingkat Penggunaan Air Tanah 10. Pengelolaan Limbah B3 11. Pengelolaan Sampah 12. Kualitas Air 13. Pencemaran Tanah 14. Kualitas Udara 15. Polusi Suara/Kebisingan	Data Triangulasi : ▪ Studi data sekunder ▪ Observasi lapangan ▪ Kuesioner /wawancara <i>stakeholders</i> Sumber Referensi: • Lowe, Ernest (2001); • Prasetya (2007); • Sulaiman (2008); • Kodrat (2011); • Conticelli (2014); • Budiyanto (2015); • Hariz (2015)	▪ Analisis Deskriptif ▪ Analisis data spasial ▪ Analisis MDS (Multi Dimensional Scalling) <i>Software Rapindustrial</i> ▪ Analisis Prospektif	1. Indek keberlanjutan kawasan industri dan industri non kawasan dari dimensi ekologis /lingkungan 2. Indikator pengungkit keberlanjutan dimensi ekologi /lingkungan 3. Indek keberlanjutan kawasan industri dan industri non kawasan untuk multi dimensi 4. Faktor-faktor kunci pengembangan kawasan industri yang keberlanjutan
	2. EKONOMI	1. Kesejahteraan Karyawan/UMK 2. Pendapatan Perusahaan 3. Pertumbuhan Ekonomi 4. Tingkat Daya Beli 5. Laju Perkembangan Investasi 6. Kontribusi PDRB 7. Kontribusi PAD (Pajak/Retribusi) 8. Pendapatan Perkapita	Data Triangulasi : ▪ Studi data sekunder ▪ Observasi lapangan ▪ Kuesioner /wawancara <i>stakeholders</i> Sumber Referensi: • Lowe, Ernest (2001); • Prasetya (2007); • Sulaiman (2008);	▪ Analisis Deskriptif ▪ Analisis MDS (Multi Dimensional Scalling) <i>Software Rapindustrial</i> ▪ Analisis Prospektif	1. Indek keberlanjutan kawasan industri dan non kawasan industri dari dimensi ekonomi 2. Indikator pengungkit keberlanjutan dimensi ekonomi

		9. Tingkat Kemiskinan 10. Program Kemitraan Usaha 11. Pertumbuhan UMKM 12. Ketersediaan Energi (BBM, Listrik) 13. Ketersediaan Suplai Air 14. Ketersediaan Bahan Baku Produksi	• Kodrat (2011); • Conticelli (2014); • Budiyanto (2015); • Hariz (2015)		
	3. SOSIAL BUDAYA a. Lapangan Pekerjaan b. Kualitas Hidup c. Pemberdayaan Masyarakat d. Stabilitas Sosial	1. Penyerapan Tenaga kerja 2. Tingkat Pengangguran 3. Tingkat PHK 4. Perkembangan IPM 5. Pelayanan Kesehatan 6. Tingkat Harapan Hidup 7. Kualitas SDM /Pendidikan 8. Forum Komunikasi Sosial 9. Pemberdayaan Masyarakat /CSR 10. Tingkat Kriminalitas 11. Tingkat Rawan Konflik Sosial	Data Triangulasi : ■ Studi data sekunder ■ Observasi lapangan ■ Kuesioner /wawancara Sumber Referensi: • Lowe, Ernest (2001); • Prasetya (2007); • Sulaiman (2008); • Kodrat (2011); • Conticelli (2014); • Budiyanto (2015); • Hariz (2015)	■ Analisis Deskriptif ■ Analisis MDS (Multi Dimensional Scalling) Software <i>Rapindustrial</i> ■ Analisis Prospektif	1. Indek keberlanjutan kawasan industri dan non kawasan industri dari dimensi sosial budaya 2. Indikator pengungkit keberlanjutan dimensi sosial budaya
	4. MANAJEMEN & KELEMBAGAAN a. Manajemen Pengelolaan b. Monitoring Kinerja c. Lembaga/kerja sama stakeholder d. Kebijakan Pemerintah	1. Pelaksanaan ISO Manajemen Industri 2. Pelaksanaan Tata Tertib Kawasan 3. Pemenuhan Dokumen AMDAL/UKL-UPL 4. Monev Kinerja Lingkungan (PROPER) 5. Lembaga Kerjasama antar Perusahaan 6. Peranserta Asosiasi Serikat Pekerja	Data Triangulasi : ■ Studi data sekunder ■ Observasi lapangan ■ Kuesioner /wawancara <i>stakeholders</i> Sumber Referensi: • Lowe, Ernest (2001); • Prasetya (2007); • Sulaiman (2008); • Kodrat (2011);	■ Analisis Deskriptif ■ Analisis MDS (Multi Dimensional Scalling) Software <i>Rapindustrial</i> ■ Analisis Prospektif	1. Indek keberlanjutan kawasan industri dan non kawasan industri dari dimensi manajemen kelembagaan 2. Indikator pengungkit keberlanjutan dimensi manajemen kelembagaan

		7. Layanan Pengaduan masyarakat 8. Kepastian Regulasi Usaha (investasi) 9. Pemenuhan Dokumen Perizinan Usaha 10. Pemberian Sangsi (<i>Punishment</i>) 11. Pemberlakuan Insentif Disinsentif 12. Program Diklat SDM Industri	• Conticelli (2014); • Budiyanto (2015); • Hariz (2015)		
	5. TEKNOLOGI INFRASTRUKTUR a. Teknologi Produksi b. Prasarana Sarana Utilitas (PSU) c. Sistem Tanggap Darurat	1. Pertukaran Bahan Baku (Simbiosis) 2. Bangunan Ramah Lingkungan (building) 3. PSU Ramah Lingkungan (Infrastruktur) 4. Integrasi Sistem Drainase 5. Bisnis Center & Mess Karyawan 6. Teknologi Efesiensi Penggunaan Air 7. Teknologi Reduksi Pencemaran Udara 8. Teknologi Reduksi Pencemaran Air 9. Teknologi Informasi (Sistem IT) 10. Sistem Transportasi Ramah Lingkungan 11. Sistem Penanggulangan Kebakaran 12. Sistem Tanggap Darurat (K3)	Data Triangulasi : ▪ Studi data sekunder ▪ Observasi lapangan ▪ Kuesioner /wawancara stakeholders Sumber Referensi: • Lowe, Ernest (2001); • Prasetya (2007); • Sulaiman (2008); • Kodrat (2011); • Conticelli (2014); • Budiyanto (2015); • Hariz (2015)	▪ Analisis Deskriptif ▪ Analisis MDS (Multi Dimensional Scalling) Software <i>Rapindustrial</i> ▪ Analisis Prospektif	1. Indek keberlanjutan kawasan industri dan non kawasan industri dari dimensi teknologi dan infrastruktur 2. Indikator pengungkit keberlanjutan dimensi teknologi dan infrastrktur

Tujuan Penelitian	Dimensi/variabel	Atribut/Indikator	Sumber Data	Metode Analisis	Output Analisis
2. Menganalisis dinamika spasial perkembangan kawasan industri di wilayah perkotaan Gresik	- Ekologi - Ekonomi - Sosial - Manajemen - Teknologi	- Faktor-faktor pendorong perkembangan lahan - Faktor Aksesibilitas - Faktor Pusat Kegiatan (Sosial Ekonomi) - Faktor Hidrologi - Faktor Fisiografi Lahan - Faktor Kebijakan Tata Ruang	- Hasil analisis Data spasial - Citra Landsat - Peta RBI - Google Earth - Shpfile RTRW - Shpfile RDTR - Sumber Referensi: • Widyaningsih (2001) • Wibowo (2011) • Nong & Du (2011) • Eriawan (2012); • Wijaya & Umam (2015) • Fadilla et al (2017);	- Analisis Spasial (GIS-ArcGis) - Celluler Automata (CA LanduseSim) - Analisis Hirarkhi (AHP)	- Dinamika perkembangan spasial kawasan industri di Gresik (20 Tahun) - Faktor-faktor pendorong perkembangan kawasan industri - Prediksi luasan dan pola perkembangan kawasan Industri (10 - 20 tahun) - Tingkat kesesuaian perkembangan kawasan industri dengan RTRW
3. Menyusun model Dinamik pengembangan kawasan industri berkelanjutan	- Ekologi - Ekonomi - Sosial - Manajemen - Teknologi	- Atribut-atribut analisis MDS (Indikator pengungkit) - Atribut kunci hasil analisis prospektif - Faktor –faktor pendorong perkembangan kawasan industri	- Indikator pengungkit/ kunci hasil MDS - Data spasial (peta) hasil analisis CA LanduseSim - Studi data sekunder - Observasi lapangan - Responden/wawancara stakeholders	Analisis Sistem Dinamik (vensim)	- Model Sistem Dinamik pengembangan kawasan industri berkelanjutan - Submodel Lahan - Subodel lingkungan - Submodel ekonomi - Submodel sosial - Strategi /Kebijakan Pengembangan - Indeks Keberlanjutan - Pengendalian spasial - Kebijakan Umum
4. Meumuskan strategi /kebjakan pengembangan kawasan industri berkelanjutan					

Sumber : Hasil Sintesis (2017)

3.6 Keabsahan Data

Dalam penelitian kombinasi dengan analisis data kualitatif dan kuantitatif, untuk pengujian keabsahan data dapat ditinjau dengan konsep validitas internal (*credibility*), validitas eksternal (*transferability*), reliabilitas (*dependability*) dan obyektifitas (*confirmability*). Validitas internal dalam penelitian berkaitan dengan tingkat akurasi desain penelitian dengan hasil yang dicapai. Sedangkan validitas eksternal berhubungan dengan tingkat akurasi untuk proses generalisasi atau *treatment* yang sama pada sampel yang diambil. Untuk standar reliabilitas merupakan ukuran konsistensi dan stabilitas data hasil penelitian dan terminologi obyektifitas dalam uji keabsahan data ditentukan oleh derajat kesepakatan banyak orang yang dapat menjustifikasi data penelitian menjadi obyektif (Moleong, 1993 ; Sugiyono, 2016).

Untuk meningkatkan kredibilitas hasil penelitian, akan dilakukan uji keabsahan data dengan menggunakan teknik triangulasi dan pengecekan data (*member check*) dengan langkah-langkah sebagai berikut:

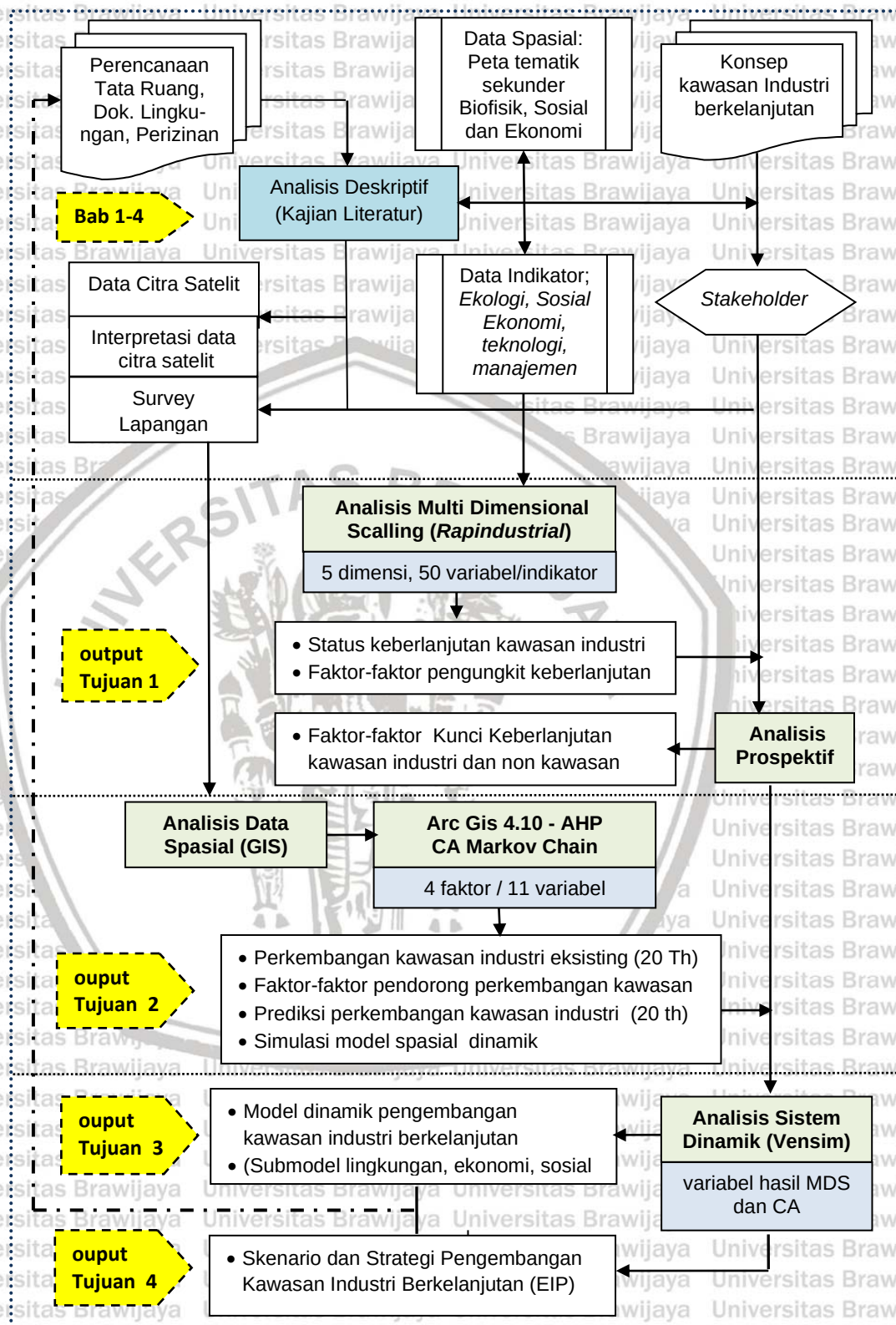
- a. *Teknik Triangulasi*, adalah salah satu teknik pemeriksaan data dengan membandingkan dengan data dan informasi lainnya. Teknik triangulasi yang digunakan meliputi; (1) triangulasi berdasarkan sumber data yaitu dengan melakukan perbandingan antara data pengamatan/observasi, data wawancara maupun data yang tercantum dalam dokumen; (2) triangulasi berdasarkan teknik yang berbeda yaitu pengecekan terhadap data dari sumber yang sama dengan menggunakan teknik/metode yang berbeda.
- b. *Teknik pengecekan member (member check)*, adalah pengecekan ulang/konfirmasi validitas data yang diperoleh dari para sumber data/informan.

Metode ini dapat dilaksanakan setelah tahapan pengumpulan data atau setelah dilakukan analisis data dengan cara diskusi kelompok (*focus group discussion*) atau secara individual.

3.7 Analisis Data

Analisis data adalah proses tahapan pengolahan data dengan mengorganisasikan ke dalam suatu pola, kategori dan satuan uraian dasar. Analisis data dalam penelitian *mix methods* dapat dilakukan dengan mengumpulkan data (kualitatif dan kuantitatif) secara simultan dalam satu tahapan. Berdasarkan fokus dan rumusan masalah penelitian maka data yang telah terkumpul dilakukan analisis dengan metode analisis yang telah ditetapkan secara kualitatif maupun kuantitatif, Moloeng (1993); dan Sugiyono (2016)..

Untuk melaksanakan penelitian sebagaimana digambarkan dalam kerangka konseptual penelitian, dibutuhkan berbagai data, fakta, informasi dan kebutuhan semua pemangku kepentingan yang harus dirangkum dalam suatu kerangka analisis. Penelitian ini dilaksanakan melalui 4 (empat) tahapan utama dengan menggunakan metode analisis secara simultan yaitu; (1) analisis deskriptif (kajian literatur) terhadap semua data sekunder dan data spasial yang terkait dengan variabel penelitian; (2) analisis multidimensional scalling / MDS dengan menggunakan *software Rapindustrial* untuk menentukan status keberlanjutan; (3) analisis spasial dinamik dengan menggunakan *Arc.Gis* dan metode *Cellular Automata (CA Markov Chain)* untuk menganalisis dinamika perkembangan spasial kawasan industri; dan (4) analisis sistem dinamik dengan menggunakan *software vensim* untuk menyusun model sistem dinamik pengembangan kawasan industri. Hasil akhir dari proses analisis tersebut adalah merumuskan skenario kebijakan dan strategi implementasi pengembangan industri yang berkelanjutan di wilayah perkotaan Gresik. Secara ringkas tahapan dan alur analisis penelitian disajikan pada Gambar 3.2, sedangkan secara detail dijelaskan tahapan dan mekanismenya dalam bab 5, 6 dan 7 sesuai dengan masing-masing tema pembahasan:



Gambar 3.2 Tahapan dan Alur Analisis Penelitian

Sumber : Hasil Analisis, 2017

3.7.1 Analisis Deskriptif

Merupakan tahapan awal dari penelitian ini yang dilaksanakan dengan mengolah data-data sekunder maupun primer yang berbentuk data kualitatif maupun kuantitatif. Teknik analisis yang digunakan adalah deskriptif eksploratif terhadap semua sumber dan jenis data yaitu: (1) data perencanaan/dokumen tata ruang; (2) data spasial dan peta tematik; (3) data atribut aspek lingkungan biofisik, ekonomi, sosial budaya, manajemen dan teknologi; dan (4) data tentang visi dan konsep pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan. Hasil dari analisis deskriptif ini akan menjadi bahan kajian dan materi analisis pada tahapan berikutnya.

3.7.2 Analisis Keberlanjutan

Merupakan tahapan analisis yang dimaksudkan untuk mengevaluasi kinerja lingkungan oleh pengelola kawasan dan pengelolaan industri menuju status keberlanjutan (*eco industrial park*). Menurut Kavanagh dan Pitcher dalam Wikaningrum *et.al* (2015), tahapan dalam analisis *Multidimensional Scalling* (MDS) yaitu: (1) penentuan atribut/kriteria pada setiap dimensi keberlanjutan melalui kajian pustaka, wawancara dan pengamatan di lapangan; (2) penilaian atribut/kriteria pada setiap dimensi keberlanjutan, penilaiannya menggunakan kuisioner penelitian; dan (3) penilaian indeks dan status keberlanjutan melalui analisis ordinasasi menggunakan *Software Rapindustrial* yang merupakan pengembangan dari aplikasi MDS, analisis sensitif (*leverage analysis*) dan analisis anomali (*Monte Carlo analysis*). Penentuan dimensi beserta atribut-atributnya dalam tahapan ini dapat melibatkan *stakeholder* atau pakar yang berkompeten termasuk pengelola kawasan industri, *tenant* industri dan pengelola industri non kawasan.

3.7.3 Analisis Spasial Dinamik (Sistem Informasi Geografis)

Analisis spasial dinamik dengan sistem informasi geografis (SIG) dilakukan untuk mendapatkan penyajian spasial perkembangan lahan dan skenario pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan di perkotaan Gresik pada masa yang akan datang. Tahap analisis dimulai dengan pengumpulan dan penyusunan basis data yang bersumber dari data atribut dan spasial, serta informasi faktual dari pemanfaatan ruang (*landuse*) secara series waktu selama 20 tahun terakhir (1997, 2007 dan 2017). Data dan informasi tersebut bersumber dari interpretasi citra satelit resolusi tinggi/menengah dan selanjutnya dilakukan penelitian lapangan untuk validasi.

Selanjutnya Untuk memprediksi tren perkembangan kawasan industri di perkotaan Gresik pada rentang waktu 20 tahun ke depan akan digunakan metode analisis *Celluler Automata* (CA). Variabel yang digunakan berlandaskan pada faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan kawasan industri yang dirumuskan melalui proses analisis AHP. Peta-peta tematik berkaitan dengan penggunaan lahan merupakan bagian dari *input* di dalam proses *Celluler Automata* (CA). Rangkaian peta yang dibutuhkan akan berfungsi sebagai referensi terkait karakteristik lokasi dan kondisi penggunaan lahan untuk pengembangan kawasan industri.

3.7.4 Analisis Sistem Dinamik

Analisis sistem dinamik dilakukan untuk menggambarkan hubungan timbal balik antar variabel atau faktor penting yang mempengaruhi perkembangan kawasan industri dalam periode waktu tertentu. Analisis sistem dinamik dapat menggunakan dua pendekatan permodelan yakni *top down* dan *bottom up*. Di dalam permodelan *top-down* model utama dibangun terlebih dahulu kemudian di-

breakdown ke dalam sub model. Sedangkan pada permodelan *bottom-up*, terlebih dahulu disusun submodel-submodel yang kemudian diintegrasikan menjadi model besar. Menurut Forrester (1961) sistem dinamik digunakan untuk melihat sebuah struktur yang mendasari situasi yang kompleks dan mengidentifikasi pola penyebab dari perubahan perilaku yang terjadi. Metode sistem dinamik berkaitan dengan berbagai pertanyaan dan tendensi dinamika sistem yang kompleks dengan pola perilaku yang dibangkitkan oleh sistem tersebut seiring dengan bertambahnya waktu.

Peristiwa atau kondisi yang dapat dimodelkan dengan sistem dinamik adalah masalah yang bersifat dinamis atau berubah terhadap waktu dan struktur yang fenomenanya mengandung paling sedikit satu unsur umpan balik (*feedback structure*). Adapun tahapan yang dilakukan di dalam analisis sistem diantaranya meliputi: (1) analisis kebutuhan sistem; (2) formulasi permasalahan sistem (3) identifikasi dan konseptualisasi sistem; (4) perumusan model; (5) pengujian model; dan (6) implementasi model (Darmono, R, 2005; Soemarno, 2011).

3.7.5 Analisis Faktor Berpengaruh (Prospektif dan AHP)

Untuk merumuskan skenario dan menyusun strategi peningkatan keberlanjutan dan pengembangan kawasan industri berkelanjutan di perkotaan Gresik dibutuhkan atribut faktor-faktor penting yang berpengaruh secara signifikan. Salah satu analisis yang digunakan adalah analisis prospektif partisipatif (*Participatory Prospective Analysis*) yaitu analisis untuk merumuskan faktor-faktor kunci dalam analisis keberlanjutan. Faktor-faktor kunci tersebut merupakan indikator penting yang digunakan sebagai variabel untuk menyusun skenario peningkatan indeks keberlanjutan dalam periode yang diinginkan.

Adapun tahapan dan alur analisis prospektif akan dijelaskan dalam pokok bahasan pada bab tahapan penentuan status keberlanjutan.

Sedangkan Metode analisis AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dalam penelitian ini digunakan untuk merumuskan faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan kawasan industri. Faktor-faktor hasil analisis AHP dengan skor yang telah ditentukan selanjutnya digunakan untuk menyusun skenario dan atau strategi pengembangan spasial kawasan industri yang berkelanjutan di wilayah perkotaan Gresik pada periode waktu yang direncanakan.

Analisis AHP merupakan analisis multikriteria secara partisipatif yang dilakukan dengan penelusuran permasalahan secara bertahap dan membantu pengambilan keputusan dalam memilih beberapa alternatif strategi terbaik yang pelaksanaannya memuat beberapa cara yaitu: (1) mengamati secara sistematis, meneliti ulang tujuan dan menentukan alternatif kebijakan dan atau tindakan untuk mencapai tujuan; (2) membandingkan secara kuantitatif dari segi manfaat dan resiko dari tiap alternatif; (3) memilih alternatif yang terbaik untuk diimplementasikan; dan (4) membuat strategi implementasi kebijakan pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan.

Menurut Saaty, T.L. (1993), permasalahan dan proses keputusan yang kompleks dapat diuraikan menjadi keputusan lebih kecil yang dapat ditangani dengan mudah, antara lain dilakukan dengan: (1) penyusunan hirarkhi, persoalan yang akan diuraikan menjadi unsur-unsurnya, yaitu: kriteria dan alternatif, kemudian disusun menjadi struktur hierarki; (2) penilaian kriteria dan alternatif dinilai melalui perbandingan berpasangan. untuk berbagai persoalan, skala 1 sampai 9 adalah skala terbaik dalam mengekspresikan pendapat. (3) penentuan prioritas, untuk setiap kriteria dan alternatif perlu dilakukan perbandingan

berpasangan.; dan (4) Konsistensi logis (*logical consistency*), semua elemen dikelompokkan secara logis dan diperingkatkan sesuai dengan suatu kriteria yang logis.

Salah satu tahapan penting dari AHP adalah penilaian perbandingan berpasangan, yang pada dasarnya merupakan perbandingan tingkat kepentingan antar komponen dalam suatu tingkat hirarki (Saaty, 1993). Dalam melakukan perhitungan matriks, akan sangat kompleks sehingga diperlukan pengolahan data matematis berbasis komputer sebagai sistem pendukung dalam pengambilan keputusan yang didasarkan atas metodologi hirarkhi.

Adapun langkah-langkah dalam analisis data dengan AHP adalah sebagai berikut:

1. Mendefinisikan pokok permasalahan dan menentukan solusi masalah
2. Membuat struktur hirarki yang diawali dengan fokus pada tujuan, dilanjutkan penentuan kriteria dan alternatif kebijakan pada tingkatan level paling bawah.
3. Membuat matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan pengaruh relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap masing-masing tujuan yang setingkat di atasnya. Sedangkan untuk mengkuantifikasi data kualitatif pada materi wawancara digunakan nilai skala komparasi 1 – 9 berdasarkan skala Saaty seperti pada Tabel 3.5 di bawah ini:
4. Melakukan perbandingan berpasangan yang dilakukan oleh *stakeholder* yang berkompeten berdasarkan hasil identifikasi *stakeholder*.
5. Menguji konsistensinya untuk dapat menyatakan adanya penyimpangan konsistensi atau tidak atas penilaian perbandingan berpasangan. Nilai pengukuran konsistensi diperlukan untuk mengetahui konsistensi jawaban dari responden karena akan berpengaruh terhadap keabsahan hasil.
6. Melakukan sintesis terhadap alternatif dan keputusan-keputusan yang ditentukan untuk memudahkan pemilihan prioritas kebijakan

Tabel 3.4. Nilai Konversi Data Deskriptor ke Data Numerik pada Skala Perbandingan Berpasangan

Skala	Definisi	Penjelasan
1	Kedua elemen sama pentingnya (<i>equally importance</i>) terhadap tujuan	Dua elemen memiliki bobot yang seimbang nilainya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari pada elemen lainnya (<i>moderately importance</i>)	Pengalaman dan judgement agak menyukai sebuah elemen dari pada yang lain
5	Elemen satu lebih penting dari pada elemen lainnya (<i>strongly importance</i>)	Pengalaman dan judgement lebih kuat menyukai sebuah elemen daripada yang lain
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting dari pada elemen lainnya (<i>very strongly importance</i>)	Sebuah elemen lebih kuat disukai dan dominasinya terlihat nyata dalam keadaan yang sebenarnya
9	Satu elemen mutlak penting dari pada elemen lainnya (<i>extremely importance</i>)	Fakta sebuah elemen lebih disukai dari lainnya berada pada kemungkinan yang tertinggi pada urutan yang telah diketahui
2, 4, 6 dan 8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan (<i>intermediate value</i>)	Kompromi diperlukan antara dua judgement
Kebalikan	Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka jika dibandingkan dengan aktivitas j , maka j mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan i	

Sumber : Saaty, Thomas, L (1993)

Disamping mempunyai kelebihan dan fleksibilitas penggunaannya, model AHP juga mempunyai kelemahan yaitu sifat ketergantungan model pada input dari persepsi ahli yang tidak ditentukan batasan *expert*. Kondisi tersebut akan membuat hasil akhir menjadi tidak relevan apabila pendapat ahli memberikan penilaian yang tidak tepat. Oleh karena itu untuk dapat membuat model AHP

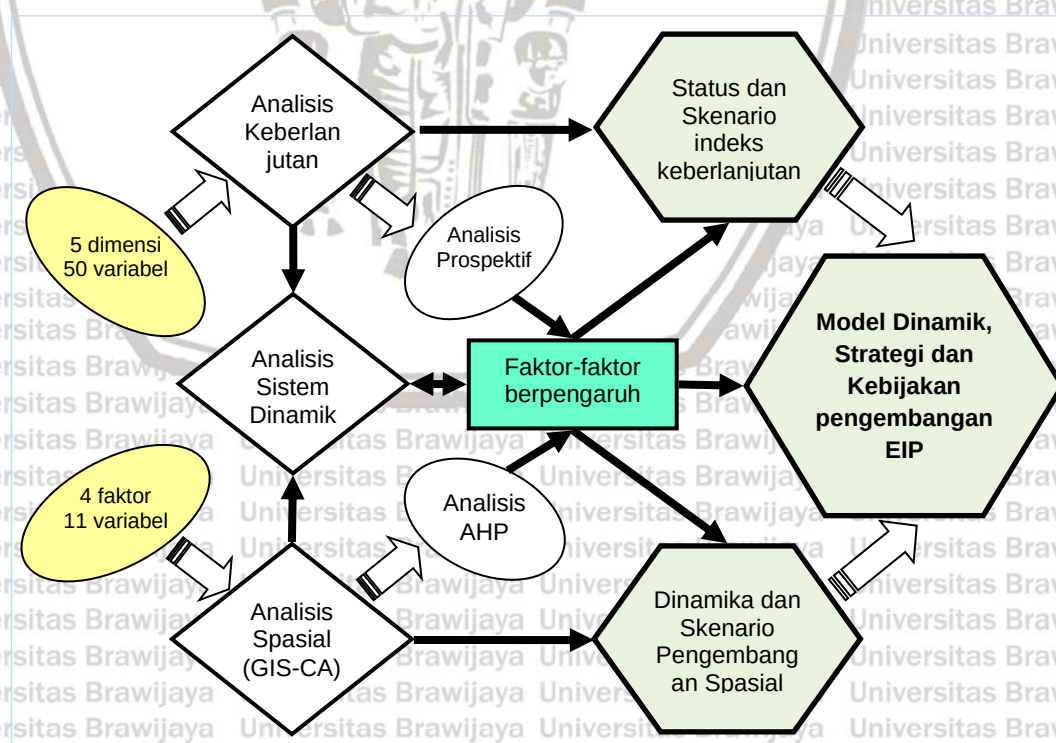
mempunyai kredibilitas dan dapat diterima, perlu mempertimbangkan pemilihan ahli yang benar-benar dapat mewakili masyarakat, paling tidak sebagian besar masyarakat.

Penyusunan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pengembangan kawasan industri berkelanjutan di wilayah perkotaan Gresik dalam tahapan analisis AHP ini dilakukan dengan pengisian kuesioner dan wawancara mendalam terhadap *stakeholder* dan pakar. *Stakeholder* terkait pengembangan kawasan industri yang menjadi responden penelitian adalah; (1) unsur regulator/pemerintah (Dinas Instansi terkait seperti; Bappeda, Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Penanaman Modal dan PTSP, Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang, Dinas Perindustrian); (2) unsur pelaksana/pengelola perusahaan yang terdiri dari pengelola kawasan industri, pengelola *tenant* industri maupun pengelola industri non kawasan; (3) unsur masyarakat seperti para tokoh masyarakat atau DPRD; dan (4) unsur akademisi/peneliti/LSM.

3.7.6 Analisis Skenario dan Strategi Pengembangan

Penyusunan skenario dan strategi pengembangan merupakan tahapan akhir dari analisis dalam penelitian ini. Masing-masing analisis yang digunakan dapat bermuara pada tahapan skenario dan strategi yang secara umum dapat dikelompokkan menjadi tiga level yaitu (1) skenario konservatif yang lebih mempertahankan status quo (*state*) atau perubahan secara terbatas; (2) skenario moderat dengan merencanakan perubahan/perbaikan sekitar 50% terhadap indikator/faktor yang berpengaruh; dan (3) skenario progresif yang menggunakan upaya maksimal melalui perubahan seluruh indikator dengan pesyaratan tertentu. Adapun schema integrasi analisis penyusunan skenario dan strategi pengembangan seperti pada Gambar 3.3 dengan penjelasan sebagai berikut:

- (a) analisis keberlanjutan dengan metode analisis *Multidimensional Scalling* (MDS) menghasilkan skenario untuk peningkatan indeks keberlanjutan masing-masing indikator sebagai faktor pengungkit. Berdasarkan analisis prospektif yang menghasilkan faktor kunci dapat dirumuskan strategi peningkatan keberlanjutan;
- (b) analisis spasial dinamik dengan menggunakan metode *Celluler Automata* (*LanduseSim*) dapat dirumuskan skenario perkembangan spasial berdasarkan faktor-faktor pendorong perubahan lahan hasil analisis AHP dan strategi kebijakan yang direkomendasikan untuk pengembangan kawasan industri berkelanjutan (*eco industrial estate*).
- (c) analisis sistem dinamik dengan menggunakan *software vensim* dapat disusun skenario model pengembangan masing-masing dimensi dengan faktor-faktor yang mempengaruhi sistem; dan



Gambar 3.3 Schema Integrasi Analisis untuk Penyusunan Skenario dan

Strategi Pengembangan Kawasan Industri

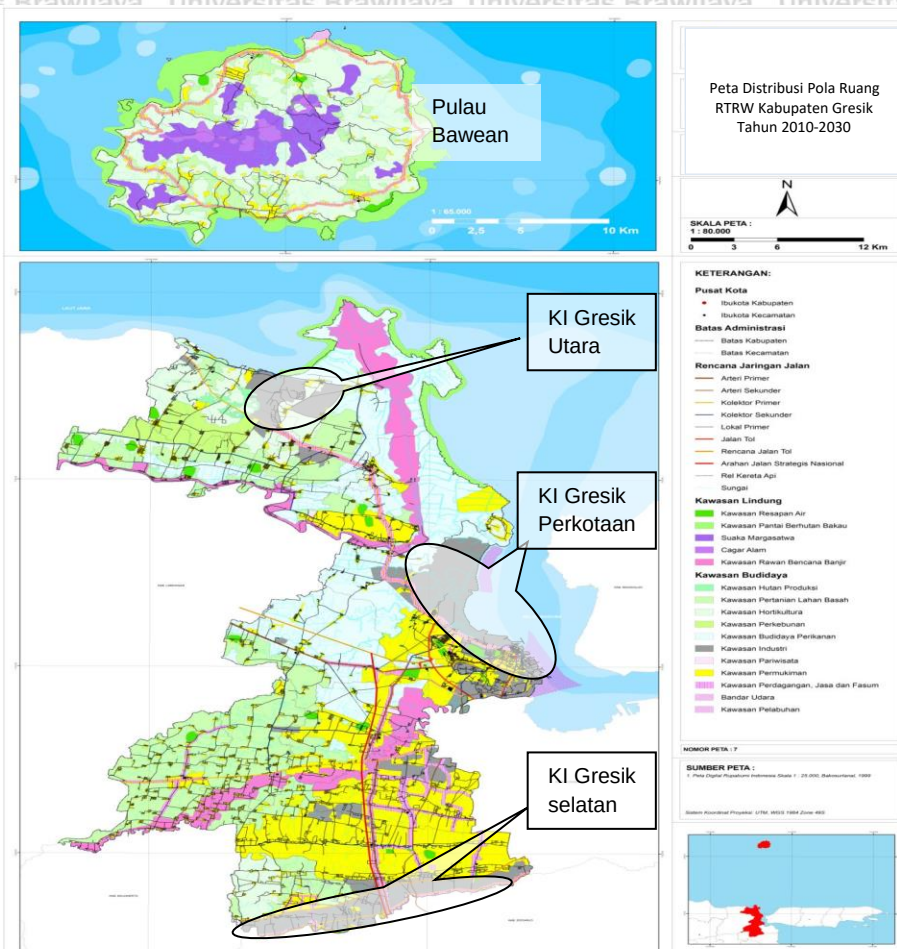


BAB IV KAJIAN WILAYAH PENELITIAN

4.1 Perkembangan Industri di Gresik

Kabupaten Gresik merupakan salah satu wilayah strategis dalam pengembangan industri di wilayah Jawa Timur khususnya dan Indonesia pada umumnya. Pembangunan Industri besar diawali pada tahun 1950-an dengan berdirinya PT. Semen Gresik (sekarang Semen Indonesia) yang mempunyai lahan usaha untuk produksi semen lebih dari 750 hektar di perkotaan Gresik, Kemudian tahun 1960-an diikuti berkembangnya industri pupuk PT. Petrokimia Gresik dengan holdingnya sebagai pendorong tumbuhnya industri di wilayah pesisir laut Kota Gresik dengan menempati area lebih dari 450 Ha. Selanjutnya industri besar dan menengah terus tumbuh pada masa tahun 1980-an sampai saat ini yang menyebar di wilayah perkotaan (Kecamatan Gresik, Kebomas dan Manyar) dan sebagian berkembang di wilayah Gresik Selatan dan Gresik Utara hingga mencapai jumlah lebih dari ± 1300 perusahaan industri sebagaimana dalam Gambar 4.1 (Bappeda, 2017).

Pada mulanya pertumbuhan industri pioner di Gresik berkembang secara sporadis (industri non kawasan) di wilayah berdekatan pesisir pantai Kota Gresik karena membutuhkan fasilitas pelabuhan laut untuk sarana distribusi material dan barang. Tetapi pada tahapan berikutnya setelah adanya regulasi tentang kawasan industri, maka berkembang beberapa kawasan industri yaitu; Kawasan Industri Gresik (KIG) pada tahun 1990-an dengan menguasai lahan awal ± 135 Ha, Kawasan Industri Maspion (KIM) pada tahun 2000-an yang menempati lahan awal ± 350 Ha dan Kawasan Industri JIPE yang dibuka mulai tahun 2015 dengan mengalokasikan lahan seluas lebih dari ± 2.900 Ha (DPMPTSP, 2017).



Gambar 4.1 Peta Distribusi Pola Ruang Industri Kabupaten Gresik
Sumber : Bappeda Kabupaten Gresik, 2018

Sedangkan dari aspek urgensi ekonominya menunjukkan bahwa selama lebih dari satu dekade terakhir yaitu periode tahun 2000 sampai saat ini kontribusi sektor industri pengolahan selalu dominan yaitu rata-rata di atas 45% dalam komposisi PDRB Kabupaten Gresik. Pada tahun 2017 sektor aneka industri pengolahan terhadap total PDRB Kabupaten Gresik memberikan kontribusi terbesar yaitu Rp. 9.932.033,18 juta atau 49,32 %. Sedangkan di posisi kedua dan ketiga adalah sektor Perdagangan, Hotel dan Restoran dengan nilai mencapai Rp. 4.531.469,83 juta (RPJMD Gresik, 2016-2021).

4.1.1 Pola Ruang Peruntukan Industri di Gresik

Posisi strategis pengembangan industri di Gresik juga difasilitasi oleh kebijakan nasional maupun regional yang tercantum dalam rencana tata ruang. Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2010 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN) dan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 5 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Timur 2011-2031, bahwa Gresik sebagai bagian dari pengembangan Kawasan Perkotaan Gerbangkertosusila (Gresik – Bangkalan – Mojokerto – Surabaya – Sidoarjo – Lamongan) salah satunya diarahkan untuk menunjang pengembangan industri nasional. Bentuk implementasi kebijakan tersebut adalah berdirinya Kawasan Industri JIPE berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 58 Tahun 2017 tentang penetapan proyek strategis nasional.

Berdasarkan rencana pola ruang pada dokumen RTRW Kabupaten Gresik Tahun 2010 – 2030 dapat diketahui bahwa alokasi penggunaan lahan peruntukan kegiatan industri adalah sebesar 12.112 Ha atau sekitar 10,17% dari luas wilayah kabupaten Gresik (Tabel 4.1). Sedangkan distribusi untuk pola ruang industri di wilayah kajian (Kecamatan Gresik, Kebomas dan Manyar) adalah seluas lebih dari 5.000 Ha .

Tabel 4.1 Rencana Pola Ruang Wilayah Kabupaten Gresik

KAWASAN BUDIDAYA			
No.	Rencana Pola Ruang	Luas (Ha)	(%)
1	Kawasan Permukiman	25.953,39	21,79%
2	Kawasan Pertanian Lahan Basah	26.614,74	22,34%
3	Kawasan Perikanan Budidaya	17.399	14,61%
4	Kawasan Hortikultura	100	0,08%
5	Kawasan Industri	12.112,59	10,17%
6	Kawasan Perdagangan, Jasa, dan Fasum	6.458,32	5,42%
7	Kawasan Perkebunan	3.471	2,91%
8	Kawasan Hutan Produksi	1.017	0,85%
9	Kawasan Pertambangan	284,65	0,24%
10	Kawasan Pariwisata	82,85	0,07%
11	Kawasan lainnya *	4.501,30	3,78%
Jumlah Total		119.125,00	100,00%

Sumber : Bappeda Kabupaten Gresik, 2018

4.1.2. Penggunaan Lahan Industri Eksisting di Wilayah Penelitian

Peggunaan lahan untuk industri di wilayah penelitian sebagian besar menyebar di wilayah dekat pesisir dan mempunyai akses langsung menuju jalan nasional/arteri. Penggunaan lahan untuk industri di Kecamatan Gresik adalah seluas 218,35 ha, di Kecamatan Kebomas seluas 847,88 ha dan di Kecamatan Manyar seluas 2.021 ha. Sehingga total lahan industri di wilayah kajian seluas 3.087,41 Ha atau sekitar 21,80 % dari luas total wilayah (Tabel 4.2).

Tabel 4.2 Luas Penggunaan Lahan Industri Wilayah Penelitian

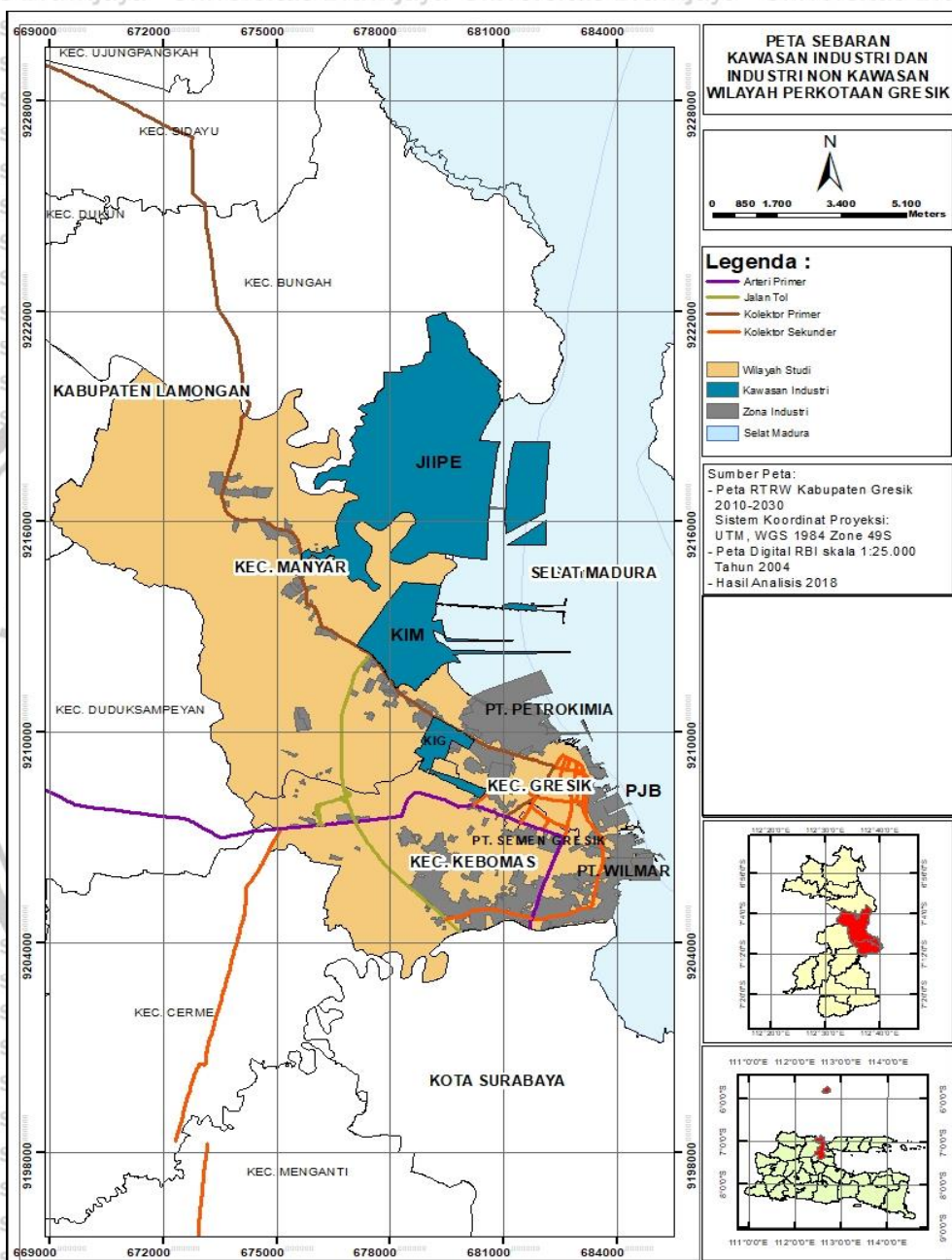
Penggunaan Lahan	Gresik		Kebomas		Manyar		Luasan Total
	(Ha)	%	(Ha)	%	(Ha)	%	
Area Terbuka	66,19	9,0	346,51	10,1	534,52	5,4	947,22
Badan Air	18,42	2,5	40,59	1,2	210,82	2,1	269,83
Bukit Berbatu		0,0	374,32	10,9		0,0	374,32
Industri	218,35	29,6	847,88	24,6	2021,18	20,3	3087,41
Permukiman	419,84	56,9	902,23	26,2	830,84	8,3	2152,91
Sawah		0,0	118,69	3,4	175,76	1,8	294,45
Tambak	10,21	1,4	761,09	22,1	5913,78	59,3	6685,08
Vegetasi	4,22	0,6	52,97	1,5	289,39	2,9	346,59
Total	737,23		3444,29		9976,29		14157,81

Sumber : Dinas PUTR Kabupaten Gresik, 2018

4.1.3 Profil Kawasan Industri di Gresik

Berdasarkan ketentuan dan persyaratan teknis dalam Peraturan Pemerintah tentang kawasan Industri, maka industri-industri pioner yang telah berkembang terlebih dahulu seperti Group PT. Semen Gresik dan Group PT. Petrokimia Gresik meskipun menempati lahan yang cukup luas yang terdiri dari beberapa anak perusahaan sebagai holding tidak termasuk dalam kategori kawasan industri (*industrial estate*). Sampai pada tahun 2018 di wilayah penelitian terdapat 3 (tiga) kawasan industri yang telah dilengkapi dengan Izin Usaha Kawasan Industri (IUKI) yaitu; Kawasan Industri Gresik (KIG), Kawasan Industri Maspion (KIM) dan

Kawasan Industri JIPE sebagaimana dijelaskan dalam Gambar 4.2 dengan profil umum masing-masing kawasan sebagaimana uraian pada Tabel 4.2.



Gambar 4.2 **Peta Sebaran Kawasan Industri dan Industri Non Kawasan**
Sumber : Dinas PUTR Kabupaten Gresik, 2018

Tabel 4.3 Luas Kawasan Industri Wilayah Penelitian

No	Nama Kawasan	Luas Lahan (ha)		Tahun Operasional	Keterangan
		Eksiting	Perluasan		
1	Kawasan Industri Gresik (KIG)	135	200	1992-1993	- Jumlah <i>tenant</i> industri besar 75 unit - Lokasi lama sudah habis (sisa 5%) rencana pengembangan di Kec Ujungpangkah
2	Kawasan Industri Maspion (KIM)	341	550	2005-2006	- Jumlah <i>tenant</i> industri besar 32 unit dan dominasi PMA - Lokasi lama (sisa 20 %) - Rencana untuk perluasan lahan (reklamasi) - Dilengkapi dengan pelabuhan (5 jetty)
3	Java Integrated Industrial and Port Estate (JIPE)	1.761	1.172	Mulai 2015	- Jumlah <i>tenant</i> industri besar (5 unit masih tahap konstruksi) - Lahan pengembangan untuk pelabuhan dan kawasan perdagangan residensial - Pelabuhan internasional telah operasional

Sumber : PTSP dan DPUTR Kabupaten Gresik , 2018

A. Kawasan Industri Gresik (KIG)

Kawasan Industri Gresik (KIG) merupakan kawasan industri pertama di Kabupaten Gresik sebagaimana ijin lokasi Nomor 401 tahun 1992 dengan luas lahan $\pm$ 135 Ha yang berlokasi di wilayah perkotaan yaitu sebagian berada di wilayah Kecamatan Gresik (Kelurahan Ngipik), Kecamatan Kebomas (Desa Randuagung) dan sebagian di wilayah Kecamatan Manyar (Desa Yosowilangon dan Roomo). Pendirian dan pengelolaan Kawasan dilaksanakan oleh perusahaan PT. KIG yang komposisi penguasaan sahamnya dari PT. Semen Gresik (65%) dan PT. Petokimia Gresik (35%). Berdasarkan data lapangan maupun data sekunder didapatkan karakteristik lokasi, pola penggunaan lahan dan penataan area Kawasan Industri Gresik sebagai berikut:

Tabel 4.4 Karakteristik Lokasi Kawasan Industri Gresik (KIG)

No	Karakteristik Lokasi	Kondisi Faktual
1.	Jarak ke pusat kota	2 – 5 Km
2.	Jarak terhadap permukiman	100 – 300 m (Perum GKB, Ds Roomo)
3.	Aksesibilitas	Jalan Kabupaten dan Jalan Arteri
4.	Prasarana angkutan	Pelabuhan laut (Pelabuhan Petro)
5.	Sistem jaringan utilitas	Jaringan listrik, Gas dan Telkom
6.	Topografi/kemiringan tanah	Datar < 5%
7.	Jarak terhadap laut & sungai	500 – 1000 m dari Pantai Roomo 50 – 100 m dari Telaga Ngipik
8.	Peruntukan lahan awal	Area terbuka, tegalan
9.	Penggunaan lahan/landuse	
	• Luas Total	135 ha
	• Kavling industri	91,6 ha (70 %)
	• Prasarana (PSU)	29,8 ha (19,57 %)
	• RTH	13,6 ha (10,43 %)
10.	Pengolahan Limbah	Waste Water Treatment Plan (komunal) Pengolahan sampah di TPA Ngipik
11.	Sistem Tanggap Darurat	Hidrانت, pemadam kebakaran
12.	Jumlah Perusahaan	110 perusahaan (75 tenant industri)
13.	Jumlah tenaga kerja	4.875 pekerja (total semua tenant)

Sumber : KIG dan PTSP Kabupaten Gresik, 2018

Kawasan Industri Gresik berdiri pada sebagian lahan milik PT. Semen Gresik dan PT. Petrokimia Gresik. Dalam tinjauan kesesuaian lokasi berdasarkan ketentuan teknis kawasan industri, terdapat beberapa kriteria lokasi yang perlu adanya pengelolaan secara efektif untuk meminimalkan potensi dampak pada lingkungan sekitar dan atau kawasan perkotaan pada umumnya seperti; jarak ke pusat kota sekitar 2 - 5 km, jarak ke permukiman terdekat sekitar 100 m, berdekatan dengan waduk/telaga air dan akses utama yang tidak langsung ke jalan arteri (Tabel 4.4).



Gambar 4.3 **Siteplan Kawasan Industri Gresik (KIG)**
Sumber : KIG dan PTSP Kabupaten Gresik, 2018

Berdasarkan data komposisi penggunaan lahan (landuses) pada Kawasan Industri Gresik (KIG) dari luas total 135 Ha dan jumlah tenaga kerja sekitar 4.875 orang yang menyebar di 75 *tenant* industri telah menggunakan lahan kavling industri (komersial) sebesar 70% atau 91,6 Ha yang berarti masih memenuhi standar teknis tata guna lahan kawasan industri. Sedangkan ruang yang diperuntukkan untuk penyediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) adalah seluas 13,6 Ha atau 10,43% dalam bentuk taman terbuka, *green belt* dan taman di area sempadan (jalan dan saluran drainase). Untuk sarana-prasarana dan utilitas penunjang seluas 29,8 Ha (19,57 %) dalam bentuk jalan kawasan, saluran drainase, tempat ibadah, fasilitas olahraga, WWTP, mess karyawan dan kantor sebagaimana tertuang dalam siteplan kawasan pada Gambar 4.3 .

B. Kawasan Industri Maspion (KIM)

Kawasan Industri Maspion (KIM) telah dirintis dan mendapatkan ijin lokasi sejak tahun 1995 yang berlokasi di Desa Manyar Sidomukti dan Desa Sukomulyo Kecamatan Manyar dengan keluasan lahan $\pm$ 341 Ha ditambah lahan untuk area perluasan dan pengembangan kepelabuhanan sekitar 550 Ha. Operasionalisasi KIM dilaksanakan oleh PT. Maspion Industrial Estate yang merupakan salah satu perusahaan yang tergabung dalam Group MASPION. Berdasarkan data lapangan maupun data sekunder didapatkan karakteristik lokasi, pola penggunaan lahan kawasan industri maspion sebagai berikut:

Tabel 4.5 Karakteristik Lokasi Kawasan Industri Maspion (KIM)

No	Kriteria Lokasi	Kondisi Faktual
1.	Jarak ke pusat kota	5 – 7 Km
2.	Jarak terhadap permukiman	200 – 300 m (Desa Manyarsidomukti)
3.	Aksesibilitas	Jalan arteri primer / jalan nasional
4.	Prasarana angkutan	Pelabuhan laut
5.	Sistem jaringan Utilitas	Jaringan listrik, Gas dan Telkom
6.	Topografi/kemiringan tanah	Datar < 5%
7.	Jarak terhadap laut & sungai	50 – 100 m dari Pantai Utara Manyar 300 – 500 m dari Sungai/Kali Mireng
8.	Peruntukan lahan awal	Tambak, rawa2/pesisir pantai
9.	Penggunaan lahan	
	• Luas Total	341 Ha
	• Kavling industri (komersial)	239 Ha (70 %)
	• Prasarana (PSU)	71,2 Ha (20,9 %)
	• RTH	30,8 Ha (9,04 %)
10	Pengolahan Limbah	WWTP (individual tenant)
	Sistem , Tanggap Darurat	Pengolah sampah di TPA Ngipik
11.	Jumlah Perusahaan	32 Industri menengah besar
12	Jumlah Pekerja	5.034 pekerja (total tenant)

Sumber : KIM dan PTSP Kabupaten Gresik, 2018

Berdasarkan posisi kawasan menunjukkan bahwa KIM secara umum berada pada lokasi yang strategis dari aspek aksesibilitas dan ketersediaan prasarana transportasi untuk menunjang distribusi bahan baku dan barang hasil produksi. Sedangkan dari orientasi lokasi masih terdapat beberapa kekurangan yaitu rona lingkungan sekitarnya yang berdekatan dengan jarak kurang dari 100 m terhadap kawasan permukiman, berbatasan langsung dengan pesisir pantai dan jalur sungai yang dapat berpotensi adanya konflik kepentingan dan gangguan ekologis wilayah pesisir (Tabel 4.5)

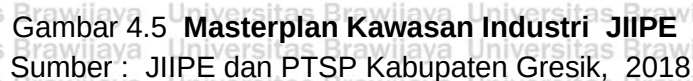


Gambar 4.4 **Siteplan Kawasan Industri Maspion (KIM)**

Sumber : KIM dan PTSP Kabupaten Gresik, 2018

Berdasarkan komposisi penggunaan lahan pada KIM dari luas total 341 Ha dengan jumlah tenaga kerja sekitar 5.034 orang yang menyebar di 32 tenant industri telah merencanakan penggunaan lahan kavling komersial sebesar 70 %

JIIPE merupakan kawasan industri terbaru yang menjadi salah satu proyek strategis nasional sebagaimana dituangkan dalam Peraturan Presiden RI Nomor 58 Tahun 2017 yang berlokasi di Kecamatan Manyar Kabupaten Gresik. Berdasarkan masterplan kawasan yang dibuat oleh anak perusahaan PT.Pelindo III, bahwa JIIPE akan dikembangkan menjadi kawasan industri terpadu dengan fasilitas kepelabuhanan yang berskala pelayanan internasional dan kawasan residensial seperti hotel, apartemen, perumahan dan central bisnis (Gambar 4.5).



Sumber : JIPE dan PTSP Kabupaten Gresik, 2018

Kawasan industri JIPE direncanakan menempati lahan seluas total 2.933 Ha yang terbagi menjadi peruntukan kawasan industri (*industrial estate*) seluas ± 1.761 Ha yang dikelola oleh PT. Berkah Kawasan Manyar Sejahtera (BKMS), peruntukan pelayanan kepelabuhanan (*seaport estate*) seluas ± 406 Ha yang dikelola oleh PT. Berlian Manyar Sejahtera (BMS) serta peruntukan kawasan central bisnis dan perumahan (*residential estate*) seluas ± 765 Ha yang dikelola oleh PT. Aneka Kimia Raya (AKR). Perkembangan selama 4 tahun sampai dengan tahun 2018, kawasan JIPE masih dalam proses pelaksanaan konstruksi (*under construction*) antara lain pembebasan dan pematangan lahan, pembuatan akses jalan dan pembangunan sarana-prasarana yang mengacu pada gambar *siteplan* yang telah ditetapkan (Tabel 4.6).

Tabel 4.6 Karakteristik Lokasi Kawasan Industri JIPE

No	Kriteria Lokasi	Kondisi Faktual
1.	Jarak ke pusat kota	7 – 10 Km
2.	Jarak terhadap permukiman	2 – 3 Km Kecamatan Manyar
3.	Aksesibilitas	Jalan arteri primer / jalan nasional
4.	Prasarana angkutan	Pelabuhan laut
5.	Sistem jaringan Utilitas	Jaringan listrik, Gas dan Telkom
6.	Topografi/kemiringan tanah	Datar < 5%
7.	Jarak terhadap laut & sungai	50 – 100 m dari Pantai Utara Manyar
8.	Peruntukan lahan awal	50 – 100 m dari Sungai/Kali Mireng
9.	Penggunaan lahan	Tambak, rawa2/pesisir pantai
	• Luas Total	± 2.933 Ha
	• Kavling industrial esate	± 1.761 Ha
	• Pelabuhan	± 406 Ha
	• Residensial dan CBD	± 765 ha

Sumber : Dinas PUTR Kabupaten Gresik, 2018

4.2 Kondisi Fisik dan Lingkungan

Fenomena perkembangan area industri di Kabupaten Gresik pada dasarnya membentuk wilayah aglomerasi di sekitar perkotaan dan wilayah pesisir yang meliputi tiga kecamatan yaitu Kecamatan Gresik, Kecamatan Kebomas dan Kecamatan Manyar. Ketiga wilayah perkotaan tersebut dalam tinjauan perkembangan fisik mempunyai fase dan intensitas yang berbeda. Kecamatan Gresik dengan luas wilayah 554,29 Ha pada kondisi eksisting merupakan wilayah yang paling padat area terbangunnya sebesar $\pm 79\%$ sehingga potensi pertumbuhan kawasan relatif kecil, Kecamatan Kebomas dengan luas wilayah 3.006 Ha dengan proporsi area terbangun eksisting sebesar $\pm 49\%$ yang masih memungkinkan terjadinya pertumbuhan kawasan baru, Sedangkan wilayah Kecamatan Manyar dengan luas wilayah 9.542,49 Ha masih relatif luas wilayah yang belum terbangun $\pm 25\%$ sehingga menjadi wilayah yang berpotensi tumbuh pesat untuk pengembangan industri di masa yang akan datang.

Dalam tinjauan aspek lingkungan hidup terhadap wilayah penelitian tersebut juga mempunyai status dan problematika yang bervariasi. Pada wilayah yang sudah padat penduduk yang bercampur dengan aktifitas industri seperti di kawasan kota lama Gresik dan Kebomas, maka aspek penataan area kumuh (*slum area*) dan upaya mempertahankan daya tampung lingkungan (*carrying capacity*) menjadi prioritas, sedangkan pada kawasan yang didominasi lahan non terbangun (tambak dan pertanian) di Kecamatan Manyar yang sekaligus menjadi arahan pengembangan industri baru, maka pengaturan alih fungsi lahan dan minimalisir eksternalitas proyek pembangunan untuk mempertahankan daya dukung lingkungan (*carrying capacity*) menjadi sangat urgen.

4.2.1 Geografi dan Topografi

Kabupaten Gresik memiliki luas wilayah 1.191,25 km² dengan kategori wilayah pesisir pantai sepanjang ± 140 km. Posisi Kabupaten Gresik terletak antara 112° – 113° Bujur Timur dan 7°– 8° Lintang Selatan dengan dominasi dataran rendah dengan ketinggian 2 – 12 m di atas permukaan laut. Secara administrasi pemerintahan, wilayah Kabupaten Gresik terdiri dari 18 kecamatan, 330 Desa dan 26 Kelurahan dengan 2 (dua) kecamatan berada di wilayah kepulauan (Pulau Bawean).

Sedangkan wilayah penelitian dibatasi pada wilayah administrasi 3 (tiga) kecamatan yaitu Kecamatan Gresik, Kebomas dan Manyar yang berada pada posisi koordinat geografis 112° – 113° Bujur Timur dan 7°–8° Lintang Selatan dengan topografi sebagian besar wilayah yang datar yaitu rata-rata pada kemiringan 0-5 %. Wilayah penelitian mempunyai keluasan lahan keseluruhan 13.102,78 Ha dengan komposisi area terbangun/pekarangan seluas ± 4.307,23 Ha atau sekitar 33 % dari luas wilayah yang menyebar di 65 Kelurahan/desa seperti dijelaskan pada Tabel 4.7.

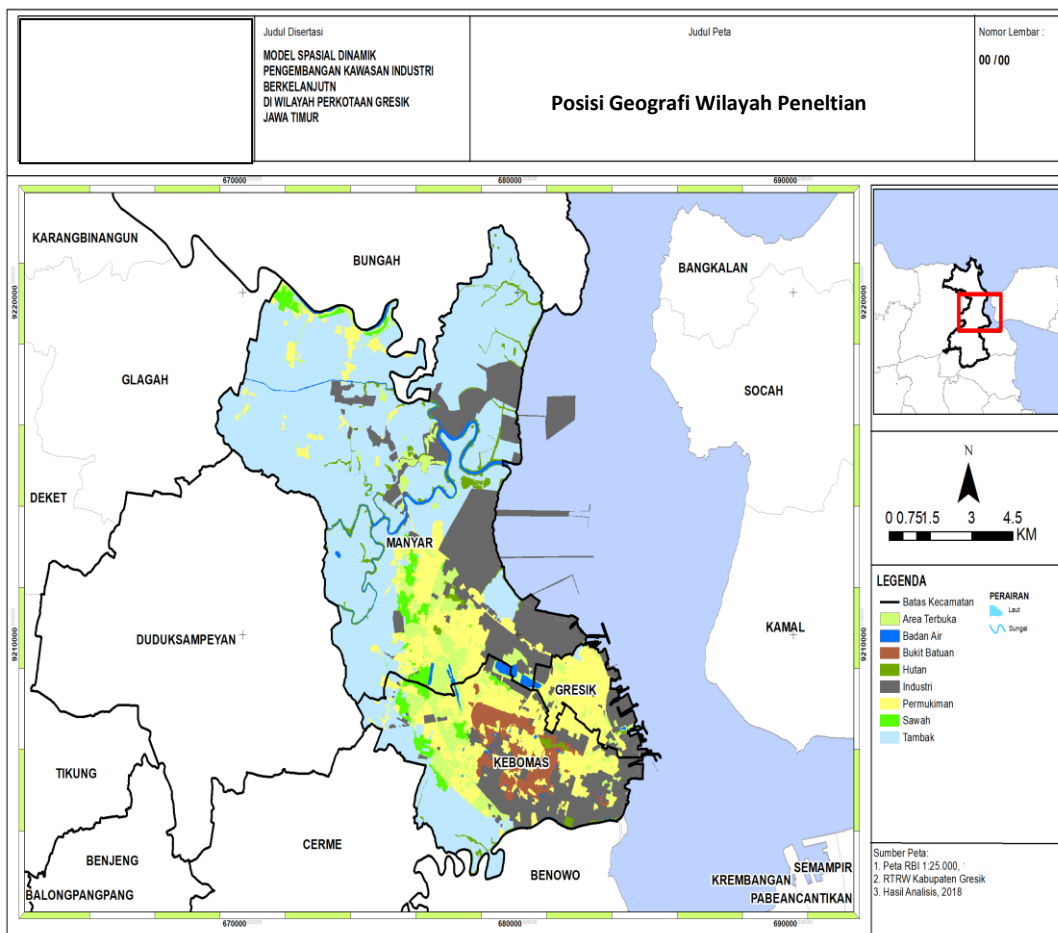
Tabel 4.7 Luas Wilayah dan Jumlah Desa/Kelurahan Wilayah Penelitian

No	Wilayah	Luas Wilayah (Ha)	Area Terbangun/ Pekarangan	Jumlah Desa/ Kelurahan
1	Kecamatan Gresik	554,29	438,36 (79 %)	21
2	Kecamatan Kebomas	3.006	1.478 (49 %)	21
3	Kecamatan Manyar	9.542,49	2.390,87 (25 %)	23
4	Wilayah Penelitian	13.102,78	4.307,23 (33 %)	65

Sumber : Hasil Analisis dan BPS Kabupaten Gresik, 2018

Adapun batas-batas wilayah penelitian adalah sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.6 yaitu : Sebelah Utara dengan Laut Jawa (Selat Madura), Sebelah Timur dengan Selat Madura dan Kota Surabaya, Sebelah Selatan

dengan Kecamatan Cerme dan Sebelah Barat Kecamatan Bunga, Duduksampeyan dan Kabupaten Lamongan.



Gambar 4.6 Posisi Geografi Wilayah Penelitian

Sumber : Bappeda dan Hasil Analisis, 2018

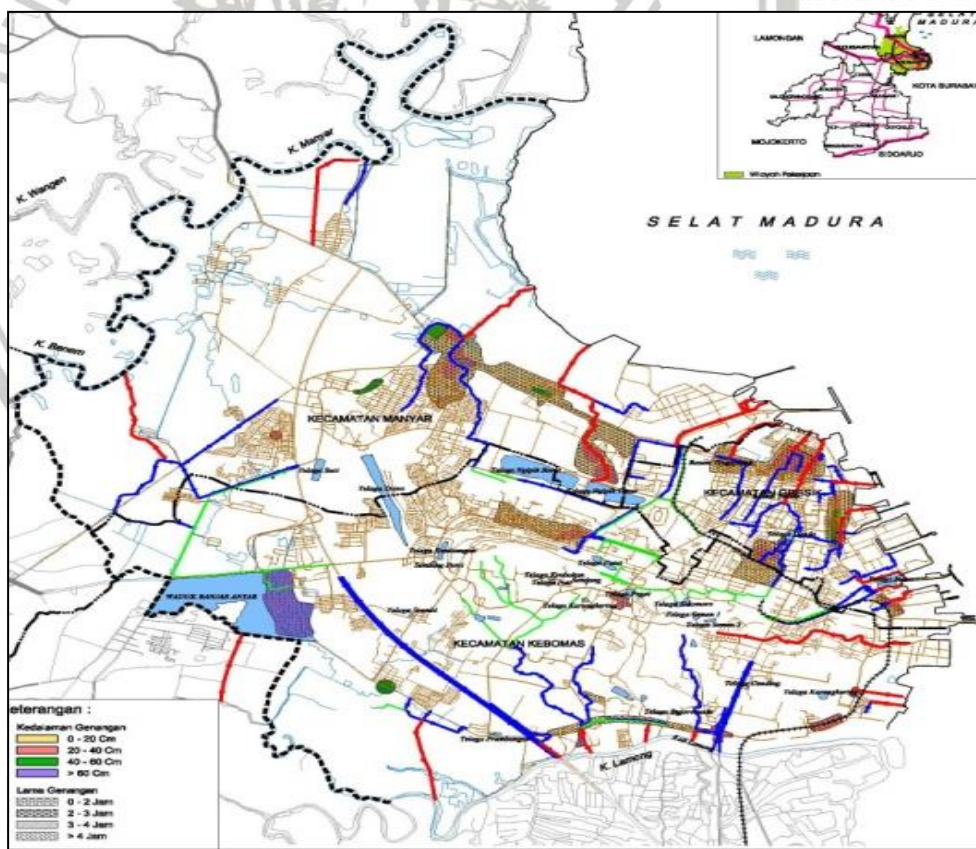
4.2.2 Hidrologi dan Klimatologi

Secara Hidrologis Kabupaten Gresik dilalui oleh 3 (tiga) aliran sungai utama yaitu Sungai Bengawan Solo di wilayah Gresik Utara, Kali Lamong melintasi wilayah Gresik tengah dan Kali Surabaya berada di sisi Gresik selatan.

Sedangkan untuk wilayah penelitian hanya sebagian yang dilalui oleh anak Sungai Bangawan Solo (seperti Kali Manyar, Kali Mireng, Kali Sembayat, Kali Roomo) yang berada di Kecamatan Manyar yang melintasi Kawasan Industri JIPE dan berbatasan dengan kawasan industri maspion. Selain dialiri oleh sungai-sungai

tersebut kondisi hidrologi Kabupaten Gresik juga terdapat beberapa tempat penampungan air seperti waduk, telaga, embung dan mata air lainnya.

Berdasarkan masterplan drainase Kota Gresik menunjukkan bahwa di wilayah penelitian telah ditetapkan 39 sistem drainase yang bermuara ke utara dan timur menuju ke laut, ke arah selatan kota bersambung dengan anak Kali Lamong dan yang ke arah barat menuju Kali Manyar. Secara umum kondisi drainase Kota Gresik sudah tertata dalam masing-masing sistem eksisting, akan tetapi dengan bertambahnya aktifitas pembangunan industri maupun perkembangan residensial perkotaan maka potensi penurunan kualitas dan kapasitas saluran drainase semakin cepat yang ditunjukkan dengan sejumlah area potensi genangan air ketika musim penghujan (Gambar 4.7).



Gambar 4.7 Area Potensi Genangan Air (Banjir) di Wilayah Penelitian

Sumber : Dinas PUTR Kabupaten Gresik, 2018

Kondisi iklim Kabupaten Gresik tidak berbeda dengan wilayah Indonesia pada umumnya yang termasuk dalam iklim tropis dengan temperatur rata-rata 28,5°C dan kelembaban udara rata-rata 2.245 mm per tahun dan curah hujan rata-rata dalam lima tahun terakhir adalah 1407 mm/tahun. Temperatur minimum terjadi pada bulan Juli sedangkan temperatur tertinggi terjadi pada bulan Oktober. Radiasi matahari terbesar 84 % terjadi pada bulan Maret, kecepatan angin berkisar antara 4-6 per detik dengan arah rata-rata ke Selatan.

4.2.3 Indeks Kualitas Lingkungan Hidup

Indikator penting untuk mengukur kualitas lingkungan hidup adalah **Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH)**. Dalam rangka pengukuran Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) yang diadopsi Kementerian LHK adalah yang dikembangkan oleh Virginia Commonwealth University (VCU) dan BPS dengan menggunakan kualitas air sungai dan kualitas udara. Kondisi eksisting IKLH Kabupaten Gresik pada tahun 2017 mencapai 61,36 atau masih dibawah baseline nasional pada tahun 2016 sebesar 63.0-64.0. Meskipun tidak memasukkan semua indikator kualitas lingkungan dalam perhitungan, IKLH cukup memadai untuk menggambarkan kualitas lingkungan hidup secara makro.

Ditinjau dari faktor yang mempengaruhi diketahui bahwa IKLH tidak mempunyai korelasi dengan produk domestik regional bruto (PDRB) namun IKLH mempunyai korelasi negatif dengan kontribusi pertambangan dan industri pengolahan dalam PDRB. Selain itu, IKLH mempunyai korelasi negatif dengan kepadatan penduduk di suatu wilayah sedangkan pencemaran air sungai adalah masalah lingkungan yang paling utama di setiap provinsi.

Peningkatan kualitas lingkungan hidup ditunjukkan pada **Indeks Kualitas Air Sungai** Kabupaten Gresik tahun 2017 mencapai 53,64 dengan konsentrasi

TSS, DO, BOD, COD Fecal Coli, dan Total Coliform dengan capaian 91% memenuhi pada 20 (dua puluh) titik uji. Kualitas air sungai meningkat signifikan sebesar 1,72 basis poin dibandingkan tahun 2016 sebesar 49,01. Sedangkan **indeks kualitas udara tahun 2017** mencapai 70,06 atau mengalami sedikit peningkatan dibanding Tahun 2016, sebesar 68 dengan rerata SO₂ mencapai 23,08 dan NO₂ mencapai 35,27. Adapun rangkuman beberapa indikator pengelolaan lingkungan di Kabupaten Gresik sebagaimana tercantum dalam Tabel 4.8 sebagai berikut:

Tabel 4.8 Indikator Pengelolaan Lingkungan Kabupaten Gresik

No	Indikator Sasaran	Indikator Pengelolaan Lingkungan		
		2015	2016	2017
1	IKLH	56,47	58,30	61,36
2	Indeks Kualitas Air Sungai	47,29	49,01	53,64
3	Indeks Kualitas Udara	72,23	68	70,06
4	Luas RTH perkotaan	16,3%	16,8 %	17,5 %
5	Penanganan sampah perkotaan	70,15 %	71,80%	73,45%

Sumber : BLH Kabupaten Gresik, 2018

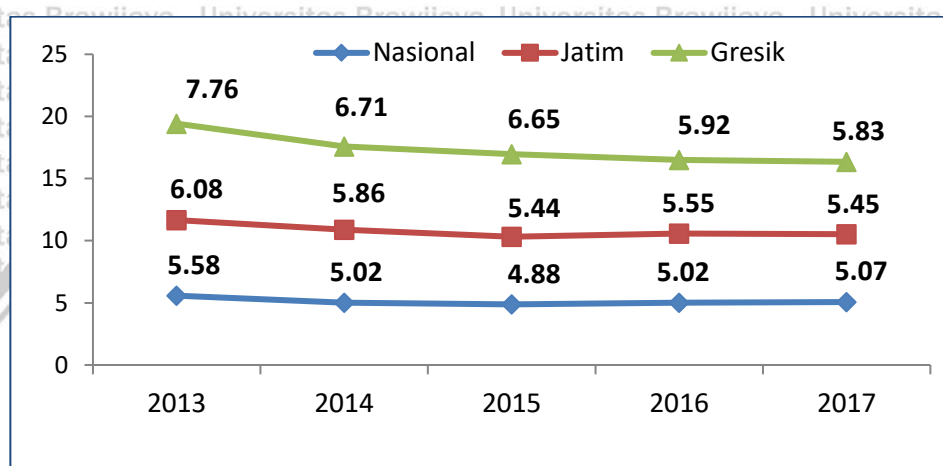
4.3 Perekonomian

Perkembangan ekonomi makro Kabupaten Gresik yang mempunyai relevansi dengan parameter penelitian ini antara lain; pertumbuhan ekonomi, laju inflasi, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), pendapatan daerah hingga capaian pengentasan kemiskinan di Kabupaten Gresik.

4.3.1 Pertumbuhan Ekonomi dan Laju Inflasi

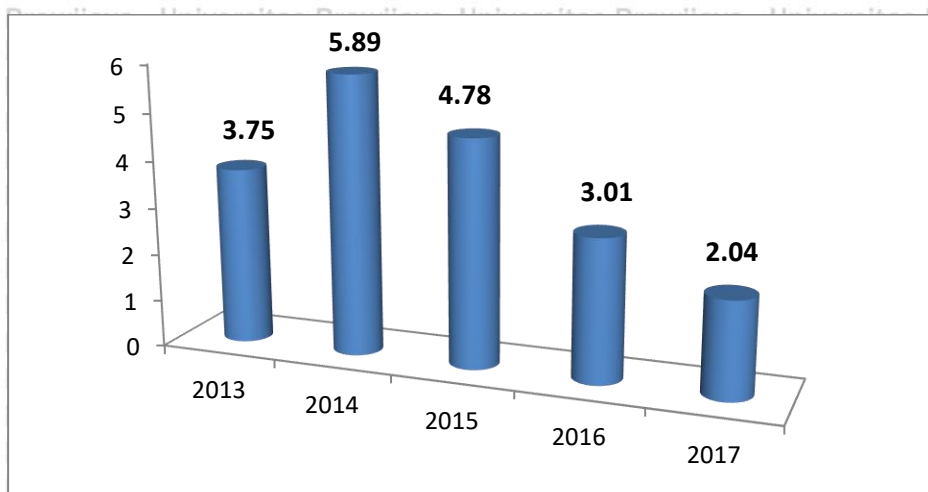
Pertumbuhan ekonomi Kabupaten Gresik periode lima tahun terakhir berdasarkan data BPS Kabupaten Gresik mengalami perlambatan namun secara rata-rata masih di atas pertumbuhan propinsi maupun nasional yaitu sebesar

5,92% tahun 2016 dan meningkat menjadi 5,83% tahun 2017. Sedangkan untuk Propinsi Jawa Timur 5,55 % pada tahun 2016 mengalami penurunan 5,45% pada tahun 2017. Kondisi tersebut juga masih lebih tinggi dibandingkan dengan pertumbuhan ekonomi nasional sebesar 5,02% untuk tahun 2016 dan 5,07% pada tahun 2017 sebagaimana ditunjukkan Gambar 4.8



Gambar 4.8 **Pertumbuhan Ekonomi Periode Tahun 2013 – 2017.**
Sumber : BPS Propinsi Jawa Timur, 2018

Tingkat inflasi Kabupaten Gresik selama periode tahun 2011-2017 mengalami fluktuasi dengan faktor penyebab yang bervariasi baik skala lokal maupun nasional seperti; kenaikan tarif dasar listrik, tarif angkutan, kenaikan harga BBM hingga terjadinya *force major* seperti bencana alam. Laju inflasi Kabupaten Gresik pada Tahun 2016 sebesar 3,01 dan menurun menjadi 2,04 pada tahun 2017. Pengendalian tingkat inflasi merupakan upaya dalam menciptakan ketidakpastian nilai uang, tingkat produksi, distribusi dan arah pengembangan ekonomi serta daya beli dan permintaan masyarakat akan barang dan jasa yang mendukung pertumbuhan ekonomi. Data inflasi Kabupaten Gresik Tahun 2013 sampai dengan tahun 2017 dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut:

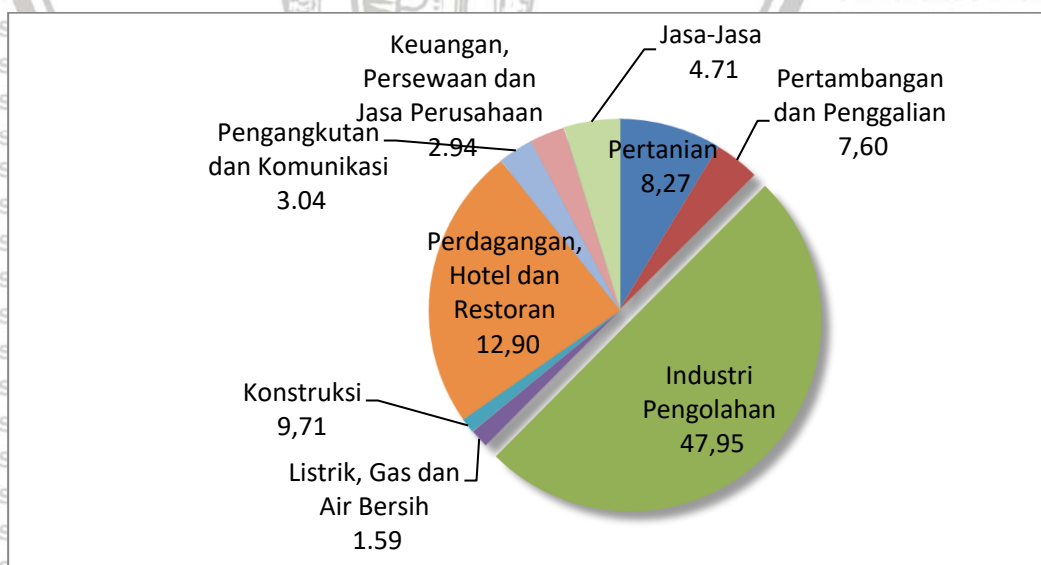


Gambar 4.9 Laju Inflasi Kabupaten Gresik Tahun 2013-2017

Sumber : BPS Kabupaten Gresik Tahun 2018

4.3.2 PDRB dan Nilai Investasi

Berdasarkan parameter ekonomi makro dari Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) ADHK Kabupaten Gresik tanpa migas tahun 2016 mencapai 101,5 Triliun atas dasar harga berlaku. Dalam periode sepuluh tahun terakhir kontribusi sektor industri pengolahan berada pada nilai 47-54% dan pada tahun 2017 sebesar 47,95% (Gambar 4.10).



Gambar 4.10 Prosentase PDRB ADHK Kabupaten Gresik Tahun 2017

Sumber: BPS Kabupaten Gresik, 2018

Selanjutnya posisi terbesar kedua adalah dari sektor Perdagangan, Hotel dan Restoran dengan prosentase sebesar 12,90% dan urutan ketiga adalah 9,71% dari sektor konstruksi. Distribusi PDRB ADHK di Kabupaten Gresik tahun 2017 dijelaskan pada grafik Gambar 4.10.

PDRB per kapita Kabupaten Gresik dengan migas tahun 2016 mencapai Rp.84,90 juta atas dasar harga berlaku dan Rp. 92,31 juta tahun 2017, kondisi ini terus meningkat dari tahun 2013-2017. Artinya secara makro di tahun 2017 besarnya pendapatan yang dihasilkan oleh setiap penduduk di Kabupaten Gresik rata-rata sebesar 92,31 juta dengan nilai gini rasio sebesar 0,29 yang berarti kategori cukup rendah (Tabel 4.9).

Tabel 4.9 PDRB per Kapita Kabupaten Gresik Tahun 2013 – 2017

No	Uraian	PDRB per Kapita / Tahun				
		2013	2014	2015	2016	2017
1	PDRB ADHB (juta)	67,76	75,55	80,17	84,90	92,31
2	PDRB ADHK (juta)	58,12	61,48	64,76	67,55	70,70

Sumber : BPS Kabupaten Gresik Tahun 2017

Dari aspek perkembangan nilai investasi, Kabupaten Gresik merupakan salah satu wilayah di Propinsi Jawa Timur yang sangat kondusif dan prospektif selama lima tahun terakhir dengan realisasi penanaman modal dalam negeri (PMDN) dan Penanaman Modal Asing (PMA) sebesar Rp 30,48 Triliun tahun 2016 dan mengalami kenaikan 39,75% pada tahun 2017 dengan nilai Rp. 50,59 Triliun yang masih didominasi oleh sektor industri sebagaimana tercantum dalam kontribusi terhadap PDRB kabupaten Gresik.

4.3.3 Pendapatan Daerah

Pendapatan Daerah Kabupaten Gresik Periode 2012-2017 rata-rata mengalami peningkatan sekitar 37%. Pada Tahun 2016 realisasi Pendapatan Asli Daerah Kabupaten Gresik tercatat sebesar 715,480 Milyar dan meningkat menjadi Rp. 872,228 Milyar tahun 2017. Sedangkan kontribusi terbesar penerimaan tersebut diperoleh dari sektor pajak daerah sebesar 57,6% kemudian 29,47 % dari penerimaan lainnya dan sebesar 10,78 % dari penerimaan retribusi daerah (Tabel 4.10). Berdasarkan sebaran daerah perolehan pendapatan pajak daerah, maka wilayah penelitian yaitu Kecamatan Gresik, Kebomas dan Manyar rata-rata memberikan kontribusi lebih dari 50% setiap tahun yang menunjukkan bahwa kegiatan pembangunan dan usaha di tiga kecamatan tersebut lebih dominan di banding 15 kecamatan lainnya .

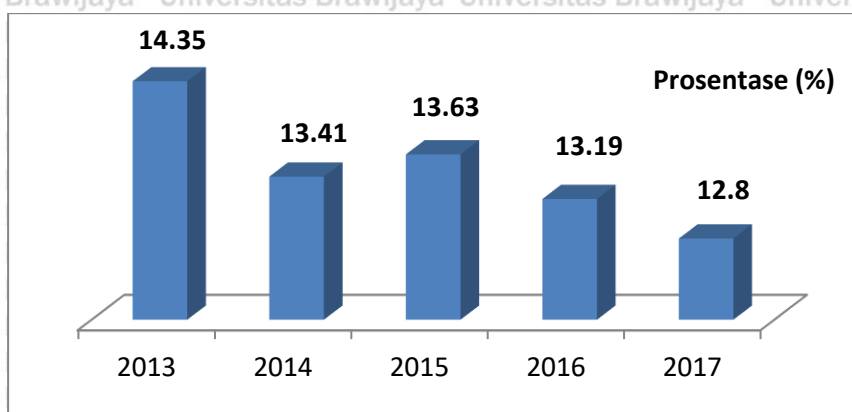
Tabel 4.10 **Pendapatan Daerah Kabupaten Gresik Tahun 2013 – 2017**

No	Uraian	Pendapatan Asli Daerah (Milyar)				
		2013	2014	2015	2016	2017
1	Pajak Daerah	287,20	386,74	450,32	412,11	496,995
2	Retribusi Daerah	68,74	111,03	117,64	77,09	78,798
3	Pendapatan Lainnya	146,80	202,25	231,90	225,17	295,76
3	Total PAD Gresik	502,76	700,58	799,87	715,480	872,228

Sumber : BPS Kabupaten Gresik Tahun 2017

Data perkembangan tingkat kemiskinan di Kabupaten Gresik tidak selalu linier dengan pertumbuhan ekonomi maupun pertumbuhan investasi, meskipun periode lima tahun terakhir rata-rata mengalami penurunan tetapi angkanya masih lebih tinggi dari Tingkat Kemiskinan Provinsi Jawa Timur dan Tingkat Kemiskinan Nasional. Pada Tahun 2016, Tingkat Kemiskinan Provinsi Jawa Timur sebesar 12,05 % dan Tingkat Kemiskinan Nasional adalah 11,47% sedangkan di

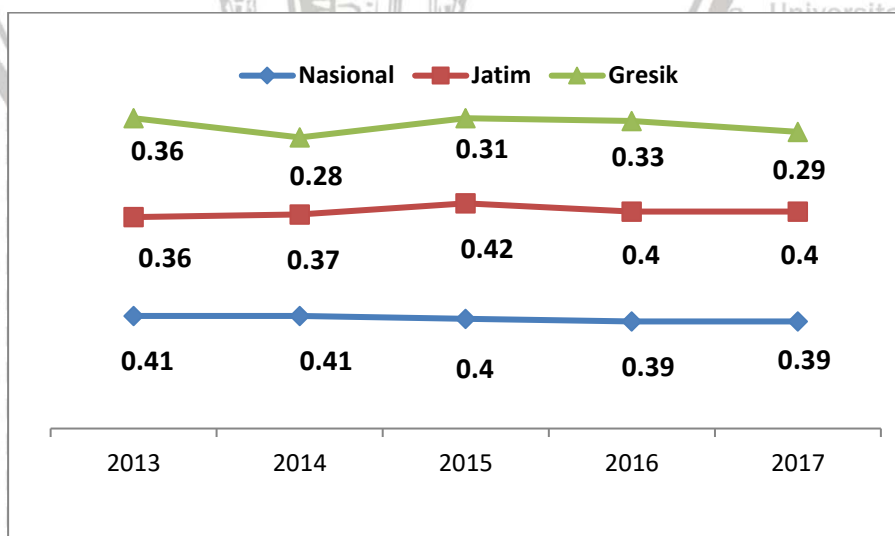
Kabupaten Gresik sebesar 13,19 % dan mengalami penurunan pada tahun 2017 sebesar 12,80 % atau sekitar 168.169 jiwa sebagaimana pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Perkembangan Tingkat Kemiskinan Kab. Gresik

Sumber : BPS Kabupaten Gresik, 2018

Sedangkan sebaran jumlah penduduk miskin dan rentan di Kabupaten Gresik menunjukkan di wilayah penelitian relatif lebih kecil jumlahnya dibanding kecamatan yang lain. Pada Tahun 2017 jumlah penduduk miskin paling sedikit berada di Kecamatan Kebomas sebesar 8.194 orang (2.193 rumah tangga) dan Kecamatan Gresik sebesar 9.386 orang (2.532 rumah tangga).



Gambar 4.12 Perkembangan Gini Ratio Periode 2013 - 2017

Sumber : BPS Jawa Timur, 2018

Perkembangan antar waktu Indeks Gini Kabupaten Gresik mengalami fluktuasi lima tahun terakhir (Gambar 4.12). Berdasarkan sebaran tingkat kemiskinan dan indeks gini kabupaten Gresik tersebut, menunjukkan bahwa pendapatan daerah atau pendapatan perkapita yang dominan didorong oleh sektor industri belum merata ke seluruh wilayah Kabupaten tetapi lebih banyak berdampak pada lokasi yang dekat dengan area pengembangan industri seperti di Kecamatan Gresik, Kebomas dan Manyar.

4.4 Sosial Budaya

Kondisi sosial dan budaya dapat menjelaskan mengenai kondisi kependudukan atau Sumber Daya Manusia dan perkembangannya di Kabupaten Gresik baik kuantitas maupun kualitasnya. Dalam proses pembangunan, kondisi sosial budaya merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan untuk mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan. Berdasarkan data kantor Kesbanglinmas Kabupaten Gresik menunjukkan bahwa jumlah permasalahan/konflik sosial setiap tahun terjadi fluktuasi. Pada Tahun 2014 terdapat 142 konflik dan meningkat pada tahun 2017 sebanyak 797 konflik diantaranya meliputi permasalahan ketertiban dan keamanan (K3), sengketa tanah, konflik utilitas dan SARA yang sebagian besar (98,87 %) dapat diselesaikan oleh institusi yang berwenang.

4.4.1 Demografi

Pertambahan penduduk dan perkembangan ekonomi serta industri merupakan aspek yang saling terkait, karena pertumbuhan penduduk mempengaruhi berbagai macam kebutuhan pokok sandang, pangan, papan, air bersih dan energi yang terus meningkat. Jumlah penduduk Gresik Tahun 2016 mengalami kenaikan 0,51% dibandingkan tahun sebelumnya. Laju kenaikan

penduduk ini dipengaruhi fluktuatif mortalitas, fertilitas, dan migrasi. Laju pertumbuhan penduduk rata-rata Kabupaten Gresik selama tahun 2011 sampai 2017 yakni sebesar 1,23 persen per tahun. Berdasarkan data Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Gresik jumlah penduduk Kabupaten Gresik pada Tahun 2013 sebesar 1.324.777 jiwa dan meningkat pada Tahun 2017 menjadi 1.313.826 jiwa. Kepadatan penduduk Kabupaten Gresik pada tahun 2017 sebesar 1.100 jiwa/Km². Sedangkan angka rasio jenis kelamin laki-laki dibanding perempuan pada tahun 2015 sebesar 1:1,013. Adapun rincian jumlah penduduk Kabupaten Gresik dapat diuraikan pada Tabel 4.11 berikut:

Tabel 4.11 Perkembangan Jumlah Penduduk Wilayah Penelitian Tahun 2013 – 2017

No	Uraian	Jumlah Penduduk / Tahun				
		2013	2014	2015	2016	2017
1	Kec. Gresik	93.168	93,158	86,934	86,417	82.940
2	Kec. Kebomas	102,851	103,408	103,692	105,656	107.605
3	Kec. Manyar	110,165	111,139	111,205	112,862	113.868
4	Kabupaten Gresik	1,324,777	1,329,820	1,303,773	1,310,439	1.313.826

Sumber: BPS Kabupaten Gresik, 2018

Jumlah penduduk di wilayah penelitian menunjukkan data yang bervariasi yaitu di Kecamatan Gresik mengalami trend penurunan dari tahun 2013 sebanyak 93.168 jiwa menjadi 82.940 jiwa pada Tahun 2017. Sedangkan di Kecamatan Kebomas dan Manyar mempunyai trend kenaikan yang sama sekitar 2000 jiwa per tahun. Adapun Jumlah keluarga di Kabupaten Gresik pada Tahun 2017 sebanyak 376.023 keluarga dan tahun 2015 yang tercatat sebanyak 366,554 keluarga, sehingga terjadi kenaikan jumlah keluarga sebanyak 2.180 Keluarga atau 0,02%. Ditinjau dari aspek kualitas penduduk dengan kategori lulusan sekolah sarjana terbanyak berada di Kecamatan Manyar yaitu 10.212 orang atau 17 % dari seluruh sarjana di Kabupaten Gresik, selanjutnya di Kecamatan Kebomas sebanyak 15,9 % dan urutan ketiga Kecamatan Gresik sebanyak 11,7 %.

4.4.2 Indeks Pembangunan Manusia (IPM)

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Kabupaten Gresik dari tahun 2013 sampai 2017 mengalami peningkatan yang didukung oleh perkembangan komponen-komponen penyusun IPM meliputi Angka Harapan Hidup, rata-rata lama sekolah, hingga pengeluaran per kapita. Artinya bahwa secara umum pembangunan manusia di Kabupaten Gresik selama periode tahun 2013-2017 mengalami peningkatan baik kuantitas maupun kualitasnya. Perkembangan IPM menunjukkan peningkatan capaian IPM seiring dengan membaiknya perekonomian daerah. Pada tahun 2013 capaian IPM Kabupaten Gresik sebesar 72,47 dan pada tahun 2017 capaian IPM secara perlahan bergerak naik hingga 74,84. Adapun perubahan dari masing-masing komponen IPM akan di tentukan oleh berbagai faktor sebagaimana dijelaskan dalam Tabel 4.12

Tabel 4.12 Perkembangan IPM Kabupaten Gresik Tahun 2013 – 2017

No	Uraian	Indeks IPM / Tahun				
		2013	2014	2015	2016	2017
1	IPM Gresik	72,47	72,84	73,57	74,46	74,84
2	Angka Harapan Hidup	72,19	72,20	72,30	72,33	72,36
3	Angka rata2 Lama Sekolah	8,41	8,42	8,93	8,94	8,95
4	Pengeluaran PerKapita (000)	11.48	11.514	11.548	11.961	12.375
5	IPM Jawa Timur	67,55	68,14	68,95	69,74	70,27

Sumber : BPS Kabupaten Gresik, 2018

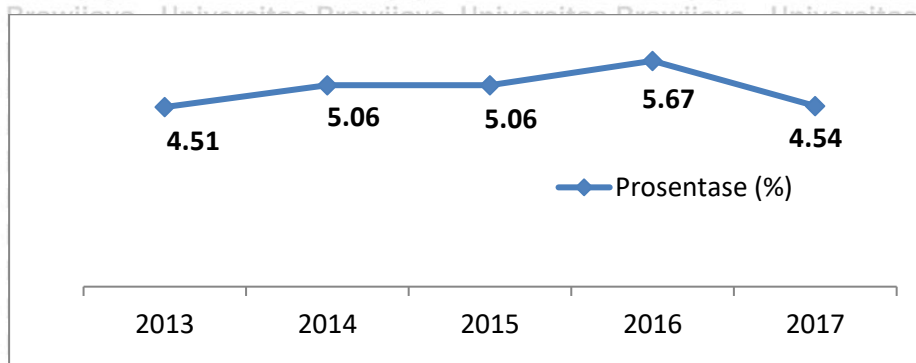
Berdasarkan skala internasional klasifikasi capaian IPM Kabupaten Gresik selama lima tahun terakhir dengan metode perhitungan baru termasuk kategori tinggi ($70 < \text{IPM} < 80$). Begitu juga lebih tinggi bila dibandingkan dengan rata-rata IPM Propinsi Jawa Timur yang pada tahun 2013 sebesar 67,14 dan mengalami peningkatan sampai pada tahun 2017 mencapai 70,27.

Berdasarkan data Dinas Pendidikan Kabupaten Gresik bahwa selama lima tahun terakhir, Angka Melek Huruf berhasil dipertahankan 100%. Hal ini menandakan kesuksesan program pendidikan dasar di Kabupaten Gresik. Sedangkan angka rata-rata lama sekolah (*mean years school/MYS*) juga mengalami peningkatan dari 8,41 pada Tahun 2013 menjadi 8,94 pada tahun 2017. Sedangkan pada Angka Usia Harapan Hidup (AHH) menunjukkan harapan peningkatan usia di Kabupaten Gresik yaitu rata-rata sampai pada usia lebih dari 72 tahun. Hal tersebut dimungkinkan karena peningkatan pelayanan dasar kesehatan yang didukung fasilitas dengan berstandar dan terakreditasi serta terjangkau baik akses maupun biaya diantaranya pelayanan dari 32 Puskesmas sebanyak 34,38 % telah terakreditasi serta bersertifikat ISO.

4.4.3 Ketenagakerjaan

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dari kondisi capaian indikator ketenagakerjaan, diantaranya adalah tingkat partisipasi angkatan kerja, tingkat pengangguran terbuka dan norma kepatuhan terhadap ketenagakerjaan. Tingkat partisipasi Kerja Kabupaten Gresik pada Tahun 2016 mencapai 67,88 %, mengalami peningkatan sebesar 0,06 % dibandingkan tahun 2015 yang mencapai angka 67,84%. Dari 750.255 penduduk usia kerja pada kelompok umur 20-69 tahun berdasarkan capaian ini dinyatakan 508.973 jiwa berhasil diidentifikasi berpartisipasi pada dunia kerja.

Tingkat pengangguran terbuka Kabupaten Gresik pada periode lima tahun terakhir mengalami fluktuasi, pada tahun 2017 pada level 4,54% sedikit mengalami penurunan dari tahun 2016 yang mencapai 5,67%. Tingkat pengangguran ini disebabkan oleh berbagai faktor seperti kondisi perekonomian, kondisi perusahaan dan pertumbuhan industri (Gambar 4.13).



Gambar 4.13 Perkembangan Tingkat Pengangguran Terbuka Kabupaten Gresik Tahun 2013-2017

Sumber : BPS Kabupaen Gresik, 2018

Ketenagakerjaan di wilayah penelitian sangat terkait dengan perkembangan industri dan perdagangan jasa karena serapan terbesar (urutan 1 dan 2) angkatan kerja adalah di sektor tersebut. Pada tahun 2017 di Kabupaten Gresik terdapat 176.923 orang atau 27,9% dari yang bekerja di sektor industri pengolahan. Sedangkan di Kecamatan Gresik terdapat tenaga kerja 10.798 orang di sektor industri dan 10.878 orang di sektor perdagangan jasa atau sekitar 25 % dari jumlah penduduk Kecamatan Gresik. Sedangkan di Kecamatan Manyar terdapat tenaga kerja 17.135 orang di sektor industri dan 11.030 orang di sektor perdagangan jasa atau sekitar 24,8 % dari jumlah total penduduk Kecamatan Manyar.

Kondisi kenegakerjaan di Kabupaten Gresik juga tidak dapat dipisahkan dengan jumlah perusahaan dan kepatuhannya terhadap regulasi maupun norma yang berlaku. Jumlah perusahaan (industri) menengah besar di Kabupaten Gresik yang dapat menyerap tenaga kerja pada tahun 2016 sebanyak 1.308 perusahaan yang meningkat dari 1.030 perusahaan pada tahun 2013. Dalam hal kepatuhan terhadap norma keselamatan kerja juga mengalami kenaikan dari 58,71 % pada tahun 2013 menjadi 72,33 % pada tahun 2016. Kondisi yang sama juga kewajiban terhadap pemenuhan kesehatan tenaga kerja dengan menjadikan keanggotaan

jamsostek (BPJS) pada tahun 2016 sebanyak 1.205 perusahaan atau sekitar 92,1 %. Namun demikian data di Dinas Tenaga Kerja Kabupaten Gresik masih terdapat permasalahan hubungan industrial antara perusahaan maupun dengan tenaga kerja yang pada tahun 2016 terdapat 92 kasus yang harus diselesaikan sebagaimana dijelaskan dalam Tabel 4.13 sebagai berikut.

Tabel 4.13 Perkembangan Ketenagakerjaan Kabupaten Gresik Tahun 2013 – 2016

No	Uraian	Ketenagakerjaan / Tahun				
		satuan	2013	2014	2015	2016
1	Jumlah Perusahaan	buah	1.030	1.134	1.232	1.308
2	Jumlah Perusahaan yang patuh pada norma kerja K3	%	58,71	72,20	72,30	72,33
3	Jumlah Perusahaan yang patuh norma sosial jamsostek	buah	1.005	1.010	1.065	1.205
4	Jumlah kasus hubungan industrial di Disnaker	buah	80	91	94	92
5	Jumlah perusahaan yang menerapkan perjanjian kerja bersama	buah	87	92	99	110

Sumber : Bappeda Kabupaten Gresik, 2018

4.5 Prasarana Sarana dan Utilitas (PSU) Perkotaan

Prasarana Sarana dan utilitas untuk mendukung kegiatan industri di wilayah penelitian pada dasarnya merupakan bagian dari jaringan PSU perkotaan yang ada di Kabupaten Gresik. Identifikasi jaringan PSU meliputi infrastruktur jalan dan aksesibilitas, jaringan drainase dan air bersih, sistem sanitasi dan limbah.

4.5.1 Infrastruktur Jalan dan Aksesibilitas

Infrastruktur jalan dengan sistem jaringan transportasi merupakan salah satu faktor penting untuk mobilitas barang dan manusia. Jaringan transportasi berperan sebagai penunjang pergerakan bahan baku industri maupun pemasaran hasil produksi kegiatan industri. Di samping itu dalam konteks penataan ruang jaringan jalan merupakan salah satu komponen yang menentukan struktur tata

ruaan suatu wilayah. Jaringan transportasi eksisting pada wilayah penelitian didukung oleh sistem transportasi darat dan sistem transportasi laut dengan fungsi dan karakteristik pelayanan yang berbeda.

A. Transportasi Darat

Jaringan jalan di Kabupaten Gresik melayani pergerakan nasional, regional dan pergerakan Lokal. Pergerakan lokal pada umumnya merupakan pergerakan dalam Kota Gresik dan pada masing-masing kecamatan, maupun yang menghubungkan kecamatan dengan pusat Kota Gresik. Berdasarkan data Bina Marga bahwa total panjang jalan raya di Kabupaten Gresik mencapai 626.01 km yang terbagi menjadi 67.37 km jalan nasional, 46,48 km jalan provinsi dan 512,16 km jalan kabupaten. Menurut data capaian indikator persentase Kemantapan Infrastruktur Jalan diperoleh analisa bahwa pada tahun 2016 dari 512,16 km jalan kabupaten, terdapat 426,68 km dalam kondisi mantap (83,31%) dengan lebih dari 60% (358,50 Km) menggunakan struktur permukaan aspal (Tabel 4.14).

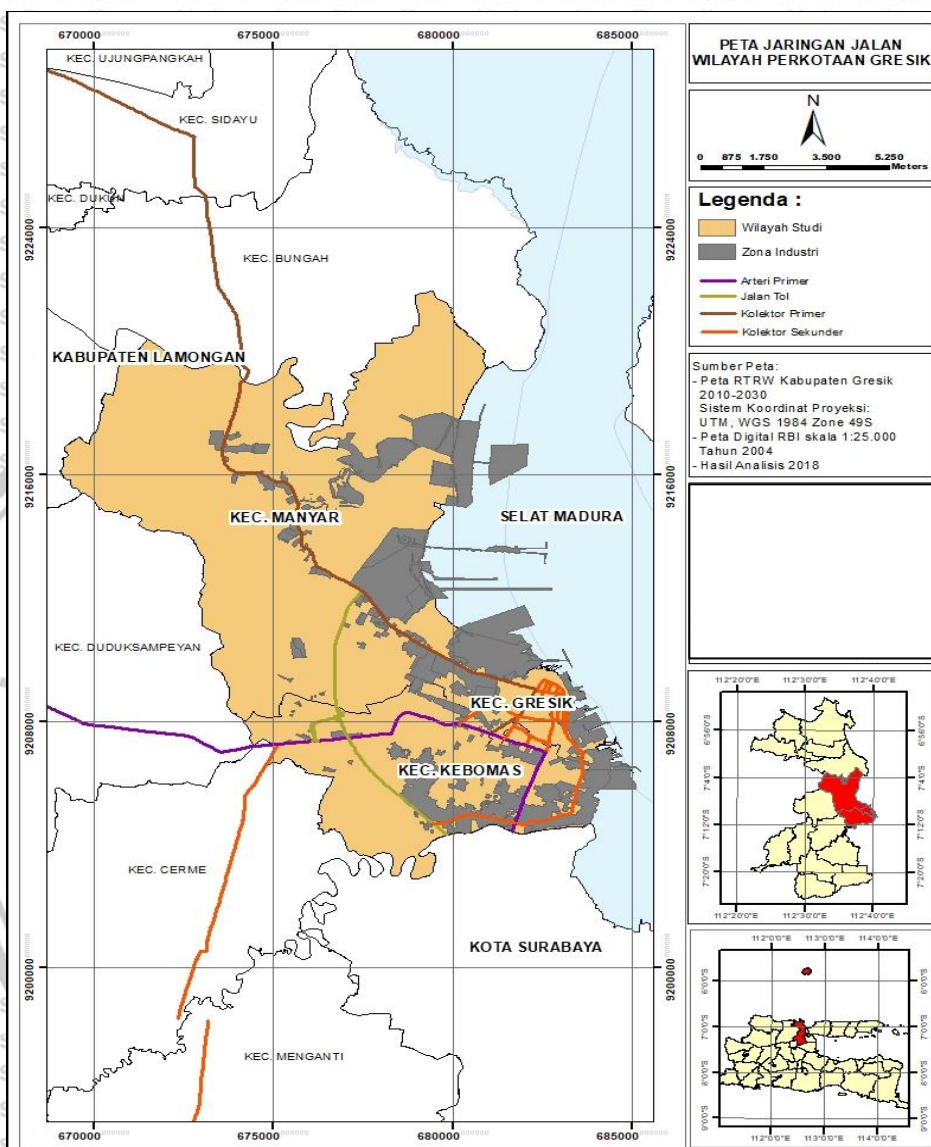
Tabel 4.14 Status dan Panjang Jalan di Kabupaten Gresik Tahun 2017

JENIS PERMUKAAN	JALAN NEGARA (KM)	JALAN PROVINSI (KM)	JALAN KABUPATEN (KM)
Aspal	67.37	46,48	358,30
Beton	-	-	22,19
Paving	-	-	113,17
Tanah, batu, sirtu	-	-	18,5
Jumlah	67.37	46,48	512,16

Sumber : BPS Kabupaten Gresik, 2018

Untuk mobilitas kegiatan industri di wilayah penelitian sebagai besar merupakan pergerakan regional untuk pengangkutan bahan baku dan pemasaran hasil produksi. Jaringan jalan yang melayani kegiatan industri

eksisting di wilayah penelitian sebagaimana peta dalam Gambar 4.14 sebagai berikut:



Gambar 4.14 Peta Jaringan Jalan Utama di Wilayah Penelitian

Sumber : Hasil Analisis dan DPUTR Kabupaten Gresik, 2018

1. Ruas Jalan Surabaya – Gresik - Lamongan yang melewati kawasan tengah Kota Gresik yaitu dari Jalan Veteran, Jalan Kartini, dan Jalan Dr. Wahidin Sudiorhusodo sampai ke Jalan Raya Dudusampeyan.

2. Ruas Jalan Gresik – Lamongan yang melewati kawasan pantai utara (Deandles) yaitu dari Jalan Gubernur Suryo, Roomo, Sukomulyo, Manyar, Bungah, Sidayu, Ujung Pangkah, dan Panceng.
3. Ruas Jalan Gresik - Sidoarjo yaitu jalan kolektor primer dari kota Gresik (Bunder) – Legundi – Krian (Sidoarjo)
4. Jalan Tol di wilayah penelitian terdapat 3 pintu (*gate*) eksisting untuk akses yaitu Surabaya - Roomo Kalisari, Surabaya – Bunder Kebomas dan Surabaya – Manyar. Selain itu juga sedang dalam pelaksanaan penyelesaian konstruksi adalah Ruas Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder - Manyar (JIPE).

B. Transportasi Laut

Berdasarkan RTRW Kabupaten Gresik Tahun 2010 -2030 dan RTRW Provinsi Jawa Timur, bahwa wilayah pesisir perkotaan Gresik diarahkan untuk pengembangan fasilitas kepelabuhanan untuk menunjang transportasi laut sekaligus mendukung pengembangan kawasan industri . Berdasarkan Rencana Induk Kepelabuhanan (RIK) menunjukkan bahwa pelabuhan Gresik merupakan bagian dari pengembangan Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Secara teritorial wilayah kepelabuhan salah satunya diatur berdasarkan Keputusan Bersama Mendagri dan Menhub No. 169 Tahun 1996 dan No. 63 Tahun 1996 tentang batas Daerah Lingkungan Kerja dan Daerah Lingkungan Kepentingan Pelabuhan Gresik. Dalam Kepmen ini diatur bahwa Batas Daerah Lingkungan Kerja Daratan luasnya lebih kurang 236 Ha, dan batas Daerah Lingkungan Kerja Perairan luasnya sekitar 8.136 Ha.

Ditinjau dari fungsi pelabuhan, di wilayah perairan perkotaan Gresik terdapat dua jenis/type pelabuhan yaitu Pelabuhan Umum dan Pelabuhan Khusus

(Terminal Untuk Kepentingan Sendiri/TUKS) yang dimiliki dan dimanfaatkan oleh perusahaan secara mandiri. Adapun pelabuhan eksisting di wilayah penelitian adalah sebagai berikut: (1) Pelabuhan Umum Gresik (2) Pelabuhan Umum Internasional JIPE, (3) Pelabuhan Umum Maspion, (4) Pelabuhan TUKS PT. Wilmar Nabati Indonesia, (5) Pelabuhan TUKS PT. Semen Gresik, (6) Pelabuhan TUKS PT. PJB, (7) Pelabuhan TUKS PT. Pertamina Asfalt, (8) Pelabuhan TUKS PT. Smelting, (9) Pelabuhan TUKS PT. Petrokimia Gresik, (10) Pelabuhan TUKS PT. DABN dan (11) Pelabuhan TUKS PT. Sumber Indah Plywood.

4.5.2 Jaringan Drainase dan Air Bersih

Jaringan drainase merupakan prasarana perkotaan yang memiliki fungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan penerima air dan atau ke bangunan resapan buatan, sehingga tidak terjadi genangan. Berdasarkan Masterplan dan DED drainase perkotaan Gresik Tahun 2011, wilayah perkotaan Gresik memiliki 37 sistem drainase yaitu antara lain yang mempunyai *cachtment area* di kawasan industri; sistem kali tenger, sistem kali romo, sistem drainase petrokimia, sistem drainase pelabuhan semen, sistem drainase sidorukun, sistem kali indro, sistem drainase karangkiring, sistem drainase segoromadu, sistem drainase kali manyar.

Secara umum, jaringan drainase di Kota Gresik sudah memiliki sistem yang cukup lengkap dan merata di seluruh wilayah kota. Namun demikian, pada saat terjadi hujan masih sering terjadi genangan di beberapa tempat seperti di daerah permukiman padat yang dekat dengan pantai. Sedangkan di kawasan industri yang ada di Kota Gresik pada umumnya memiliki jaringan drainase tersendiri dan sebagian tidak terkoordinasi yang pada akhirnya dapat menimbulkan limpahan debit ke area di luar industri sehingga menambah potensi genangan atau banjir pada saat hujan.

Pada program pengendalian banjir tahun 2016 menunjukkan bahwa dari 350 km saluran pengendalian banjir di Kabupaten Gresik, masih mencapai 86,75 km dalam kondisi baik (24,50%). Salah satu faktor yang mempengaruhi adalah belum berfungsinya saluran drainase secara optimal sebagai pematics air hujan yang disebabkan beberapa aspek antara lain; aspek teknis konstruksi saluran, aspek alih fungsi saluran dan aspek sosial budaya masyarakat dalam membuang sampah ke saluran drainase yang tidak diikuti dengan penegakan hukum.

Penyediaan air bersih merupakan salah satu kebutuhan dasar bagi warga perkotaan. Kebutuhan air bersih di wilayah penelitian sebagian besar sudah dilayani oleh PDAM Kabupaten Gresik, namun masih ada sebagian rumah tangga yang memenuhi kebutuhan air bersih yang bersumber dari sumur/pompa. Sedangkan untuk kebutuhan air yang digunakan dalam kegiatan industri hanya sekitar 164 perusahaan yang menjadi pelanggan PDAM, sedangkan selebihnya rata-rata mempunyai Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) sendiri yang bersumber dari Air Bawah Tanah (ABT) dengan kedalaman sumur lebih dari 100 m atau yang bersumber dari air permukaan lainnya (Tabel 4.15).

Tabel 4.15 Kondisi Pemakaian Air Bersih di Kabupaten Gresik Tahun 2017

No.	Jenis Tarif	Jumlah		
		Pelanggan	Pemakaian Air (m ³)	Pendapatan Pemakaian Air (Rp)
1	Sosial Umum	64	70.879	68.630.685
2	Sosial Khusus	867	429.939	852.972.145
3	Rumah Tangga	70.278	14.752.253	32.169.235.805
4	Instansi/Kantor Pemerintah	153	84.952	299.228.060
5	Niaga Kecil	2.653	817.016	2.968.189.005
6	Niaga Besar	135	101.366	482.534.180
7	Industri Kecil	94	42.922	159.663.450
8	Industri Besar	164	3.308.936	29.051.647.766
9	Khusus	1	18.841	183.798.870
10	Tangkian	-	21.556	70.817.500
Jumlah		74.427	19.648.660	60.036.687.466

Sumber: BPS Kabupaten Gresik, 2018

Sumber air baku yang digunakan PDAM di wilayah perkotaan Gresik dipasok dari beberapa sumber air bahan baku diantaranya; Sungai Brantas/ Kali Surabaya (IPA Legundi dan IPA Krikilan), air tanah (sumur bor) dan air curah (supply dari PDAM Kota Surabaya). Sejak Tahun 2016 telah direncanakan untuk pengembangan pengolahan air bersih dari Umbulan Pasuruan sebesar 1.000 lt/detik dan Bendung Gerak Sembayat (Bengawan Solo di Bungah) sebesar $\pm$ 1.500 lt/detik. Berdasarkan data pelayanan pemenuhan Akses Air Bersih/Minum pada tahun 2016 mengalami peningkatan 79.486 pelanggan/ pengakses air bersih atau meningkat 61,85% dibandingkan tahun 2015 sebesar 55,95%. Pemenuhan air bersih dilaksanakan melalui jaringan perpipaan maupun non perpipaan.

Pada tahun 2017, jumlah pelanggan air bersih di Kabupaten Gresik mencapai 74.427 pelanggan. Dari jumlah tersebut, sebesar 0,22% nya merupakan industri besar atau sejumlah 164 pelanggan, dengan konsumsi air sebanyak 3.308.936 atau 16,84% dari total pemakaian air kabupaten secara keseluruhan. Nilai pendapatan yang diperoleh PDAM dari konsumsi air industri besar adalah Rp.29.051.647.766,- atau penyumbang pemasukan terbesar kedua dengan prosentase 48,39%.

4.5.3 Pengelolaan Persampahan dan Limbah

Penanganan dan pengelolaan sampah yang dilaksanakan oleh pemerintah Kabupaten Gresik masih fokus di wilayah perkotaan yaitu Kecamatan Kebomas, Gresik dan Manyar. Sampah yang dihasilkan dari kegiatan penduduk Kota Gresik terdiri dari sampah rumah tangga, industri dan kegiatan lainnya dengan timbulan sampah rata-rata 750 Ton/hari (40 % cakupan pelayanan). Berdasarkan Laporan Kinerja Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Gresik tahun 2017, pengelolaan

sampah didukung oleh beberapa peralatan dan sumber daya seperti; Tempat Pengelolaan Akhir (TPA) di Wilayah Kelurahan Ngipik seluas $\pm$ 9 Ha, transportasi sampah dilakukan dengan 31 unit Armroll, 5 unit dumptruck dan 5 unit pick up, lokasi depo sampah atau Tempat Penampungan Sementara (TPS) tersebar di 85 titik dengan fasilitas sebanyak 154 container. Di samping itu peran serta masyarakat dan *stakeholder* pengelolaan sampah terwujud dalam pendirian bank sampah sebanyak 165 lokasi.

Mekanisme pengelolaan sampah di wilayah perkotaan Gresik dilakukan secara konvensional yaitu pengumpulan, pengangkutan dan pengelolaan di TPA. Pola pengumpulan sampah di kawasan permukiman dilakukan dengan beberapa type, antara lain pola Komunal Tidak Langsung (KTL) dan Individual Tidak Langsung (ITL). Pada pola ini, sampah diangkut dengan gerobak sampah untuk kemudian dibawa ke TPS terdekat, selanjutnya dibawa oleh truk-truk sampah Dinas Lingkungan Hidup menuju ke TPA. Sedangkan untuk kawasan umum seperti perdagangan, jasa, perkantoran, dan industri, sistem pengumpulan sampah dilakukan dengan pola Komunal Langsung (KL), yaitu sampah dikumpulkan di TPS tertentu untuk kemudian dibawa oleh truk sampah menuju ke TPA. Namun demikian upaya pengelolaan sampah dengan metode 3 R (*Reduce, Reuse, Recycle*) telah dilaksanakan di beberapa tempat termasuk telah dibangun 2 unit TPS3R terpadu.

Kondisi sanitasi di wilayah penelitian dipengaruhi oleh kuantitas maupun kualitas air limbah yang terkait dengan metode pengelolaannya. yaitu limbah domestik dan limbah industri (limbah B3).

a. *Limbah Domestik*

Limbah domestik, berasal dari berbagai aktifitas rumah tangga berupa tinja dan buangan cair lainnya seperti air bekas cucian. Di Kecamatan Gresik dan Kebomas masih mengandalkan sistem sanitasi setempat (*on-site*) untuk pembuangan limbah manusia yang meliputi tangki septik, kakus, dan WC.

Sebagian besar dari fasilitas ini dimiliki oleh masing-masing rumah tangga.

Sebagian kecil masyarakat masih menggunakan sungai/air permukaan atau saluran drainase untuk pembuangan air kotor. Selain rumah tangga, limbah domestik juga dikeluarkan oleh industri dari kegiatan sanitasi yaitu toilet karyawan perusahaan. Jumlah air limbah domestik sangat tergantung dengan jumlah karyawan yang bekerja di perusahaan tersebut. Air limbah domestik yang dikeluarkan oleh industri dari kegiatan sanitasi karyawan sebagian besar telah dilakukan pengelolaan terlebih dahulu sebelum ke perairan umum dan beberapa industri telah menerapkan pelayanan sistem terpusat (*off site system*) dengan melengkapi instalasi pengolahan air limbah.

b. Limbah Industri

Beberapa industri yang ada di wilayah penelitian, baik industri kelas menengah hingga besar, telah memiliki instalasi pengolahan limbah dengan sistem terpusat dimana masing-masing industri di kawasan tersebut membuang limbahnya secara kolektif melalui perpipaan untuk diolah di instalasi pengolahan limbah. Namun beberapa industri yang ada tidak semuanya telah melengkapi instalasi *water treatment* sehingga tidak memiliki saluran pengolahan limbah dan membuang limbah hasil produksi tersebut ke perairan umum baik sungai maupun laut. Beberapa industri tersebut menghasilkan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) terutama industri besar. Limbah B3 keberadaannya secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan dan merusak lingkungan. Sampai saat ini yang masih menjadi permasalahan terhadap limbah industri di wilayah penelitian adalah asap yang dihasilkan dari pabrik yang menimbulkan pencemaran udara.

BAB V

STATUS KEBERLANJUTAN PENGEMBANGAN KAWASAN INDUSTRI DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

5.1 Kajian Teori

Sektor industri di Indonesia memberikan peran penting sebagai penopang pertumbuhan ekonomi nasional. Sedangkan di sisi lain, proses industrialisasi yang dikelola secara konvensional dengan mengandalkan eksploitasi terhadap sumber daya alam menjadi fenomena global sebagai salah satu penyebab potensial berbagai permasalahan lingkungan ekologis (Sujiman, 2016). Upaya untuk merancang kegiatan industri yang ramah lingkungan telah dimulai seiring dengan berkembangnya konsep pembangunan berkelanjutan seperti yang telah didefinisikan oleh Fleigh (2000) dan Lowe (2001) berupa taman industri hijau (*green industrial park*) yaitu kumpulan dari pabrik/industri yang mengaplikasikan teknologi produksi bersih, melakukan pengolahan terhadap limbah industrinya dan/atau mengurangi emisi gas rumah kaca pada area dimana industri tersebut beroperasi. Selain itu, juga dikembangkan konsep kawasan industri yang berkelanjutan (*eco-industrial park/EIP*) yaitu konsep kawasan industri yang dilaksanakan dengan mengintegrasikan antara kepentingan ekonomi, sosial budaya dan ekologis.

Sebagai suatu paradigma yang relatif baru dalam pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan, Lowe (2001) menjelaskan bahwa konsep EIP masih terus berkembang dan belum ada teori baku (*blue print*) dalam implementasinya. Namun demikian telah banyak ide dan rumusan dari berbagai hasil penelitian terkait yang menjelaskan tentang definisi EIP, prinsip dasar dan kelebihan dari penerapan EIP yang dipengaruhi oleh karakteristik ekonomi, ekologi, sosial dan kultural setempat. Menurut Cote dan Cohen (1998) konsep EIP di masa datang

masih sangat potensial berkembang dan berdasarkan banyak hasil studi dan penelitian menunjukkan bahwa penerapan EIP akan memberikan manfaat dan dampak positif pada semua level baik untuk individu perusahaan, komunitas perusahaan, masyarakat sekitar maupun pada level daerah, regional maupun global (Tundor *et al.*, 2006).

Studi untuk merumuskan konsep keberlanjutan dengan dimensi dan atribut/indikator pengembangan kawasan industri juga telah dilakukan beberapa penelitian sebelumnya terutama di beberapa negara berkembang termasuk di Indonesia diantaranya; penelitian Cohen Rosenthal (1999), Prasetya (2007) yang melakukan pengukuran status 13 kawasan industri pioner di beberapa wilayah Indonesia, Anggoro (2008); Sulaiman (2008) dan Hadiwijoyo (2013) pada Kawasan Industri Cilegon; Kodrat (2011) pada Kawasan Industri Medan; Sudanti (2013) pada Kawasan Industri Semarang; Djajadiningrat (2014); Budiyanto (2015) pada Kawasan Industri Jakarta East Pulogadung; dan Cahyanto (2016) pada Kawasan Industri Jababeka Cikarang.

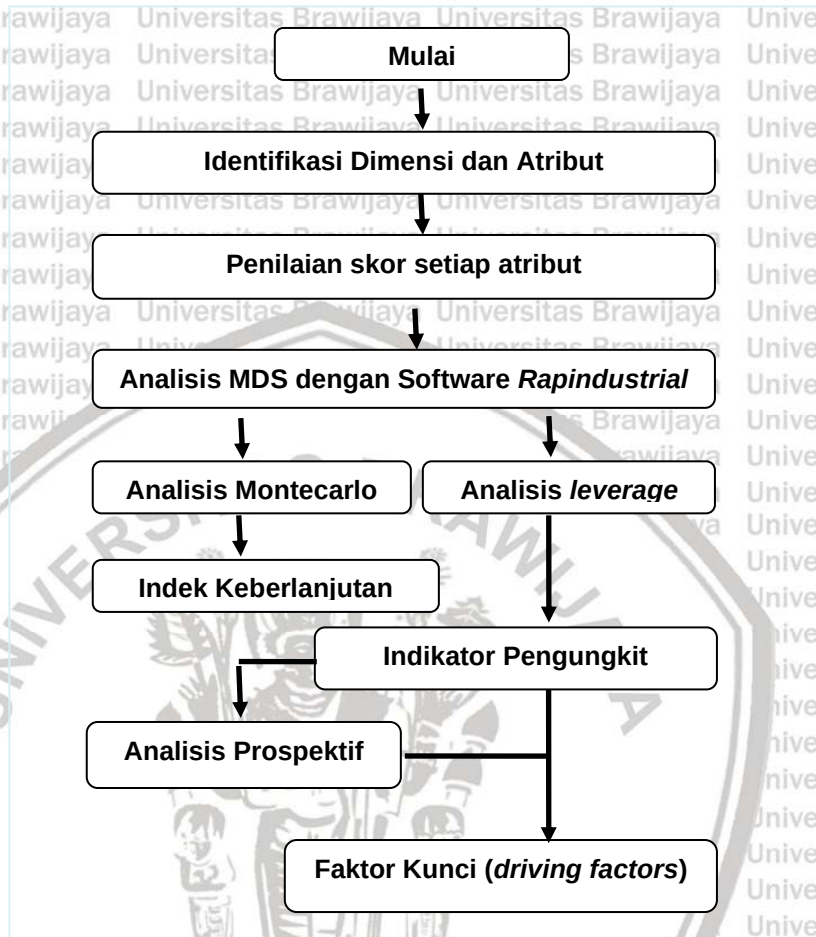
Berdasarkan hasil studi tersebut menunjukkan bahwa pada rumusan dan implementasi konsep pengembangan kawasan industri berkelanjutan (*eco industrial park*) di Indonesia pada umumnya sampai saat ini belum memberikan perkembangan yang signifikan dengan rata-rata berada pada status yang kurang berkelanjutan terutama pada aspek pengelolaan lingkungan ekologis. Oleh karena itu Analisis status keberlanjutan perkembangan kawasan industri di wilayah perkotaan Gresik yang merupakan salah satu wilayah pengembangan kawasan industri strategis nasional, diperlukan sebagai bagian untuk memperkaya definisi, dimensi, indikator maupun faktor penguat dalam mewujudkan kawasan industri berkelanjutan di masa yang akan datang.

5.2 Metode Analisis Keberlanjutan

Analisis keberlanjutan bertujuan untuk mengevaluasi perkembangan kawasan industri eksisting yang dilakukan dengan memberikan penilaian terhadap kinerja pengelola kawasan dan pengelolaan tenant industri berdasarkan dimensi dan atribut kawasan industri berkelanjutan (*eco industrial park*) Kavanagh dan Pitcher (2004). Penilaian indeks keberlanjutan pengembangan kawasan industri di wilayah perkotaan Gresik menggunakan analisis *Multidimensional Scalling* (MDS) dengan software *Rap-Industrial* (*Rapid Appraisal for Industrial*). *Rap-Industrial* adalah penyesuaian dari *Rapfish* atau *Rapid Appraisal of Fisheries* yang merupakan salah satu alat analisis status keberlanjutan sumber daya perikanan yang dikembangkan oleh *Fisheries Centre, University of British Columbia* atau UBC Canada (Fauzi dan Anna, 2002).

5.2.1 Tahapan Analisis

Penilaian status keberlanjutan kawasan industri di wilayah perkotaan Gresik dianalisis menggunakan metode *Multidimensional Scalling* (MDS) yang merujuk Kavanagh dan Pitcher (2004) dan Suwarno, et, al., (2011) dapat dilakukan melalui tahapan yaitu: (1) penentuan atribut dan kriteria kawasan industri berkelanjutan yang mencakup lima dimensi (ekologi, ekonomi, sosial budaya, manajemen kelembagaan, serta teknologi dan infrastruktur), (2) penilaian skor setiap atribut dalam skala ordinal berdasarkan kriteria keberlanjutan masing-masing dimensi, (3) analisis ordinasi nilai indeks keberlanjutan dengan menggunakan metode MDS (*Rap-Industrial*) dan penentuan faktor pengungkit (*leverage analysis*), dan (4) analisis prospektif untuk menentukan faktor kunci dan skenario pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan (Gambar 5.1).



Gambar 5.1 Alur Analisis Keberlanjutan dengan MDS

Sumber : Modifikasi Kavanagh, 2001; Suwarno, 2011

5.2.2 Pemilihan Dimensi dan Indikator Keberlanjutan

Untuk merumuskan dimensi dan indikator yang relevan dan dapat merepresentasikan kondisi maupun kebutuhan pengembangan kawasan industri perlu dilakukan identifikasi terhadap hasil kajian beberapa penelitian terdahulu yang sejenis dan dasar teori terkait. Berdasarkan rekapitulasi indikator masing-masing dimensi selanjutnya diverifikasi tingkat kesesuaiannya dengan karakteristik wilayah lokasi penelitian melalui pendapat para pakar (*expert judgment*)

sehingga pilihan indikator yang dijadikan atribut penelitian akan mencerminkan tingkat reliabilitas yang memadai.

Tabel 5.1 **Identifikasi Dimensi dan Indikator Kawasan Industri Berkelanjutan**

No	DIMENSI & INDIKATOR	Studi Penelitian Terdahulu							FGD
		1	2	3	4	5	6	7	
Ekologi / Lingkungan									
1	Tingkat Kesesuaian Tata Ruang	x	-	x	x	x	-	-	P
2	Tata Guna Lahan Kawasan	x	x	x	x	x	x	-	P
3	Kepadatan Bangunan (KDB)	x	-	x	-	x	x	-	P
4	Luas Ruang Terbuka Hijau (RTH)	x	x	x	x	-	-	x	P
5	Kelestarian Ekosistem (Landsekap)	x	x	x	-	x	-	-	P
6	Daya Dukung Lahan	x	-	-	-	-	-	x	A
7	Pengelolaan Pesisir/Sempadan	x	x	-	x	-	-	x	P
8	Penggunaan Energi Terbarukan	x	x	x	-	x	-	x	P
9	Tingkat Penggunaan Air Tanah	x	x	x	-	x	x	x	P
10	Pengelolaan Limbah B3	x	x	x	x	x	x	x	G
11	Pengelolaan Sampah	x	x	x	x	x	x	x	G
12	Kualitas Air	x	-	x	-	x	x	x	P
13	Pencemaran Tanah	-	-	x	x	-	-	x	A
14	Kualitas Udara	x	-	x	-	x	x	x	P
15	Polusi Suara/Tingkat Kebisingan	-	-	-	-	x	x	x	A
Ekonomi									
1	Kesejahteraan Karyawan (UMK)	-	-	x	-	-	x	x	P
2	Pendapatan Perusahaan	-	-	-	x	x	x	-	P
3	Laju Pertumbuhan Ekonomi	x	-	x	-	-	-	x	P
4	Tingkat Daya Beli	-	-	-	-	-	-	x	TP
5	Laju Perkembangan Investasi	-	-	-	x	-	-	-	TP
6	Kontribusi Terhadap PDRB	x	-	x	x	-	-	x	P
7	Kontribusi PAD (Pajak/Retribusi)	x	-	x	x	-	-	-	P
8	Tingkat Pendapatan Perkapita	x	-	x	x	-	x	x	P
9	Tingkat Kemiskinan	x	-	x	-	-	x	x	P
10	Program Kemitraan Usaha	x	x	x	x	x	-	x	P
11	Pertumbuhan UMKM	x	x	x	-	-	-	x	P
12	Ketersediaan Energi BBM dan Listrik	x	x	-	-	x	x	-	G
13	Ketersediaan Suplai Air	x	x	-	-	x	x	x	G
14	Ketersediaan Bahan Baku Produksi	x	x	-	x	x	x	-	P
Sosial Budaya									
1	Penyerapan Tenaga Kerja	x	-	x	x	x	x	x	P
2	Tingkat Pengangguran	-	-	x	x	x	-	-	P
3	Tingkat PHK	-	-	-	-	-	x	-	TP
4	Perkembangan IPM	x	-	x	-	x	-	-	P
5	Tingkat Pelayanan Kesehatan	-	-	x	-	x	-	x	P
6	Tingkat Harapan Hidup	-	-	-	-	x	-	-	TP
7	Kualitas SDM Karyawan (Pendidikan)	x	-	x	-	x	-	-	P

8	Forum Komunikasi (Interaksi Sosial)	x	-	-	-	-	x	-	TP
9	Pemberdayaan Masyarakat (CSR)	x	x	x	x	x	x	x	P
10	Tingkat Kriminalitas	-	-	x	-	-	x	x	P
11	Tingkat Rawan Konflik Sosial	-	-	x	-	x	x	x	P
Manajemen Kelembagaan		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Pelaksanaan ISO Manajemen Industri	x	-	-	-	-	x	x	P
2	Peraturan Kawasan (<i>Estate Regulation</i>)	x	-	-	-	-	x	x	P
3	Pemenuhan Dokumen AMDAL/RPLRKL	-	-	x	x	x	x	x	P
4	Monev Kinerja Lingkungan (PROPER)	-	x	x	x	x	x	x	P
5	Lembaga Kerjasama antar Perusahaan	x	x	x	x	x	x	x	P
6	Peranserta Asosiasi Serikat Pekerja	-	-	x	x	-	x	-	P
7	Layanan Pengaduan Masyarakat	-	-	-	-	-	x	-	TP
8	Kepastian Regulasi Usaha/Investasi	-	-	x	x	-	x	-	P
9	Pemenuhan Dokumen Perizinan Usaha	-	-	-	x	x	x	x	P
10	Penegakan Hukum (Punishment)	-	-	x	x	-	x	-	P
11	Pemberlakuan Insentif Disinsentif	x	-	x	x	-	-	-	P
12	Program Diklat SDM Industri	-	-	-	-	x	x	-	TP
Teknologi dan Infrastruktur		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Pertukaran Bahan Baku (Simbiosis)	x	x	x	-	x	-	x	P
2	Bangunan Ramah Lingkungan (<i>Green Building</i>)	x	-	-	x	x	-	x	P
3	PSU Ramah Lingkungan (<i>Green Infrastructure</i>)	x	-	x	x	x	x	x	P
4	Integrasi Sistem Drainase	-	-	-	-	x	-	x	A
5	Bisnis Centre dan Mess Karyawan	x	-	-	-	-	x	-	TP
6	Teknologi Efisiensi Penggunaan Air	x	x	x	x	x	x	x	P
7	Teknologi Reduksi Pencemaran Udara	x	x	x	x	x	x	x	P
8	Teknologi Reduksi Pencemaran Air	x	x	x	x	x	x	x	P
9	Teknologi Informasi (Sistem IT)	-	-	x	-	x	-	x	P
10	Sistem Transportasi Ramah Lingkungan	x	-	x	-	-	-	x	P
11	Sistem Penanggulangan Kebakaran	x	-	-	-	-	x	x	P
12	Sistem Tanggap Darurat (K3)	x	-	-	-	-	x	x	P

Keterangan: 1 Lowe, Ernest (2001); 2 Prasetya (2007); 3 Sulaiman (2008);

4 Kodrat (2011); 5 Conticelli (2014); 6 Budiyo (2015); 7. Hariz (2015)

P: Penting; TP: Tidak Penting; A: sudah terakomodir; G: digabung yang sejenis

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan identifikasi indikator keberlanjutan yang dirumuskan dari studi literatur dan hasil beberapa penelitian terdahulu tersebut dalam Tabel 5.1 didapatkan sebanyak 64 atribut/indikator yang terdistribusi dalam 5 dimensi.

Selanjutnya berdasarkan wawancara dan FGD dengan 7 stakeholder dan pakar dapat ditentukan menjadi 50 indikator keberlanjutan sekaligus merumuskan kriteria penilaian skor pada masing-masing indikator tersebut sebagaimana diuraikan dalam Tabel 5.2. Sedangkan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi

kondisi eksisting terhadap indikator penelitian dilakukan dengan triangulasi data yaitu; (a) data sekunder dari dinas/instansi, laporan dan hasil penelitian; (b) penilaian pakar dan stakeholder yang berkompeten melalui kuesioner dan wawancara terstruktur; dan (c) pengamatan data faktual lapangan.

Tabel 5.2 Dimensi dan Indikator Keberlanjutan Kawasan Industri Hasil FGD

Dimensi	Variabel	Indikator
1. Ekologi/ Spasial	a. Penataan Ruang b. Integrasi Ekosistem c. Efisiensi Energi dan Minimasi Ilmbah	1. Kesesuaian Tata Ruang (RTRW) 2. Kesesuaian Lahan/Tata Guna Lahan 3. Kepadatan Bangunan (KDB) 4. Luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) 5. Kelestarian Ekosistem (<i>Landsekap</i>) 6. Pengelolaan Kawasan Pesisir/Sempadan 7. Penggunaan Energi Terbarukan 8. Tingkat Penggunaan Air Tanah 9. Pengelolaan Limbah B3 dan Sampah 10. Kualitas Air 11. Kualitas Udara
2. Ekonomi	a. Tingkat Profitabilitas b. Tingkat Kesejahteraan c. Multiplier Ekonomi	1. Kesejahteraan Karyawan/UMK 2. Pendapatan Perusahaan 3. Pertumbuhan Ekonomi 4. Kontribusi PDRB 5. Kontribusi PAD(Pajak/Retribusi) 6. Pendapatan Perkapita 7. Tingkat Kemiskinan 8. Program Kemitraan Usaha 9. Pertumbuhan UMKM 10. Ketersediaan Energi (BBM, Listrik, Air) 11. Ketersediaan Bahan Baku Produksi
3. Sosial Budaya	a. Lapangan Pekerjaan b. Kualitas Hidup c. Pemberdayaan Masyarakat Stabilitas Sosial	1. Penyerapan Tenaga kerja 2. Tingkat Pengangguran 3. Perkembangan IPM 4. Pelayanan Kesehatan 5. Kualitas SDM /Pendidikan 6. Pemberdayaan Masyarakat /CSR 7. Tingkat Kriminalitas 8. Tingkat Rawan Konflik Sosial
4. Manajemen dan Kelembagaan	a. Manajemen Pengelolaan b. Monitoring Kinerja c. Lembaga/kerja sama stakeholder Kebijakan Pemerintah	1. Pelaksanaan ISO Manajemen Industri 2. Pelaksanaan Tata Tertib Kawasan 3. Pemenuhan Dokumen AMDAL/UKL-UPL 4. Monev Kinerja Lingkungan (PROPER) 5. Lembaga Kerjasama antar Perusahaan 6. Peran serta Asosiasi Serikat Pekerja 7. Kepastian Regulasi Usaha (investasi) 8. Pemenuhan Dokumen Perizinan Usaha 9. Pemberian Sangsi (<i>Punishment</i>) 10. Pemberlakuan Insentif Disinsentif

5. Teknologi dan Infrastruktur	a. Teknologi Produksi b. Prasarana Sarana - Utilitas (PSU) Sistem - Tanggap Darurat	1. Pertukaran Bahan Baku (Simbiosis) 2. Bangunan Ramah Lingkungan (building) 3. PSU Ramah Lingkungan (Infrastruktur) 4. Teknologi Efisiensi Penggunaan Air 5. Teknologi Reduksi Pencemaran Udara 6. Teknologi Reduksi Pencemaran Air 7. Teknologi Informasi (Sistem IT) 8. Sistem Transportasi Ramah Lingkungan 9. Sistem Penanggulangan Kebakaran 10. Sistem Tanggap Darurat (K3)

Sumber : Hasil Analisis, 2018

5.2.3 Penilaian Skor Atribut Keberlanjutan

Penentuan nilai untuk setiap atribut didasarkan pada kondisi eksisting obyek penelitian. Penentuan nilai setiap atribut diperoleh dari hasil analisis terhadap setiap atribut tersebut dengan skala ordinal (skala linkert). Pada studi ini *scoring* pada setiap atribut digunakan skala ordinal 1 (buruk/rendah), 2 (sedang/cukup) dan 3 (baik/maksimal) untuk setiap kriteria dari atribut yang artinya bahwa semakin besar skalanya menunjukkan atribut tersebut mendukung pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan. Kriteria penentuan nilai pada setiap atribut tersebut ditentukan berdasarkan data triangulasi atau "*scientific judgement*" sesuai dengan kondisi masing-masing atribut. Seluruh data hasil penilaian dari atribut dalam penelitian ini dari responden kawasan industri (KI) maupun industri non kawasan (NKI) selanjutnya dilakukan perhitungan analisis ordinasasi *Rap-Industrial (Multidimensional Scaling)* untuk menentukan satu titik yang mencerminkan posisi keberlanjutan pengembangan kawasan industri terhadap dua titik acuan utama yaitu titik baik dan titik buruk.

Salah satu tahapan yang harus dilaksanakan adalah menentukan kriteria masing-masing atribut dengan landasan teori, regulasi, dasar komparasi ataupun penilaian normatif dari kondisi yang berkesesuaian antara atribut dengan kondisi faktual. Kriteria penilaian pada masing-masing indikator akan dapat menjadi panduan bagi para stakeholder ataupun pakar yang menjadi bagian responden dari penelitian sebagaimana rekapitulasi hasil yang diuraikan dalam Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Rekapitulasi Kriteria dan Hasil Penilaian Skor Indikator Keberlanjutan

Dimensi / Indikator	Kriteria dan Skor			Kawasan Industri		Industri Non Kawasan	
	Baik (3)	Sedang (2)	Kurang (1)	Kondisi faktual	Skor	Kondisi faktual	Skor
1. Dimensi Ekologi							
Kesesuaian Tata Ruang (RTRW)	≥ 80 %	50 % - 80 %	< 50 %	≥ 80 %	3	≥ 80 %	3
Kesesuaian Lahan/Tata Guna Lahan	Sesuai	Cukup	Kurang	Cukup Sesuai	2	Kurang sesuai	1
Kepadatan Bangunan (KDB)	≤ 50 %	50 % - 70 %	≥ 70 %	50 % - 70 %	2	50 % - 70 %	2
Luas Ruang Terbuka Hijau (RTH)	≥ 20 %	10 % - 20 %	< 10 %	10 % - 20 %	2	< 10 %	1
Kelestarian Ekosistem (<i>Landsekap</i>)	Terpelihara	Terbatas	Banyak rusak	Terbatas	2	Terbatas	2
Pengelolaan Kawasan Pesisir/Sempadan	Terpelihara	Terbatas	Alih fungsi	Alih fungsi	1	Terbatas	2
Penggunaan Energi Terbarukan	Banyak	Terbatas	Sedikit/tdk ada	Terbatas	2	Terbatas	2
Tingkat Penggunaan Air Tanah	Sedikit/Tdk ada	Pelengkap	Sumber utama	Pelengkap	2	Pelengkap	2
Pengelolaan Limbah B3 dan Sampah	Mandiri & 3 R	Kerjasama	Kurang Kelola	Kerjasama	2	Kerjasama	2
Kualitas Air	< Baku mutu	Rata2 baku	> Baku mutu	> Baku mutu	1	> Baku mutu	1
Kualitas Udara	< Baku mutu	Rata2 baku	< Baku mutu	> Baku mutu	1	> Baku mutu	1
2. Dimensi Ekonomi							
Kesejahteraan Karyawan (UMK)	> Rata2 Jatim	Rata2 Jatim	< Jatim	> Rata2 Jatim	3	> Rata2 Jatim	3
Pendapatan Perusahaan	Profitable	BE P	Merugi	Profit	3	Profit	3
Pertumbuhan Ekonomi	Tertinggi Jatim	> rata2 Jatim	< Rata2 Jatim	> Rata2 jatim	2	> Rata2 Jatim	2
Kontribusi PDRB	> 50% dominan	>Sektor lain	< sektor lain	>Sektor lain	2	>Sektor lain	2
Kontribusi PAD (Pajak/Retribusi Daerah)	Meningkat	Stagnan	Menurun	Meningkat	3	Stagnan	2
Kontribusi Pendapatan Perkapita	Besar	Rata2	Kecil	Rata2	2	Kecil	1
Penurunan Tingkat Kemiskinan	Besar	Rata2	Tdk Signifikan	Rata2	2	Besar	3
Program Kemitraan Usaha	Banyak, berkala	Insidentil	Sedikit/tdk ada	Sedikit	1	Insidentil	2
Pertumbuhan UMKM	Banyak	Cukup/rata2	Kecil	Cukup	2	Cukup	2
Ketersediaan Energi (BBM, Listrik & Air)	Banyak	Tersedia	Kurang cukup	Tersedia	2	Tersedia	2
Ketersediaan Bahan Baku Produksi	Banyak	Tersedia	Kurang cukup	Tersedia	2	Tersedia	2
3. Dimensi Sosial Budaya							
Penyerapan Tenaga kerja	Sektor dominan	Rata-rata	<sektor lainnya	Sektor dominan	3	Sektor dominan	3
Penurunan Pengangguran	Besar signifikan	Cukup rata2	Kecil	Cukup rata2	2	Besar signifikan	3
Perkembangan IPM	>Jatim/nasional	Rata2 jatim	<Jatim/nasional	>Jatim/nasional	3	>Jatim/nasional	3
Pelayanan Kesehatan	Meningkat	Rata-rata	Kurang	Rata-rata	2	Rata-rata	2
Kualitas SDM Karyawan (Pendidikan)	>50% D3, S1	>50% SMA	>50% SD/SMP	>50% SMA,D1	2	>50% SMA, D1	2

Pemberdayaan Masyarakat (CSR)	Ada, Berkala	Insidentil	Sedikit/kurang	Sedikit/kurang	1	Sedikit/kurang	1
Tingkat Kriminalitas	Sedikit/Kecil	Situasional	Banyak, laten	Situasional	2	Situasional	2
Tingkat Rawan Konflik Sosial	Sedikit/Kecil	Situasional	Ada Sporadis	Situasional	2	Situasional	2
4. Dimensi Manajemen Kelembagaan							
Pelaksanaan ISO Manajemen Industri	Ada dan efektif	Parsial	Kurang/Tdk ada	Ada dan efektif	3	Parsial	2
Pelaksanaan Tata Tertib Kawasan	Ada dan efektif	Parsial	Kurang/Tdk ada	Ada dan efektif	3	Parsial	2
Pemenuhan Dokumen AMDAL/UKL-UPL	Komprehensif	Sebagian	Kurang/Tdk ada	Sebagian	2	Kurang lengkap	1
Monev Kinerja Lingkungan (PROPER)	Gold/Emas	Hijau/Biru	Merah/tdk ada	Tidak ada	1	Hijau/biru	2
Lembaga Kerjasama antar Perusahaan	Ada/ fungsional	Situasional	Tidak ada	Situasional	2	Situasional	2
Peranserta Asosiasi Serikat Pekerja	Aktif dan efektif	Situasional	Kurang/Tdk ada	Situasional	2	Situasional	2
Kepastian Regulasi Usaha (investasi)	Lengkap	Cukup	Kurang	Cukup	2	Cukup	2
Pemenuhan Dokumen Perizinan Usaha	Lengkap	Cukup	Kurang	Lengkap	3	Kurang	1
Pemberian Sangsi (<i>Punishment</i>)	Efektif	Situasional	Kurang efektif	Situasional	2	Efektif	3
Pemberlakuan Insentif Disinsentif	Berlaku efektif	Cukup	Kurang/belum	Kurang/belum	1	Kurang/belum	1
5. Dimensi Teknologi dan Infrastruktur							
Pertukaran Bahan Baku (Simbiosis)	Ada tersistem	Situasional	Kurang/Tdk ada	Kurang	1	Situasional	2
Bangunan Ramah Lingkungan (building)	Dominan	Sebagian	Kurang/tdk ada	Sebagian	2	Sebagian	2
PSU Ramah Lingkungan (Infrastruktur)	Lengkap	Sebagian	Kurang/Tdk ada	Sebagian	2	Kurang	1
Teknologi Efisiensi Penggunaan Air	Baik efesien	Cukup	Kurang/Tdk ada	Cukup	2	Cukup	2
Teknologi Reduksi Pencemaran Udara	Baik Efektif	Cukup	Kurang/Tdk ada	Kurang	1	Kurang	1
Teknologi Reduksi Pencemaran Air	Baik Efektif	belum efektif	Kurang/Tdk ada	Belum efektif	2	Belum efektif	2
Teknologi Informasi (Sistem IT)	Digital/online	Mix teknologi	Manual	Mix teknologi	2	Mix teknologi	2
Sistem Transportasi Ramah Lingkungan	Massal, hemat	Sebagian	Individu, boros	Sebagian	2	Sebagian	2
Sistem Penanggulangan Kebakaran	Mantap	Cukup	Lemah	Mantap	3	Lemah	1
Sistem Tanggap Darurat (K3)	Mantap	Cukup	Rendah	mantap	3	Rendah	1

Sumber : Hasil Analisis, 2018

5.2.4 Analisis Indeks Keberlanjutan dan Indikator Pengungkit

Tahapan penilaian indeks keberlanjutan pengembangan kawasan industri di wilayah perkotaan Gresik menggunakan metode *Multidimensional Scalling* dengan software *Rap-Industrial (Rapid Appraisal for Industrial)* yang merupakan penyesuaian dari *Rapfish (Rapid Appraisal of Fisheries)* (Fauzi dan Anna, 2005). Prinsip aplikasi alat analisis ini berbasis program SPSS dengan pendekatan penyelesaian berbasis MDS dengan skala penilaian 0 (bad) sampai 100 (good). Jika kondisi obyek yang dikaji mempunyai nilai indeks lebih dari 75% maka pengelolaan kawasan termasuk dalam kategori berkelanjutan (*sustainable*) dan sebaliknya jika kurang dari 75% termasuk kategori cukup berkelanjutan, kurang dari 50% kategori kurang berkelanjutan, dan kurang dari 25% tidak berkelanjutan (Kavanagh dan Pitcher, 2001). Interval nilai indeks keberlanjutan dalam 4 tingkatan status keberlanjutan ditunjukkan pada Tabel 5.4 sebagai berikut:

Tabel 5.4 Nilai Indeks dan Kategori Status Keberlanjutan

No.	Indeks Nilai	Status Keberlanjutan
1.	0,00 - 25,00	Tidak berkelanjutan
2.	25,01 - 50,00	Kurang berkelanjutan
3.	50,01 - 75,00	Cukup berkelanjutan
4.	75,01 - 100,00	Berkelanjutan

Sumber : Suwarno, *et al.*, 2011

Setelah didapatkan indeks keberlanjutan masing-masing dimensi dan menggambarkan bentuk diagram layang-layang (*kite diagram*), proses berikutnya adalah melengkapi pemilihan data atribut/indikator yang berpengaruh terhadap tingkat keberlanjutan menggunakan analisis *leverage* yang ditunjukkan oleh nilai *Root Mean Square (RMS)*. Semakin besar perubahan nilai RMS maka semakin sensitif peranan atribut tersebut dalam meningkatkan status keberlanjutan

pengelolaan industri. Penentuan faktor pengungkit didapatkan dari atribut yang mempunyai nilai tertinggi sampai dengan nilai setengahnya dari setiap dimensi.

Sedangkan untuk menduga tingkat kesalahan acak (*random error*) pada model yang dihasilkan untuk semua dimensi pada tingkat kepercayaan 95% digunakan analisis *Monte Carlo* yang menjadi satu kesatuan dalam rangkaian analisis MDS (Suwarno *et. al*, 2011).

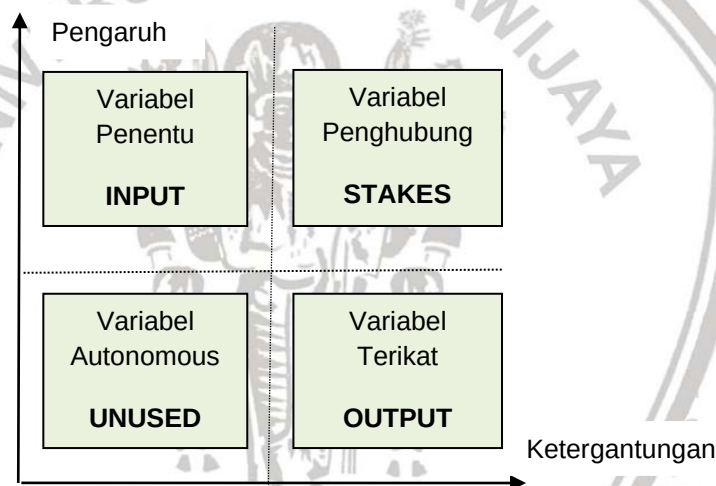
Tingkat validitas dari analisis ini dapat diketahui dengan indikator nilai *stress* (S) dan *R-square* (R²). Semakin kecil nilai *stress* (nilai < 25 %) semakin menunjukkan tingkat keakuratan yang baik, demikian juga dengan nilai R² yang mendekati nilai 1. Menurut Kavanagh (2001) pengaruh galat akan muncul dalam analisis MDS yang disebabkan oleh berbagai hal seperti kesalahan dalam pembuatan skor karena kesalahan pemahaman terhadap atribut atau kondisi lokasi penelitian yang belum sempurna, variasi nilai akibat perbedaan opini atau penilaian oleh peneliti, proses analisis MDS yang berulang-ulang, kesalahan pemasukan data atau ada data yang hilang.

5.2.5 Analisis Prospektif

Indikator/faktor pengungkit yang dihasilkan dari analisis *leverage* masing-masing dimensi selanjutnya dilakukan analisis prospektif untuk menentukan faktor kunci sebagai atribut untuk membuat skenario pengembangan kawasan industri berkelanjutan di masa yang akan datang dengan data penilaian dari stakeholder yang berkompeten (Hardjomidjojo, 2002; Bourgeois, 2004) melalui tahapan sbagai berikut:

1. Menentukan tujuan dan idenfikasi faktor/indikator sebagaimana hasil analisis Multidimensional Scalling;

2. Penilaian pengaruh langsung antar faktor/indikator melalui kuesioner oleh kelompok stakeholder yang berkompeten dengan pedoman penilaian sebagai berikut; (a) nilai 0 untuk kategori tidak berpengaruh; (b) nilai 1 untuk kategori berpengaruh kecil; (c) nilai 2 untuk kategori berpengaruh sedang; dan (d) nilai 3 untuk kategori berpengaruh besar.
3. Selanjutnya hasil matriks gabungan dari pendapat pakar (*Stakeholder*) diolah dengan *software* analisis prospektif dan hasil perhitungan dapat divisualisasikan dalam diagram pengaruh dan ketergantungan antar faktor seperti pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Diagram Pengaruh dan Ketergantungan

Sumber : Hardjomidjojo, 2002 ; Bourgeois, 2004

5. Pemilihan faktor kunci sebagai variabel dalam analisis berikutnya dan pembuatan skenario maupun strategi kebijakan di masa yang akan datang. Sedangkan indikator/variabel yang dipilih menjadi faktor kunci adalah indikator-indikator yang pengaruhnya besar yaitu berada di kuadran INPUT (variabel penentu) dan STAKES (variabel penghubung).

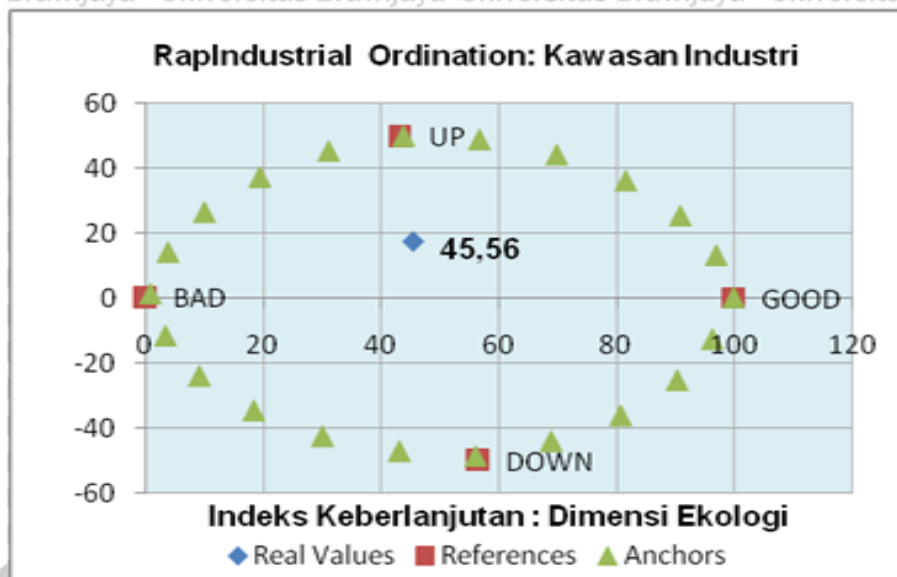
5.3 Hasil dan Pembahasan

Penentuan keberlanjutan pengembangan kawasan industri di wilayah perkotaan Gresik dilaksanakan dengan menggunakan indikator keberlanjutan yang telah dihasilkan melalui studi literatur dan konsultasi pakar (*experts judgment*) yaitu sebanyak 50 indikator meliputi; 11 indikator dimensi ekologi, 11 indikator dimensi ekonomi, 8 indikator dimensi sosial budaya, 10 indikator manajemen kelembagaan dan 10 indikator dimensi teknologi dan infrastruktur.

Dengan menggunakan *software* program *Rap-Industrial* didapatkan ordinasi (indeks keberlanjutan) dan faktor pengungkit (*leverage factor*) untuk masing-masing kategori kawasan industri maupun industri non kawasan.

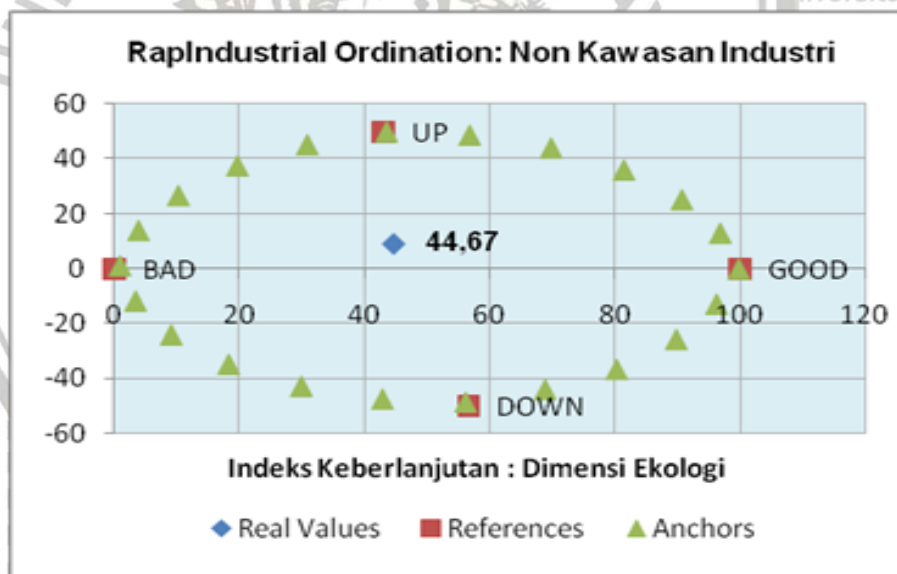
5.3.1 Indeks Keberlanjutan Dimensi Ekologi

Dimensi ekologi pada perusahaan kawasan industri yang terdiri dari 11 atribut yaitu; Kesesuaian Tata Ruang (RTRW), Kesesuaian Lahan (Tata Guna Lahan), Kepadatan Bangunan (BCR), Keluasan Ruang Terbuka Hijau (RTH), kelestarian Ekosistem (Lansekap), Pengelolaan Kawasan Pesisir /Sempadan, Penggunaan Energi Terbarukan Tingkat Penggunaan Air Tanah, Pengelolaan Limbah (Sampah dan B3), Kualitas Air serta Kualitas Udara setelah dilakukan analisis MDS *Rap-Industrial* dihasilkan nilai indek keberlanjutan rata-rata sebesar 45,56 (Gambar 5.3). Angka tersebut jika dibandingkan dengan kategori penilaian adalah termasuk kurang berkelanjutan (interval nilai indeks 25 - 50). Sedangkan dimensi ekologi pada perusahaan non kawasan industri menunjukkan indeks keberlanjutan yang sedikit lebih rendah dibandingkan dengan kawasan industri yaitu sebesar 44,67 dan termasuk kategori kurang berkelanjutan (Gambar 5.4).



Gambar 5.3 **Indek Keberlanjutan Dimensi Ekologi Kawasan Industri**

Sumber : Hasil Analisis, 2018

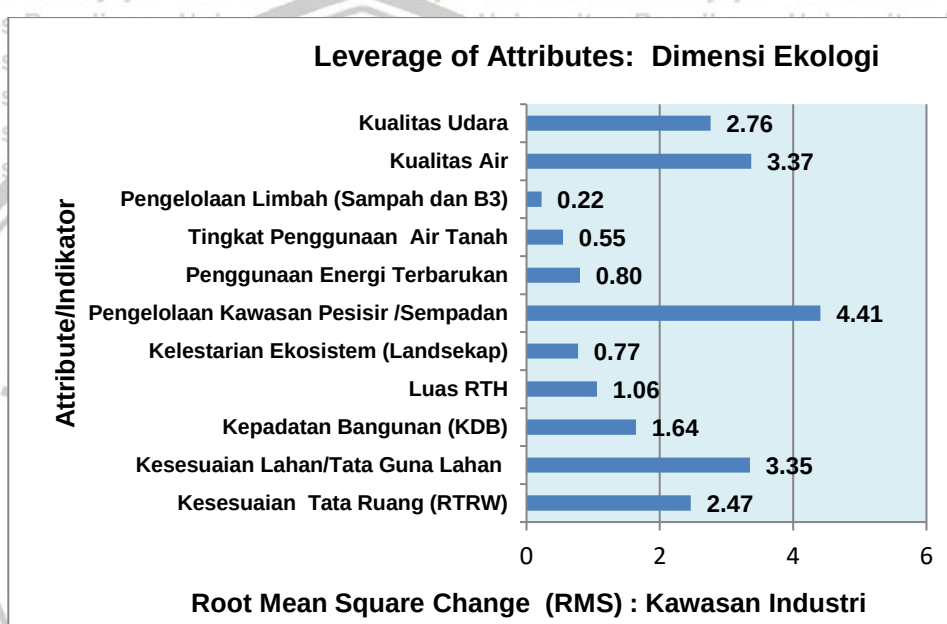


Gambar 5.4 **Indek Keberlanjutan Dimensi Ekologi pada Non Kawasan Industri**

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan analisis *leverage factor* terhadap atribut dimensi ekologi dengan melihat nilai dominan yang ditunjukkan pada angka *Root Mean Square* (RMS) didapatkan 5 atribut yang dijadikan sebagai indikator pengungkit yaitu; Kesesuaian Tata Ruang/RTRW (2,47), Kesesuaian Lahan/Tata Guna Lahan

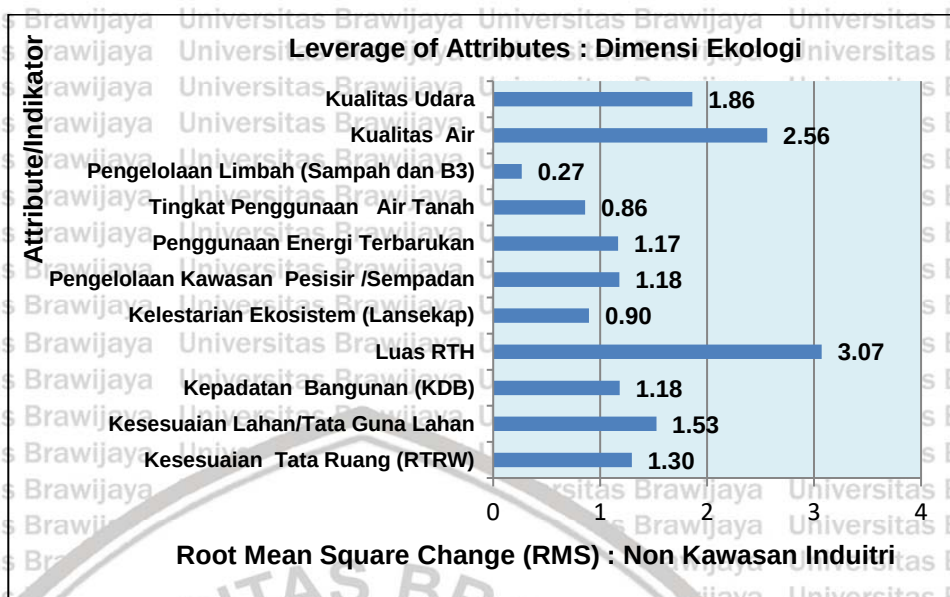
(3,35), Pengelolaan Wilayah Pesisir/Sempadan (4,41), Kualitas Air (3,37) dan Kualitas Udara (2,76). Indikator pengungkit dimensi ekologi untuk keberlanjutan kawasan industri tersebut pada dasarnya berkaitan dengan dua aspek penting yaitu kebijakan dan implementasi pemanfaatan ruang untuk pengembangan industri dan gambaran kondisi komponen penting lingkungan hidup berupa air dan udara seperti pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Indikator Pengungkit Dimensi Ekologi pada Kawasan Industri

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan analisis *leverage factor* terhadap atribut dimensi ekologi non kawasan industri dengan melihat nilai dominan yang ditunjukkan pada angka *Root Mean Square* (RMS) didapatkan 5 atribut yang dijadikan sebagai indikator pengungkit yaitu; Kesesuaian Tata Ruang/RTRW (1,30), Kesesuaian Lahan/Tata Guna Lahan (1,53), Kecukupan Ruang Terbuka Hijau (3,07), Kualitas Air (2,56) dan Kualitas Udara (1,86) seperti ditunjukkan pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Indikator Pengungkit Dimensi Ekologi pada Non Kawasan Industri

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Indikator Kesesuaian Tata Ruang Wilayah untuk pengembangan kawasan industri menjadi prasyarat utama sebagaimana diatur dalam ketentuan Pasal 11 Undang-undang Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian. Data evaluasi pemanfaatan ruang kawasan industri di Gresik Tahun 2016 menunjukkan lebih dari 80% tingkat kesesuaiannya dengan pola ruang RTRW sebagaimana ditetapkan dalam Perda Nomor 8 Tahun 2011. Pola tata guna lahan kawasan industri di Gresik sudah didesain dalam satu kawasan khusus yang tidak bercampur dengan kegiatan atau pemanfaatan ruang lainnya. Kondisinya berbeda dengan perusahaan non kawasan industri yang di beberapa lokasi masih bercampur (berhimpitan) dengan area permukiman maupun perdagangan dan jasa lainnya. Oleh karena itu jika dibandingkan dengan standar teknis pembangunan kawasan industri sebagaimana ketentuan Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 35 Tahun 2010, maka terdapat variabel teknis yang perlu diantisipasi dampak negatifnya seperti; jarak ke permukiman

dan pusat perkotaan yang relatif dekat, penetapan zoning sesuai jenis industri belum optimal dan akses keluar masuk ke kawasan industri yang terintegrasi dengan kebutuhan jalan umum.

Indikator Pengelolaan Kawasan Pesisir dan Sempadan menjadi krusial karena secara faktual posisi kawasan industri di Gresik dominan berada di wilayah pesisir dan menguasai daratan maupun pantainya (*waterfront*), sehingga secara signifikan berpotensi mengurangi kelestarian /keanekaragaman hayati maupun akses publik terhadap manfaat pesisir pantai. Sedangkan indikator kecukupan Ruang Terbuka Hijau (RTH) pada non kawasan industri menjadi faktor pengungkit karena berdasarkan data Status Lingkungan Hidup Daerah (SLHD) Kabupaten Gresik Tahun 2016, menunjukkan bahwa kontribusi total RTH industri terhadap RTH perkotaan hanya berkisar 172,86 ha (5,8 %) dari jumlah RTH perkotaan sebesar 15,35%. Hal tersebut masih terdapat kesenjangan dengan kebutuhan normatif standar RTH yang diatur dalam Undang-Undang Penataan Ruang Nomor 24 Tahun 2007 Pasal 29 bahwa ada kewajiban menyediakan minimal 30% luas wilayah untuk RTH yang berasal dari RTH publik sebesar 20% dan RTH privat sebesar 10% yang fungsinya diharapkan dapat memperbaiki iklim mikro dan estetika lingkungan.

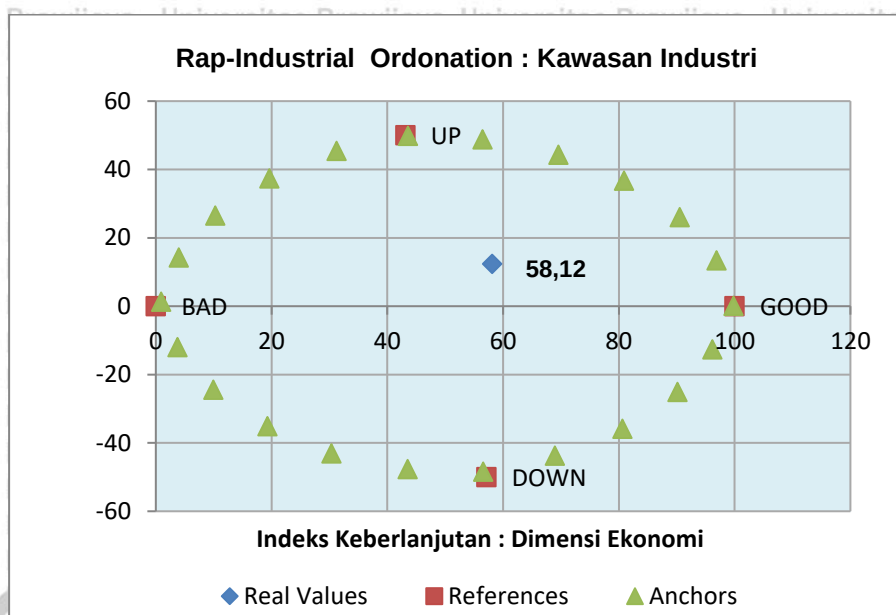
Kualitas Air dan Kualitas Udara menjadi indikator berpengaruh karena dapat berkorelasi langsung dengan kualitas hidup manusia. Berdasarkan hasil pemantaun kualitas air terhadap 60 titik sampel air sungai (SLHD, 2017) hanya 5 sungai yang memenuhi baku mutu air, sedangkan 55 titik sungai lainnya dalam kondisi tercemar baik skala ringan maupun berat dengan ambang batas sesuai ketentuan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 pada parameter BOD, COD, DO, TSS, Nitrat dan Nitrit. Kondisi pencemaran juga terjadi pada

sebagian air tanah atau sumur dan air laut (perairan) terutama pada lokasi dengan aktifitas industri maupun permukiman yang relatif lebih padat. Namun demikian dari Indeks Kualitas Air (IKA) Kabupaten Gresik mengalami perbaikan dari 49,01 pada tahun 2016 menjadi 53,64 (status sangat kurang) tahun 2017.

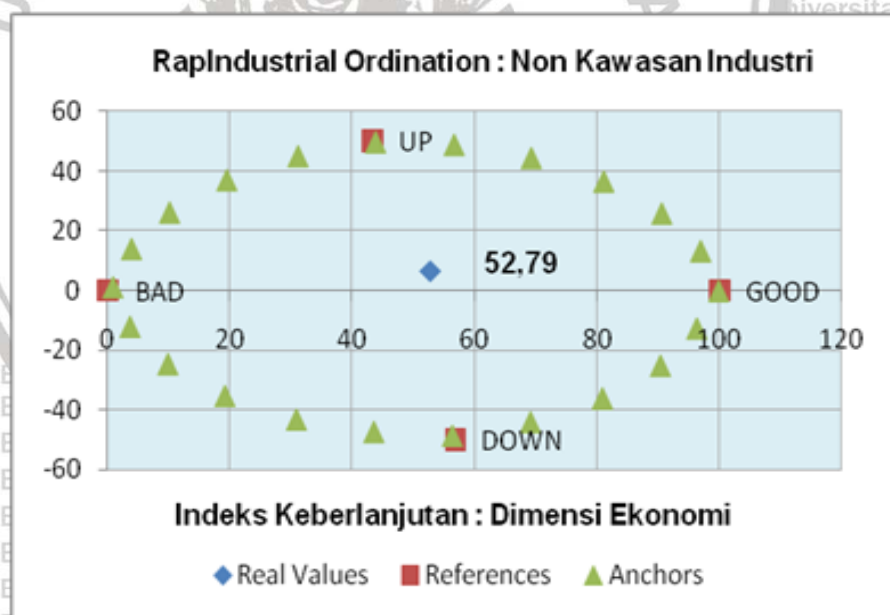
Kondisi kualitas udara di Gresik berdasarkan hasil pemantauan BLH Kabupaten Gresik Tahun 2017 pada 12 titik sampel di sekitar area industri pada wilayah penelitian relatif lebih baik dengan hasil rata-rata masih di bawah ambang batas mutu kecuali untuk partikel debu dan kebisingan dengan mengacu pada standar baku mutu kualitas udara dalam Peraturan Gubernur Nomor 10 tahun 2010. Sedangkan Indeks Kualitas Udara (IKU) pada Tahun 2016 sebesar 70,06 dan meningkat menjadi 77,84 meskipun nilainya masih jauh di bawah rata-rata IKU Jawa Timur sebesar 90,09 (SLHD Jatim, 2016).

5.3.2 Indeks Keberlanjutan Dimensi Ekonomi

Dimensi ekonomi pada perusahaan kawasan industri yang terdiri dari 11 atribut yaitu; Kesejahteraan Karyawan (UMK), Pendapatan Perusahaan, Pertumbuhan Ekonomi, Kontribusi PDRB, Kontribusi PAD (Pajak/Retribusi daerah), Pendapatan Perkapita, Penurunan Tingkat Kemiskinan, Program Kemitraan Usaha, Pertumbuhan UMKM, Ketersediaan Suplai Energi dan Ketersediaan Suplai Bahan Baku. Produksi berdasarkan analisis MDS *Rap-Industrial* dihasilkan nilai indeks keberlanjutan sebesar 58,12 (Gambar 5.7). Angka tersebut jika dikategorikan dengan skala penilaian adalah termasuk cukup berkelanjutan (interval nilai indeks 50 - 75).



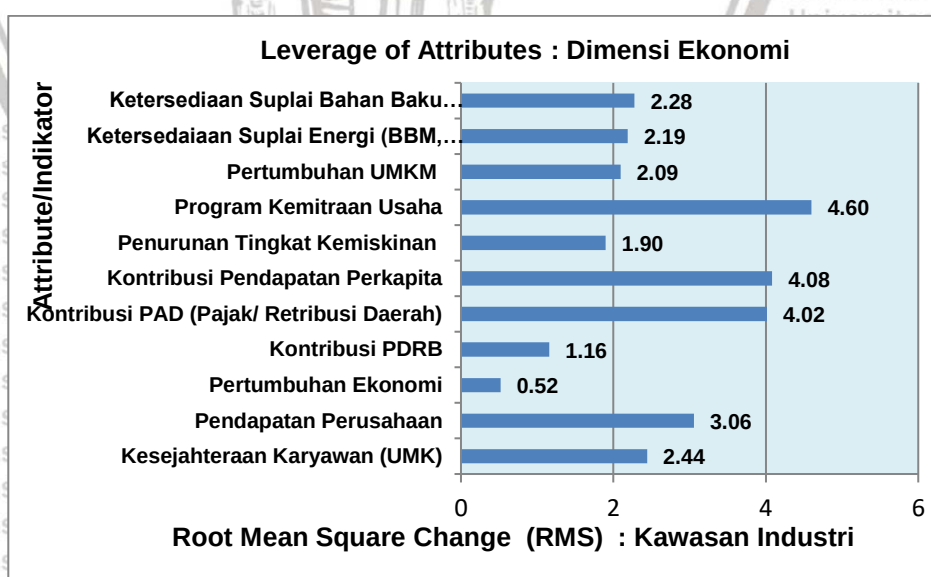
Gambar 5.7 Indeks Keberlanjutan Dimensi Ekonomi pada Kawasan Industri
Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 5.8 Indek Keberlanjutan Dimensi Ekonomi pada Non Kawasan Industri
Sumber : Hasil Analisis, 2018

Dimensi ekonomi pada perusahaan non kawasan industri menunjukkan indeks keberlanjutan yang lebih rendah dibandingkan dengan kawasan industri meskipun masih dalam kategori cukup berkelanjutan yaitu sebesar 52,79 (Gambar 5.8)

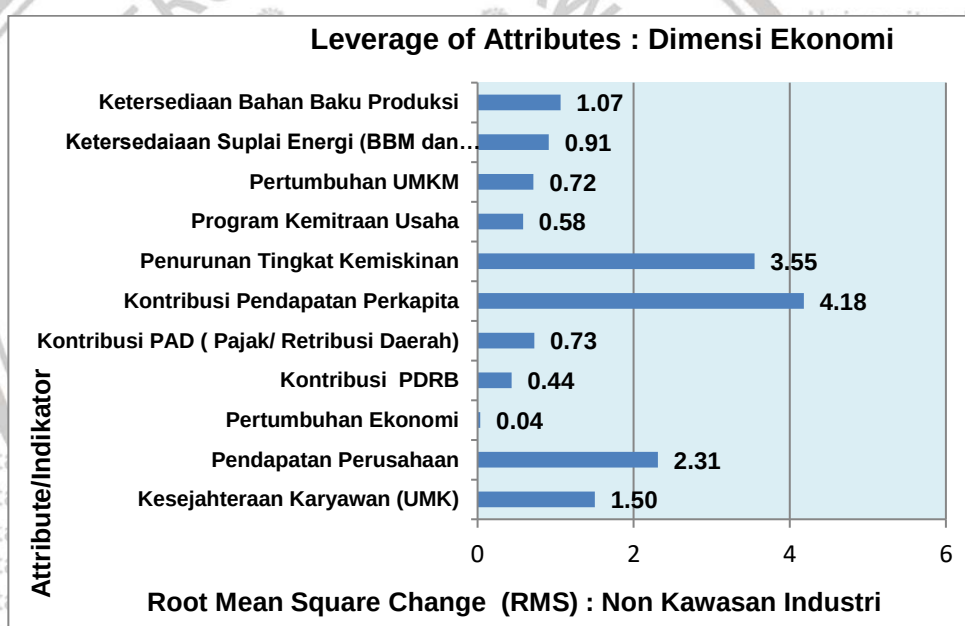
Berdasarkan analisis *leverage factor* terhadap atribut dimensi ekonomi pada kawasan industri dengan melihat nilai dominan yang ditunjukkan pada angka *Root Mean Square* (RMS) seperti pada Gambar 5.9 didapatkan 5 atribut yang dijadikan sebagai indikator pengungkit yaitu; Kesejahteraan Karyawan/UMK (2,44), Pendapatan Perusahaan (3,06), Kontribusi PAD (pajak/retribusi daerah) sebesar (4,02), Pendapatan Perkapita (4,08) dan Program Kemitraan Usaha (4,60). Indikator pengungkit dimensi ekonomi untuk keberlanjutan kawasan industri tersebut pada dasarnya berfungsi menjaga stabilitas ekonomi 3 stakeholder utama yaitu kepentingan perusahaan dengan karyawannya, kebutuhan pemerintah atas pendapatan daerah dan kontribusi riil kawasan industri terhadap masyarakat umum.



Gambar 5.9 Indikator Pengungkit Dimensi Ekonomi Pada Kawasan industri

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Indikator pengungkit berdasarkan analisis *leverage factor* terhadap atribut dimensi ekonomi non kawasan industri yang ditunjukkan nilai dominan pada angka *Root Mean Square* (RMS) didapatkan 3 atribut yaitu; Pendapatan Perusahaan (2,31), Pendapatan Perkapita (4,18) dan Penurunan Tingkat Kemiskinan (3,55). Konfigurasi peran indikator keberlanjutan ekonomi pada perusahaan non kawasan industri tersebut lebih dominan berfungsi untuk mewujudkan kondisi ekonomi yang lebih baik dengan turunnya angka kemiskinan, naiknya pendapatan perkapita dengan syarat posisi perusahaan industri juga masih mendapatkan profit usaha sebagaimana dalam Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Indikator Pengungkit Dimensi Ekonomi pada Non Kawasan Industri

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Indikator kesejahteraan karyawan yang bekerja di sektor industri salah satu parameternya adalah terpenuhinya Upah Minimum Kabupaten (UMK) yang perhitungannya didasarkan pada standar hidup layak pada suatu daerah. UMK pekerja industri di Kabupaten Gresik berada pada kelompok tinggi di wilayah

Jawa Timur (tertinggi kedua setelah UMK Kota Surabaya) dan selalu mengalami kenaikan (rata-rata 8,5 %) seperti data UMK Tahun 2017 sebesar Rp. 3.293.506 menjadi Rp. 3.580.370 untuk UMK Tahun 2018 (BPS Propinsi Jawa Timur, 2017). Perkembangan UMK juga dapat terpenuhi apabila terciptanya indikator pendapatan perusahaan yang memadai. Kedua indikator tersebut semestinya berjalan secara proporsional untuk dapat mewujudkan keberlanjutan kawasan industri dan *tenant* industri yang didukung oleh keseimbangan kepentingan pemilik modal dan pekerja.

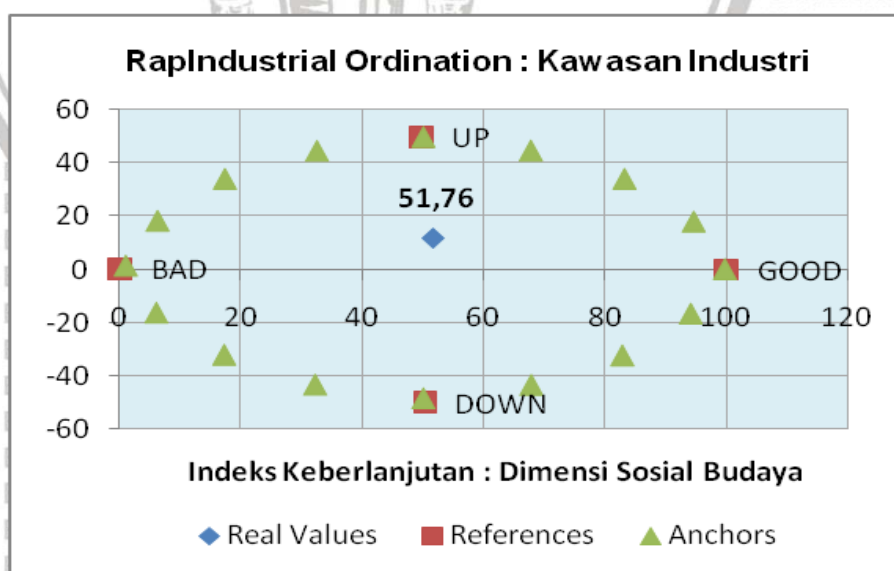
Indikator tingkat kemiskinan untuk keberlanjutan non kawasan industri mengandung harapan bahwa semakin banyak berkembang industri akan berdampak signifikan terhadap penurunan tingkat kemiskinan. Kondisi tersebut linier dengan data keluarga miskin di wilayah penelitian paling sedikit di banding daerah lainnya yaitu Kecamatan Kebomas sebanyak 2.193 keluarga, 2.532 keluarga di Kecamatan Gresik dan 4.183 keluarga di Kecamatan Manyar. Namun secara makro di tingkat kabupaten atau propinsi belum berpengaruh signifikan karena angka kemiskinan di Kabupaten Gresik sebesar 13,63 % Tahun 2016 di atas kemiskinan rata-rata Jawa Timur sebesar 11,85%. Fenomena tersebut dapat dijelaskan bahwa serapan tenaga kerja di sektor industri belum merata di semua wilayah kecamatan atau kebutuhan tenaga kerja masih banyak disuplai dari luar daerah.

Program kemitraan usaha menjadi indikator berpengaruh untuk keberlanjutan kawasan industri dapat diinterpretasikan sebagai upaya untuk memperkuat jaringan dan sistem usaha yang sinergis. Persepsi dan implementasi untuk melaksanakan kemitraan bagi industri besar (kawasan industri) dengan industri UMKM masih relatif kecil meskipun sudah diwajibkan

dalam Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 1997 Tentang Kemitraan. Peran kemitraan usaha di Gresik selama ini banyak dilakukan oleh perusahaan BUMN karena menjadi kewajiban dalam pembinaan usaha kecil dan lingkungan sebagaimana diatur Peraturan Menteri BUMN Nomor 9 Tahun 2015 Tentang Program Kemitraan dan Bina Lingkungan (PKBL).

5.3.3 Indeks Keberlanjutan Dimensi Sosial Budaya

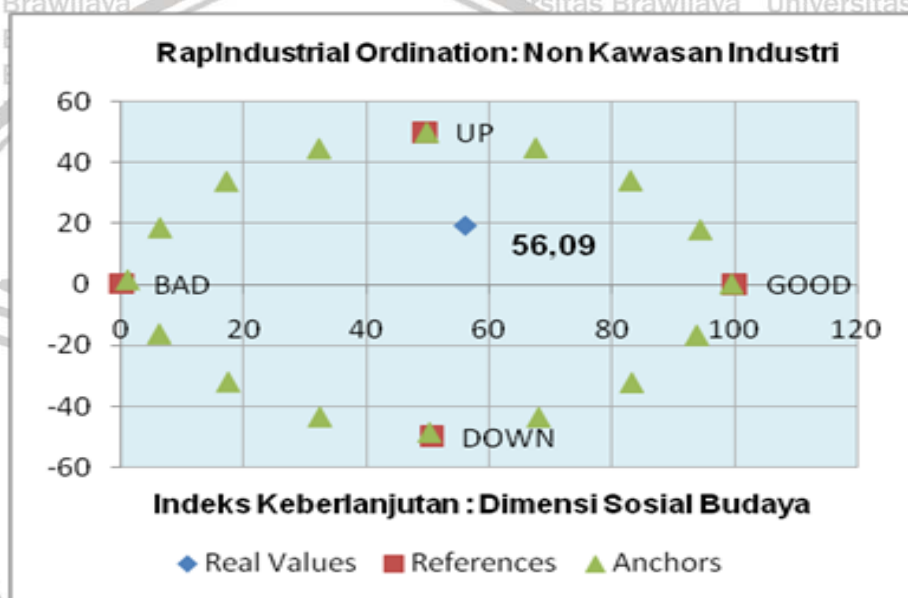
Dimensi sosial budaya pada perusahaan kawasan industri terdiri dari 8 atribut yaitu; Penyerapan Tenaga Kerja, Penurunan Tingkat Pengangguran, Perkembangan IPM, Pelayanan Kesehatan, Kualitas SDM/Pendidikan, Pemberdayaan Masyarakat (CSR), Tingkat Kriminalitas dan Tingkat Rawan Konflik Sosial. Berdasarkan analisis MDS *Rapindustrial* dihasilkan nilai indeks keberlanjutan rata-rata sebesar 51,76 seperti dijelaskan pada Gambar 5.11. Angka tersebut jika dikategorikan dengan skala penilaian adalah termasuk cukup berkelanjutan (interval nilai indeks 50 - 75).



Gambar 5.11 Indeks Keberlanjutan Dimensi Sosial Budaya pada Kawasan Industri

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Dimensi Sosial Budaya pada perusahaan non kawasan industri menunjukkan indeks keberlanjutan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan industri meskipun masih dalam kategori yang sama yaitu cukup berkelanjutan dengan nilai sebesar 56,09 (Gambar 5.12). Artinya bahwa aspek sosial budaya pada perusahaan non kawasan industri sudah banyak diperankan dan dirasakan kontribusinya bagi masyarakat Gresik.

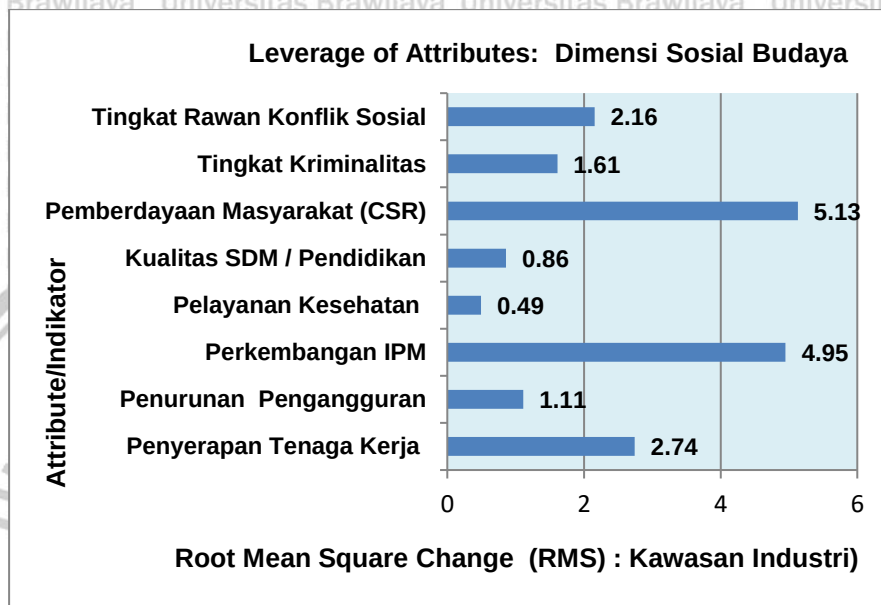


Gambar 5.12 Indeks Keberlanjutan Dimensi Sosial Budaya pada Non Kawasan Industri

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan analisis *leverage factor* terhadap atribut dimensi sosial budaya pada kawasan industri dengan melihat nilai dominan yang ditunjukkan pada angka *Root Mean Square* (RMS) didapatkan 3 atribut yang dijadikan sebagai indikator pengungkit (Gambar 5.13) yaitu; Penyerapan Tenaga Kerja (2,74), Perkembangan IPM (4,95) dan Pemberdayaan Masyarakat/CSR (4,02). Indikator pengungkit dimensi sosial budaya untuk keberlanjutan kawasan industri tersebut pada dasarnya berkaitan dengan seberapa banyak kontribusi

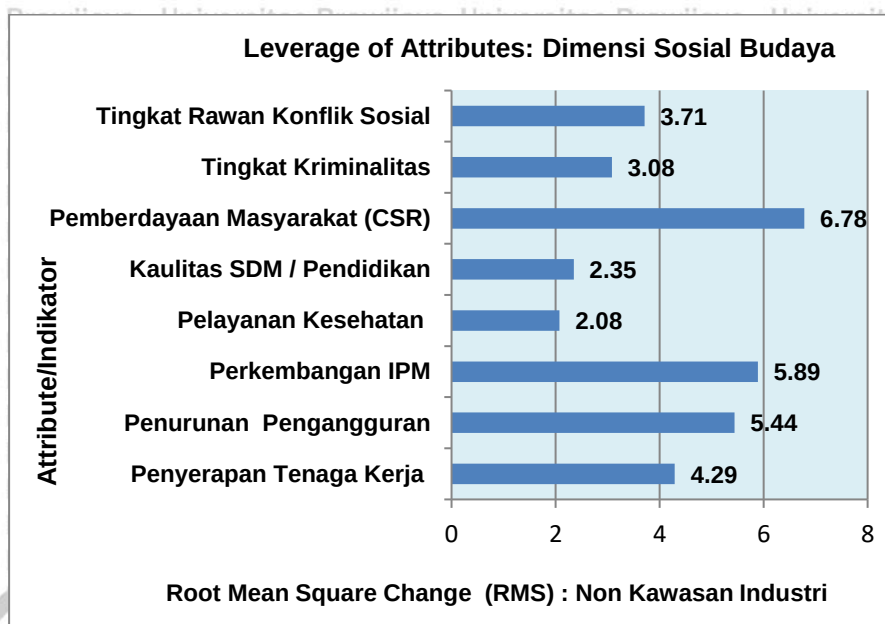
pengembangan industri dalam penciptaan lapangan kerja baik secara langsung dengan aktifitas operasional industri maupun secara tidak langsung dengan kegiatan pemberdayaan masyarakat (*coorporate social responsibility*) yang pada akhirnya berdampak pada Indek Pengembangan Manusia (IPM).



Gambar 5.13 Indikator Pengungkit Dimensi Sosial Budaya pada Kawasan Industri

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Sedangkan pada non kawasan industri, Jumlah indikator pengungkit sebanyak 4 atribut yang dihasilkan melalui analisis *leverage factor* yang ditunjukkan nilai dominan pada angka *Root Mean Square* (RMS) meliputi; Penyerapan Tenaga Kerja (4,29), Penurunan Tingkat Pengangguran (5,44), Perkembangan IPM (5,89) dan Pemberdayaan Masyarakat (6,78). Satu indikator pengungkit yang membedakan dengan kawasan industri adalah penurunan tingkat pengangguran, yang berarti bahwa perusahaan non kawasan industri rata-rata lebih banyak menyerap tenaga kerja dan didominasi jenis industri yang padat karya (Gambar 5.14).



Gambar 5.14 **Indikator Pengungkit Dimensi Sosial Budaya pada Non Kawasan Industri**

Sumber : Hasil Analisis, 2018

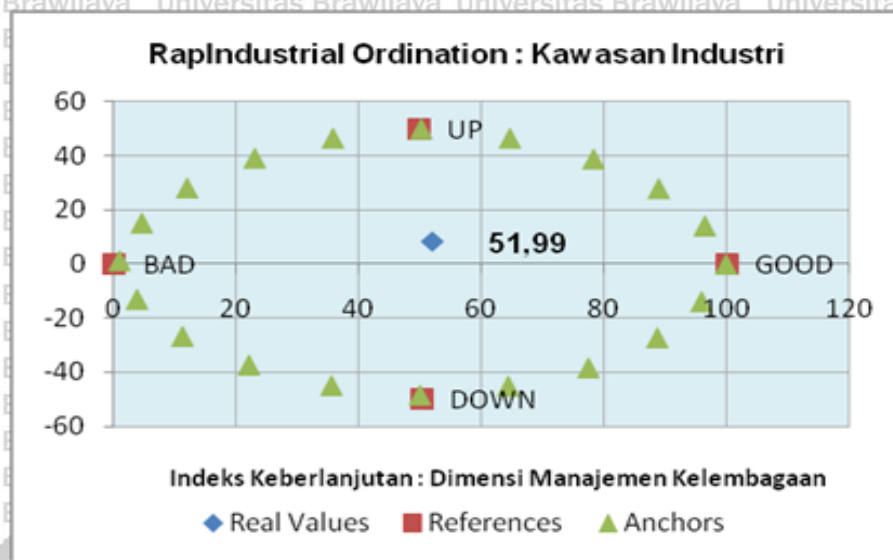
Penyerapan tenaga kerja menjadi indikator pengungkit untuk kawasan industri maupun perusahaan non kawasan industri karena secara faktual di wilayah penelitian mata pencaharian penduduk masih dominan pada sektor industri yaitu di Kecamatan Gresik pada tahun 2016 terdapat 10.798 orang (25%) dan Kecamatan Manyar 17.135 orang (24,8%). Kondisi tersebut akan saling mempengaruhi jika pengembangan industri tidak maksimal akan berdampak pada mata pencaharian sebagian besar warga dan sebaliknya bilamana terdapat permasalahan tenaga kerja juga akan berimplikasi pada kinerja perusahaan industri. Atribut lain yang dapat menjadi pembanding adalah indikator penurunan tingkat pengangguran yang menjadi faktor sensitif keberlanjutan pada non kawasan industri di Gresik karena lebih banyak jumlah industrinya baik industri sedang maupun menengah dan relatif masih bersifat padat karya (*labour intensive*). Disamping itu pengembangan industri masih diandalkan sebagai upaya untuk penurunan tingkat pengangguran di Gresik yang mencapai 5,67 %

pada tahun 2016 dan masih lebih tinggi dari rata-rata Jawa Timur sebesar 4,21 % (BPS Propinsi Jatim, 2017).

Indikator Indeks Pembangunan Manusia (IPM) menjadi atribut penting untuk mengukur bahwa orientasi pengembangan industri tidak hanya fokus pada dimensi ekonomi saja, tetapi didesain untuk bisa berkorelasi positif dalam meningkatkan kualitas hidup warganya. Dalam lima tahun terakhir nilai IPM Kabupaten Gresik selalu meningkat dan pada tahun 2016 berada pada angka 74,46 yang lebih tinggi dibanding rata-rata Jawa Timur sebesar 69,74. Salah satu program riil yang diharapkan dari industri kepada publik untuk pengembangan manusia (IPM) adalah pemberdayaan masyarakat yang menjadi tanggungjawab sosial perusahaan (CSR). Program CSR perusahaan akan dapat meningkatkan keberlanjutan kawasan industri maupun non kawasan industri apabila pelaksanaannya didukung oleh regulasi daerah, perencanaan sistematis dan implementasi yang tepat sasaran.

5.3.4 Indeks Keberlanjutan Dimensi Manajemen dan Kelembagaan

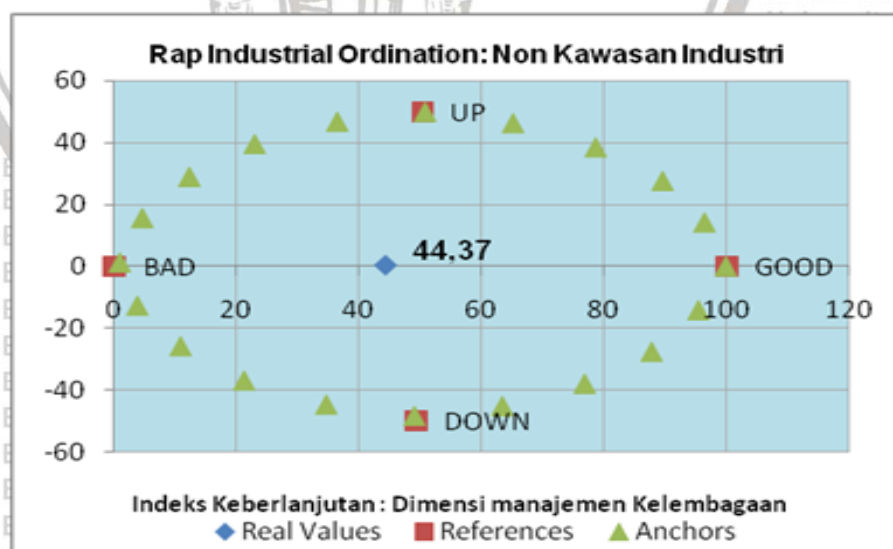
Dimensi Manajemen Kelembagaan pada perusahaan kawasan industri terdiri dari 10 atribut yaitu; Pelaksanaan ISO Manajemen Industri, Pelaksanaan Tata Tertib Kawasan (*Estate Regulation*), Pemenuhan Dokumen AMDAL/UKL-UPL, Monitoring Kinerja Lingkungan (PROPER), Lembaga Kerjasama antar Perusahaan, Peran dan Fungsi Asosiasi Pekerja, Kepastian Regulasi Investasi, Pemenuhan Dokumen Perizinan Usaha, Pemberian Sangsi (*Punishment*) dan Pemberlakuan Insentif dan Disinsentif. Berdasarkan analisis MDS *Rap-Industrial* dihasilkan nilai keberlanjutan rata-rata sebesar 51,99 (Gambar 5.15). Indeks tersebut jika dikategorikan dalam skala penilaian adalah termasuk cukup berkelanjutan (interval nilai indeks 50 - 75)



Gambar 5.15 **Indek Keberlanjutan Dimensi Manajemen Kelembagaan Pada Kawasan industri**

Sumber : Hasil Analisis, 2018

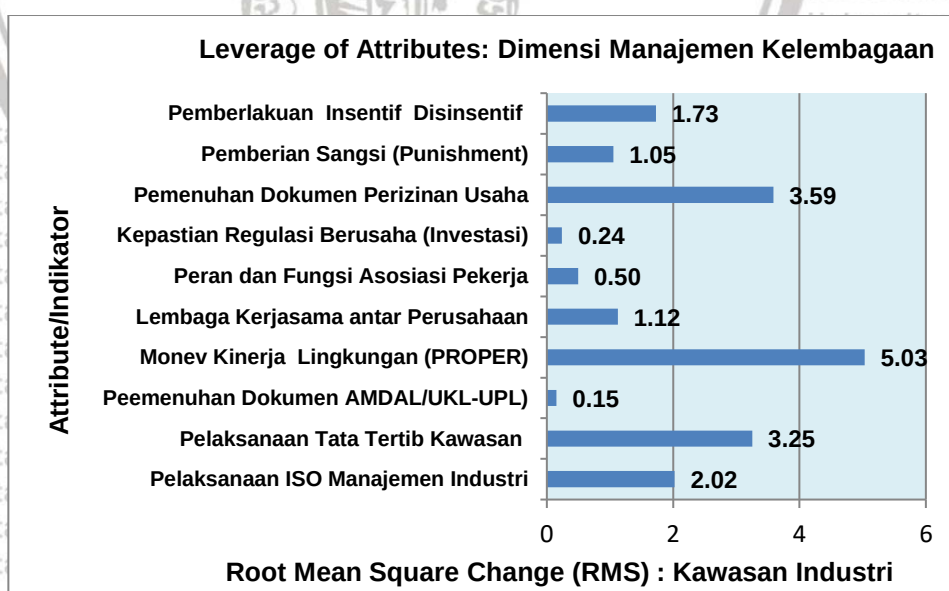
Indek keberlanjutan dimensi manajemen kelembagaan pada perusahaan non kawasan industri pada posisi lebih rendah daripada kawasan industri yaitu sebesar 44,37 dan termasuk kategori kurang berkelanjutan (Gambar 5.16).



Gambar 5.16 **Indek Keberlanjutan Dimensi Manajemen Kelembagaan Pada Non Kawasan Industri**

Sumber : Hasil Analisis, 2018

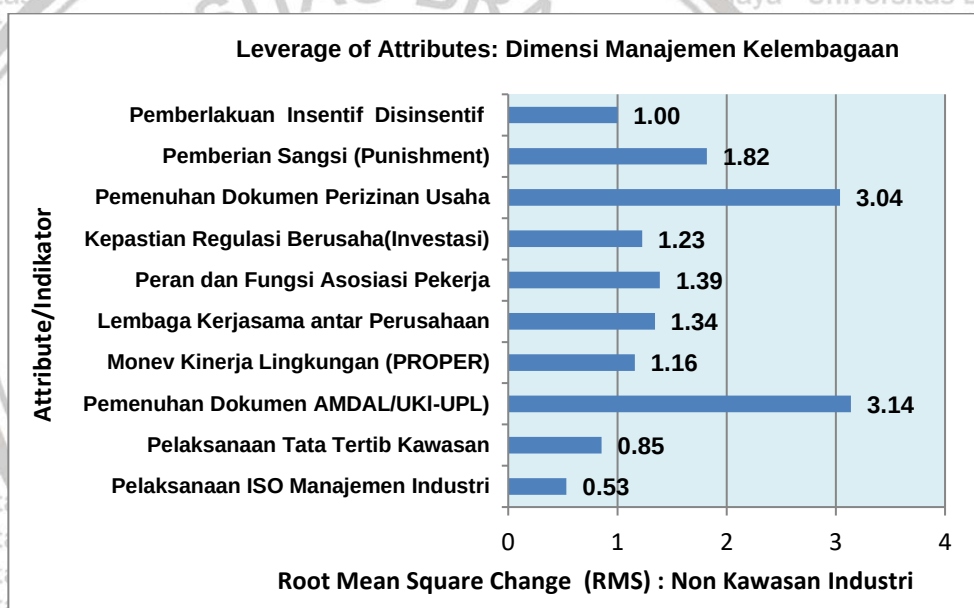
Analisis *leverage factor* terhadap 10 atribut dimensi manajemen kelembagaan pada kawasan industri yang ditunjukkan pada angka dominan *Root Mean Square* (RMS) didapatkan 3 atribut yang dijadikan sebagai indikator pengungkit yaitu; Pelaksanaan Tata Tertib Kawasan (3,25), Monitoring Kinerja Lingkungan/PROPER (5,03) dan Pemenuhan Dokumen Perizinan Usaha (3,59). Berdasarkan 3 Indikator pengungkit dimensi manajemen kelembagaan untuk keberlanjutan kawasan industri tersebut menunjukkan pentingnya konsistensi pelaksanaan regulasi dari semua tingkatan kewenangan yaitu mulai dari regulasi internal kawasan berupa tata tertib kawasan (*estate regulation*) yang harus dipatuhi semua *tenant-tenant* industri dan regulasi pada level pemerintah daerah sampai pemerintah pusat (kementerian terkait) yang harus dilakukan monitoring dan evaluasi secara berkala terhadap kinerja perusahaan dalam pelaksanaan rekomendasi teknis perizinan maupun komitmen terhadap pengelolaan lingkungan (Gambar 5.17).



Gambar 5.17 Indikator Pengungkit Dimensi Manajemen Kelembagaan Pada Kawasan Industri

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Analisis *leverage factor* yang ditunjukkan nilai dominan pada angka *Root Mean Square* (RMS) dihasilkan 3 indikator pengungkit yaitu; Pemenuhan Dokumen AMDAL/UKL-UPL (3,14), Pemenuhan Dokumen Perizinan Usaha (3,04) dan Pemberian Sangsi (1,82). Kondisi tersebut mengandung interpretasi bahwa keberlanjutan non kawasan industri masih dipengaruhi oleh tingkat kepatuhan dalam pemenuhan dokumen perizinan yang diperlukan serta pentingnya pemberian sangsi yang lebih tegas bilamana perusahaan tidak melengkapinya (Gambar 5.18).



Gambar 5.18 Indikator Pengungkit Dimensi Manajemen Kelembagaan Pada Non Kawasan Industri

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Pelaksanaan tata tertib kawasan industri menjadi prasyarat penting dalam pengelolaan kawasan untuk mewujudkan kawasan industri yang teratur dan berkelanjutan. Penjelasan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 142 tahun 2015 pasal 35 menyatakan bahwa dalam tata tertib kawasan paling sedikit memuat hak dan kewajiban pihak pengelola kawasan maupun *tenant-tenant* industri serta

tentang ketentuan yang berkaitan dengan pengelolaan, pemantauan lingkungan sesuai basis studi Amdal. Atribut tersebut menjadi indikator pengungkit karena secara faktual belum sepenuhnya dilaksanakan oleh kawasan industri di Gresik karena regulasi tersebut diberlakukan ketika kawasan industri telah lama beroperasi.

Salah satu program kementerian lingkungan hidup untuk mengevaluasi kinerja perusahaan industri terhadap pengelolaan lingkungan adalah (PROPER) sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 3 Tahun 2014. Atribut ini menjadi bagian dari indikator pengungkit untuk keberlanjutan kawasan industri pada dimensi manajemen kelembagaan karena sejak 3 tahun terakhir tidak ada kawasan industri maupun *tenant-tenant* kawasan industri di Gresik yang mendapatkan predikat PROPER. Kondisi sebaliknya terdapat beberapa perusahaan non kawasan industri terutama dari BUMN yang telah berhasil mendapatkan penghargaan pada tahun 2017 yaitu: 1 perusahaan kategori sangat baik (gold), 3 perusahaan kategori baik (hijau), 13 perusahaan kategori cukup baik (Biru) dan 2 perusahaan kategori buruk (merah/hitam). Oleh karena itu dengan motivasi mengikuti PROPER diharapkan dapat meningkatkan keberlanjutan perusahaan kawasan industri.

Pemenuhan dokumen AMDAL/UKL-UPL untuk perusahaan non kawasan industri di Gresik menjadi faktor pengungkit keberlanjutan karena dokumen tersebut dapat menjadi acuan pengelola perusahaan dalam meminimalkan potensi dampak negatif (eksternalitas) kegiatan industri terhadap lingkungan, sosial maupun ekonomi sebagaimana telah diatur dalam Undang-undang Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Pentingnya dokumen tersebut juga tergambar dalam Laporan Status Lingkungan

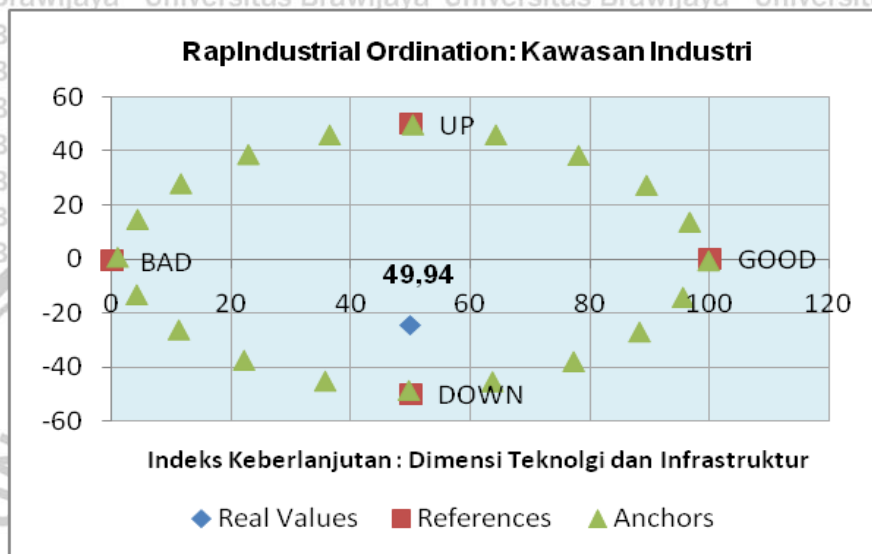
Hidup Kabupaten Gresik Tahun 2017 yang mencatat sebanyak 25 dokumen AMDAL untuk industri yang berdampak penting, 179 dokumen UKL-UPL untuk industri menengah besar dan 288 surat pernyataan pengelolaan lingkungan (SPPL) untuk industri menengah kecil telah diproses oleh Badan Lingkungan Hidup Gresik.

Atribut lain yang juga menjadi faktor penting untuk mendukung industri yang berkelanjutan adalah pemenuhan perizinan usaha yang pada prinsipnya mengatur tentang kapasitas produksi (izin usaha) maupun pengelolaan bangunan dan aset lainnya (*Registering property*) antara lain Izin Tata Ruang dan Izin Mendirikan Bangunan (IMB). Beberapa kewajiban pemenuhan perizinan tersebut terutama pada perusahaan non kawasan industri di Gresik masih belum sepenuhnya dipatuhi, sehingga menjadi faktor berpengaruh pada upaya meningkatkan indek keberlanjutan. Oleh Karena itu sebagai tindakan untuk memberikan kesadaran, menertibkan dan memastikan fungsi dari perizinan tersebut perlu diberlakukan pemberian sanksi (*punishment*) untuk perusahaan industri yang tidak melaksanakan sehingga dapat meningkatkan indek keberlanjutan pengembangan industri di Gresik

5.3.5 Indeks Keberlanjutan Dimensi Teknologi dan Infrastuktur

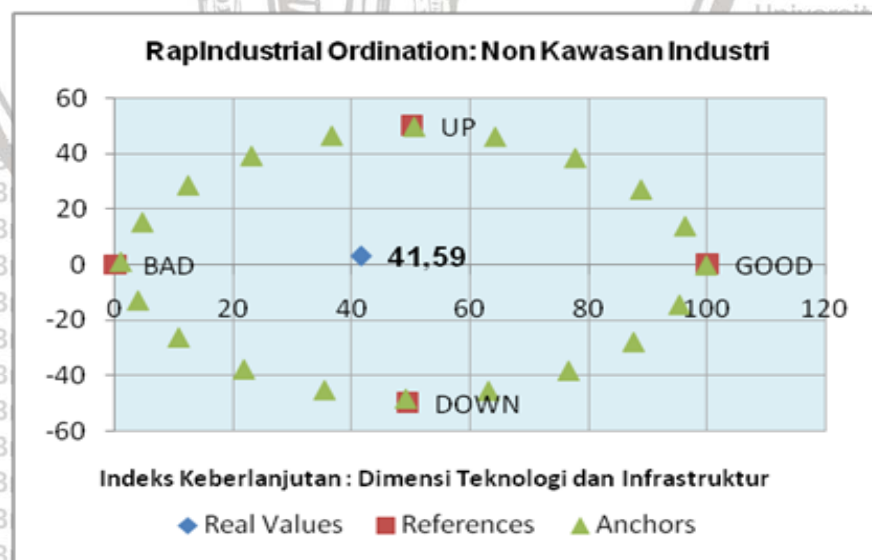
Dimensi Teknologi dan Infrastruktur pada perusahaan kawasan industri terdiri dari 10 atribut yaitu; Pertukaran Bahan Baku (*Symbiosis Industrial*), Bangunan Ramah Lingkungan (*Green Building*), PSU Ramah Lingkungan (*Green Infratructure*), Teknologi Efisiensi Penggunaan air, Teknologi Reduksi Pencemaran Udara, Teknologi Reduksi Pencemaran Air, Teknologi Informasi (Sistem IT), Sistem Transportasi Ramah Lingkungan, Sistem Penanggulangan Kebakaran dan Sistem Tanggap Darurat (K3). Dengan menggunakan analisis

MDS *Rap-Industrial* terhadap dimensi teknologi dan infrastruktur pada kawasan industri dihasilkan nilai keberlanjutan rata-rata sebesar 49,94 seperti diuraikan dalam Gambar 5.19. Indeks tersebut jika dikategorikan dalam skala penilaian adalah termasuk kurang berkelanjutan (interval nilai indeks 25 - 50).



Gambar 5.19 **Indek Keberlanjutan Dimensi Teknologi dan Infrastruktur Pada Kawasan Indsutri**

Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 5.20 **Indek Keberlanjutan Dimensi Teknologi dan Infrastruktur Pada Non Kawasan Industri**

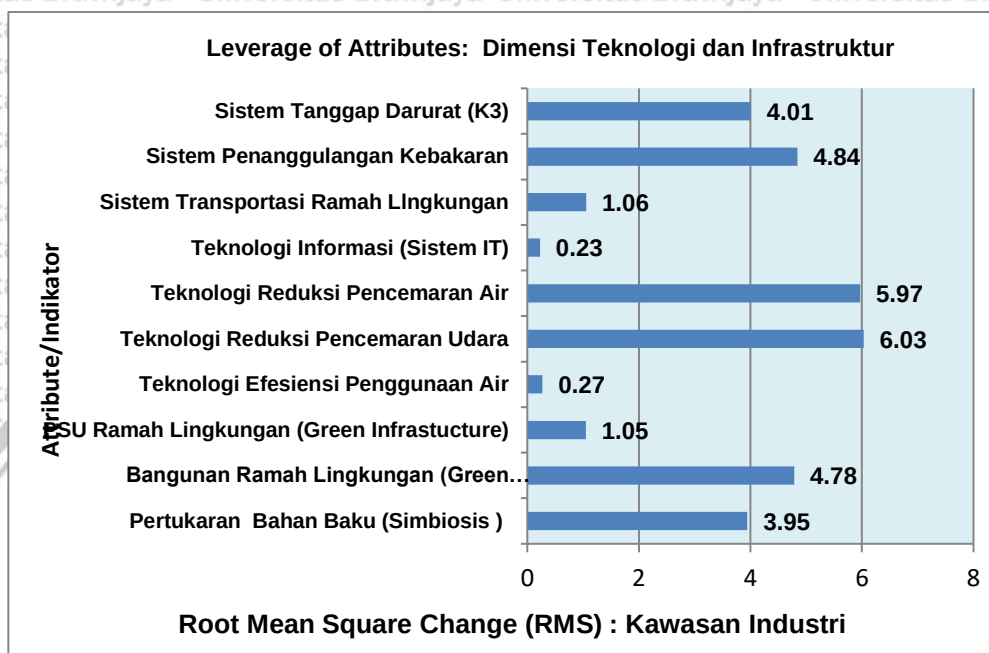
Sumber : Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan hasil analisis MDS *Rap-Industrial* terhadap 10 atribut dimensi teknologi dan infrastruktur pada perusahaan non kawasan industri menunjukkan Indeks keberlanjutan sebesar 41,59 (Gambar 5.20) dengan kategori kurang berkelanjutan (interval nilai indeks 25-30).

Hasil analisis *leverage factor* terhadap 10 atribut dimensi teknologi dan infrastruktur pada kawasan industri yang ditunjukkan pada angka dominan *Root Mean Square* (RMS) didapatkan 6 atribut yang dijadikan sebagai indikator pengungkit (Gambar 5.21) yaitu; Pertukaran Bahan Baku (3,95), Bangunan Ramah Lingkungan (4,78), Teknologi Reduksi Pencemaran Udara (6,03), Teknologi Reduksi pencemaran Air (5,97), Sistem Penanggulangan Kebakaran (4,84) dan Sistem Tanggap Darurat/K3 (4,01). Mengacu pada 6 Indikator pengungkit dimensi teknologi dan infrastruktur tersebut dapat dirumuskan bahwa kawasan industri yang berkelanjutan minimal memenuhi kriteria antara lain; (a) industri yang mengaplikasikan teknologi bersih (Fleig, 2000) untuk mereduksi potensi pencemaran lingkungan (air dan udara); (b) Industri yang mampu mereduksi limbah dengan membuat rantai produksi melalui pertukaran bahan baku maupun produk samping (*by product exchange*) dan (c) Industri dengan fasilitas hemat energi dengan sistem yang aman dan efektif.

Sedangkan untuk indikator pengungkit pada industri non kawasan dengan analisis *leverage factor* yang dipilih dari nilai dominan pada angka *Root Mean Square* (RMS) didapatkan 4 indikator pengungkit (Gambar 5.22) yaitu; PSU Ramah Lingkungan (3,69), Teknologi Reduksi Pencemaran Udara (4,79), Teknologi Reduksi Pencemaran Air (5,92) dan Sistem Penanggulangan Kebakaran (2,86). Kondisi tersebut dapat diinterpretasikan bahwa keberlanjutan non kawasan industri selain dipengaruhi oleh teknologi produksi bersih (*cleaner*

production) juga tersedianya Prasarana Sarana dan Utilitas (PSU) secara kuantitas maupun kualitas memenuhi standar hemat energi dan ramah lingkungan.

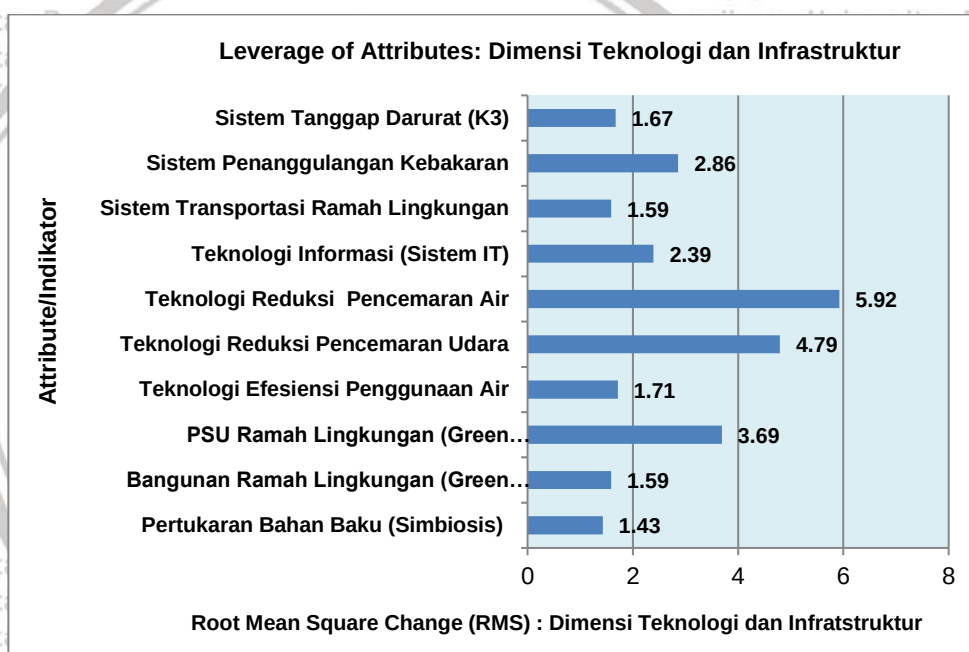


Gambar 5.21 **Indikator Pengungkit Dimensi Teknologi Infrastruktur Pada Kawasan Industri**

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Indikator pertukaran bahan baku (*simbiosis industrial*) merupakan atribut yang memberikan dampak simultan karena dengan sistem pertukaran/perdagangan material, energi dan produk samping dengan industri lainnya dalam satu kawasan maupun dengan jaringan pabrik sendiri dipastikan akan mendapatkan keuntungan ekonomi dan lingkungan sekaligus (Lowe, 2001). Secara faktual praktik jejaring industri di kawasan industri di Gresik belum banyak dikembangkan sehingga perlu didesain di masa yang akan datang pada kawasan industri yang baru untuk dapat menjadi faktor pengungkit indeks keberlanjutan.

Indikator teknologi reduksi pencemaran udara dan air menjadi faktor sensitif dalam pengembangan kawasan industri maupun non kawasan industri di Gresik karena secara data empiris berkorelasi dengan indek kualitas air maupun indek kualitas udara di wilayah pusat pertumbuhan industri cenderung lebih rendah (buruk). Menurut Djajadiningrat *et.al.* (2014), dengan menggunakan teknologi untuk menciptakan produksi bersih serta didukung rantai pengelolaan dan pemanfaatan limbah akan dapat menciptakan industri yang berkelanjutan (*sustainable industry*).



Gambar 5.22 Indikator Pengungkit Dimensi Teknologi Infrastruktur Pada Non Kawasan Industri

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Ketersediaan PSU seperti akses jalan, drainase, area parkir, sarana ibadah, sarana kesehatan dan desain bangunan industri yang ramah lingkungan menjadi indikator pengungkit keberlanjutan pengembangan industri di Gresik. Kondisi tersebut akan berkaitan dengan kelancaran mobilitas barang dan orang, kenyamanan aktifitas dan menciptakan lingkungan yang kondusif sehingga

dapat meningkatkan kinerja produksi. Sedangkan menurut Kwanda (2000), selain ketersediaan PSU dari aspek jumlah juga penting diperhatikan dari aspek bahan material dan desain yang dapat mewujudkan konsep hemat biaya, hemat energi dan ramah lingkungan (*environment friendly*).

Sistem penanggulangan kebakaran dan sistem tangap darurat (K3) sangat penting untuk menjamin kesehatan dan keselamatan kerja setiap orang/pekerja dan kegiatan industri yang berlangsung. Implementasi K3 di Gresik setiap tahun mendapatkan apresiasi dari pemerintah, seperti penghargaan *zero accident* pada tahun 2016 terdapat 86 perusahaan industri dan 54 perusahaan industri pada tahun 2017 (Kompas, 2018). Namun di sisi lain hampir setiap tahun juga masih terjadi kasus kebakaran pabrik, oleh karena itu dengan menciptakan sistem tanggap darurat (K3) yang mantap (*establish*) akan menjadi faktor pengungkit keberlanjutan pengembangan industri.

5.3.6 Indeks Keberlanjutan Multidimensi

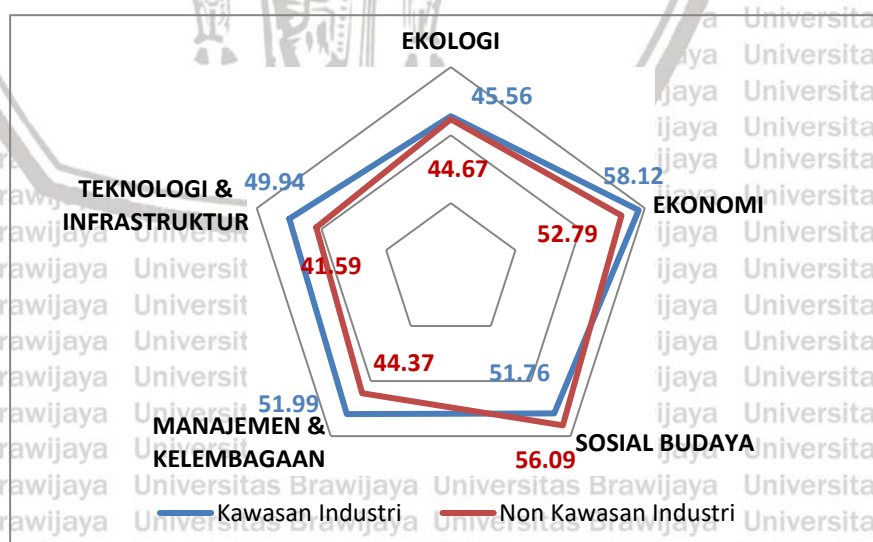
Berdasarkan hasil analisis keberlanjutan dengan MDS *Rap-Industrial* terhadap seluruh dimensi dengan 50 atribut pada kawasan industri didapatkan nilai keberlanjutan sebesar 52,47 dan termasuk dalam kategori cukup berkelanjutan (interval nilai 50-75). Nilai keberlanjutan tersebut didukung oleh 4 dimensi (ekonomi, sosial budaya, manajemen kelembagaan serta teknologi dan infrastruktur) dengan nilai dimensi ekonomi yang paling tinggi, sedangkan dimensi ekologi pada posisi paling rendah dengan kategori kurang berkelanjutan (Tabel 5.5).

Tabel 5.5 Status Keberlanjutan Multidimensi Pengembangan Industri di Gresik

Dimensi	Kawasan Industri		Non Kawasan Industri	
	Indeks	Status	Indeks	Status
Ekologi	45,56	Kurang Berkelanjutan	44,67	Kurang Berkelanjutan
Ekonomi	58,12	Cukup Berkelanjutan	52,79	Cukup Berkelanjutan
Sosial Budaya	51,76	Cukup Berkelanjutan	56,09	Cukup Berkelanjutan
Manajemen & Kelembagaan	51,99	Cukup Berkelanjutan	44,37	Kurang Berkelanjutan
Teknologi & Infrastruktur	49,94	Kurang Berkelanjutan	41,59	Kurang Berkelanjutan
Multidimensi	52,47	Cukup Berkelanjutan	48,44	Kurang Berkelanjutan

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Indek Keberlanjutan perusahaan non kawasan industri untuk seluruh dimensi dengan 50 atribut berada pada kategori kurang berkelanjutan dengan nilai 48,44 (interval nilai 25-50). Kondisi tersebut bersumber dari nilai 3 dimensi (ekologis, manajemen kelembagaan dan teknologi infrastruktur) yang kurang berkelanjutan dengan dimensi teknologi infrastruktur yang paling rendah nilainya, sedangkan 2 dimensi (ekonomi dan sosial budaya) berada pada ketegori cukup berkelanjutan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.23 dengan diagram layang-layang (*kite diagram*).



Gambar 5.23 Diagram Layang-Layang Multi Dimensi

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan indeks keberlanjutan seperti yang digambarkan dalam diagram layang-layang, maka dibutuhkan program dan kebijakan terhadap dimensi yang termasuk dalam kategori kurang berkelanjutan (interval nilai 25-50) dengan memperhatikan pada atribut yang menjadi indikator pengungkit di masing-masing kawasan industri maupun non kawasan industri.

Hasil Analisis MDS *Rap-Industrial* dinilai cukup akurat menurut Kavanagh dan Pitcher, (2004) dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dengan berdasarkan pada nilai *Stress* rata-rata lebih kecil dari 0,25 atau 25% dan nilai Koefisien Determinasi (R^2) mendekati 100 % yaitu 0,95 (Tabel 5.6 dan 5.7). Hasil analisis tersebut menggambarkan bahwa data-data yang digunakan cukup memadai dan semua indikator keberlanjutan kawasan industri maupun non kawasan industri yang dianalisis cukup akurat sehingga hasil akhir penelitian dapat dipertanggungjawabkan.

Tabel 5.6 Nilai Stress dan Koefisien Determinasi (R^2) untuk Kawasan Industri

Parameter	Dimensi Keberlanjutan					
	Ekologi	Ekonomi	Sosial Budaya	Manajemen Kelembagaan	Teknologi Infrastruktur	Multidimensi
Stress	0,13	0,13	0,14	0,13	0,13	0,12
R^2	0,95	0,95	0,94	0,94	0,95	0,95
Iterasi	2	2	2	2	2	2

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Tabel 5.7 Nilai Stress dan Koefisien Determinasi (R^2) untuk Non Kawasan Industri

Parameter	Dimensi Keberlanjutan					
	Ekologi	Ekonomi	Sosial Budaya	Manajemen Kelembagaan	Teknologi Infrastruktur	Multidimensi
Stress	0,14	0,13	0,14	0,13	0,13	0,12
R^2	0,94	0,95	0,94	0,95	0,94	0,95
Iterasi	2	2	2	2	2	2

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan analisis *Monte Carlo* menunjukkan bahwa nilai pada tingkat kepercayaan 95% untuk masing-masing dimensi dan multi dimensi menghasilkan angka perbedaan yang relatif kecil jika disandingkan dengan hasil MDS *Rap-Industrial* pada kawasan industri maupun non kawasan industri sebagaimana ditunjukkan dalam (Tabel 5.8 dan 5.9). Selisih *Monte Carlo* dan MDS tersebut menggambarkan bahwa tingkat kesalahan prosedur, *entry data* maupun penentuan skoring atribut relatif kecil dan menunjukkan bahwa hasil perhitungan MDS *Rap-Industrial* dapat mencerminkan nilai yang sebenarnya (Kavanagh & Pitcher, 2004).

Tabel. 5.8 Nilai Indeks MDS dan Monte Carlo untuk Kawasan Industri

Dimensi	Nilai Indeks Keberlanjutan		
	MDS	Montecarlo	Selisih
Ekologi	45,56	45,93	0,36
Ekonomi	58,12	57,39	0,73
Sosial Budaya	51,76	51,22	0,54
Kelembagaan	51,99	51,36	0,63
Teknologi	49,94	49,77	0,17
Multidimensi	52,47	52,06	0,41

Sumber : Hasil Analisis MDS, 2018

Tabel. 5.9 Nilai Indeks MDS dan Monte Carlo untuk Non Kawasan Industri

Dimensi	Nilai Indeks Keberlanjutan		
	MDS	Montecarlo	Selisih
Ekologi	44,67	44,96	0,29
Ekonomi	52,79	52,67	0,12
Sosial Budaya	56,09	55,19	0,90
Kelembagaan	44,37	44,33	0,04
Teknologi	41,59	42,19	0,60
Multidimensi	48,44	48,39	0,05

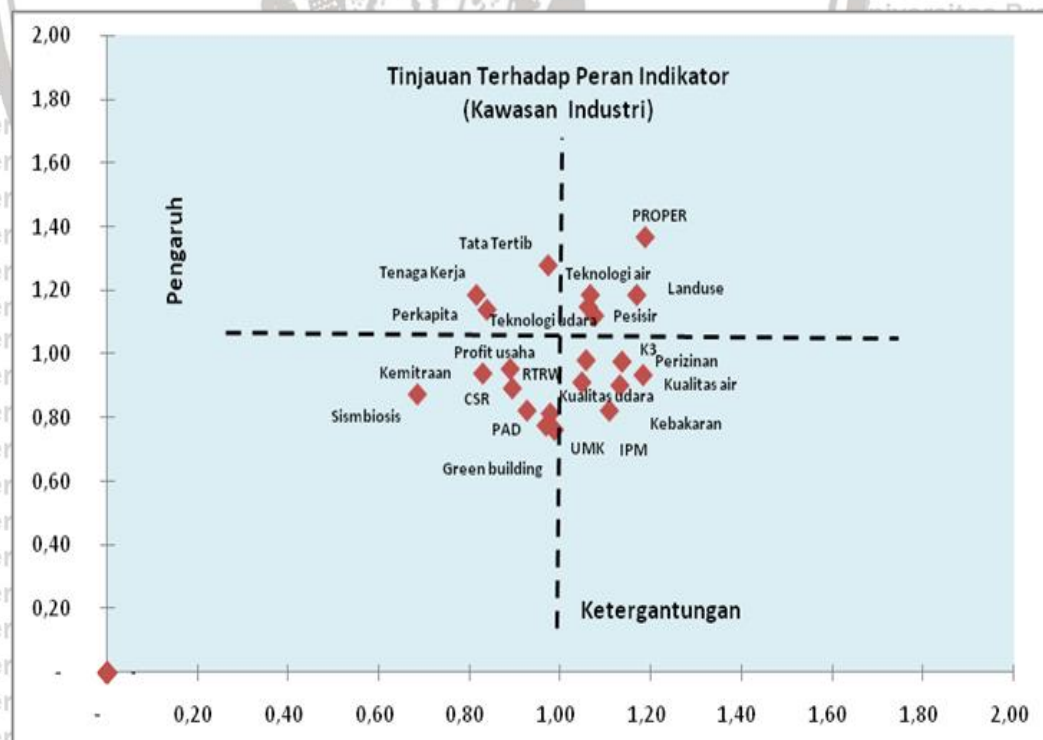
Sumber : Hasil Analisis MDS, 2018

5.3.7 Penentuan Indikator Kunci (*Driving Variables*)

Penentuan faktor-faktor kunci pada analisis prospektif dilakukan dengan menggunakan indikator pengungkit hasil proses MDS *Rap-Industrial* dari 5 dimensi keberlanjutan yaitu sebanyak 22 indikator pengungkit untuk kawasan industri dan 19 indikator pengungkit untuk perusahaan non kawasan industri.

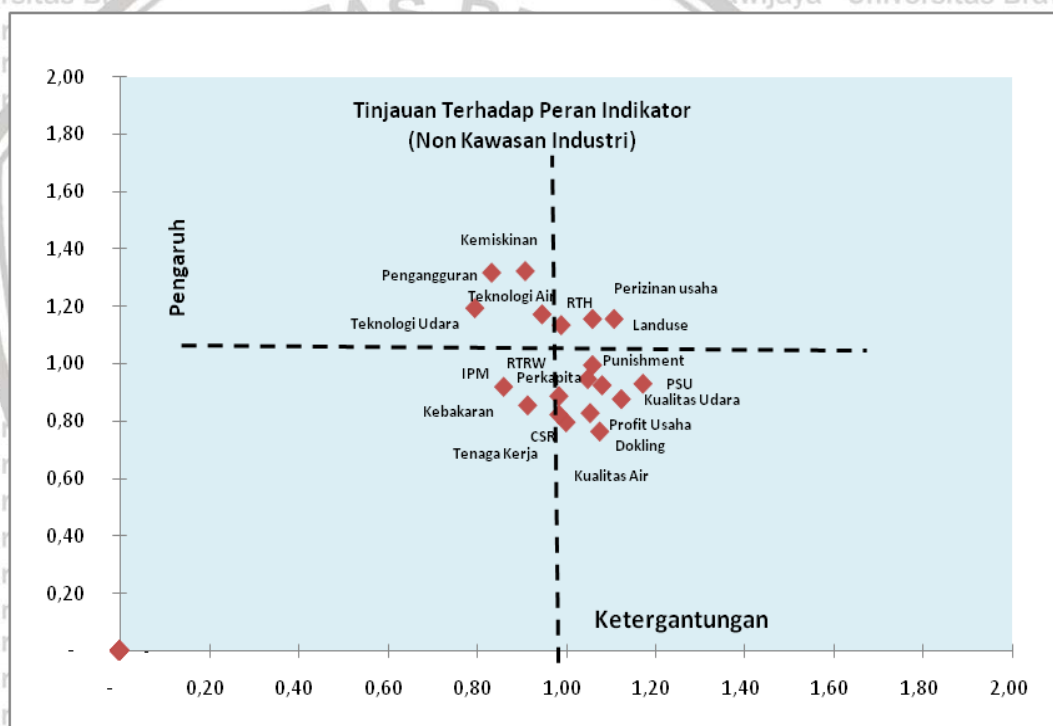
Melalui penilaian pakar (*experts judgment*) dengan model tingkat pengaruh dan ketergantungan antar faktor yang diproses menggunakan *software* analisis prospektif.

Hasil analisis prospektif untuk kawasan industri dihasilkan sebanyak 8 faktor kunci keberlanjutan yaitu; (1) tata guna lahan; (2) pengelolaan kawasan pesisir; (3) kontribusi pendapatan perkapita; (4) penyerapan tenaga kerja; (5) pelaksanaan tata tertib kawasan; (6) monev kinerja lingkungan (PROPER); (7) teknologi reduksi pencemaran udara; dan (8) teknologi reduksi pencemaran air (Gambar 5.24).



Gambar 5.24. Diagram Faktor Kunci pada Kawasan Industri
Sumber : Hasil Analisis, 2018

Sedangkan untuk perusahaan non kawasan industri dihasilkan sebanyak 7 faktor kunci yaitu; (1) tata guna lahan; (2) pemenuhan RTH; (3) kontribusi penurunan kemiskinan; (4) kontribusi penurunan pengangguran; (5) pemenuhan dokumen perizinan; (6) teknologi reduksi pencemaran udara; dan (7) teknologi reduksi pencemaran air (Gambar 5.25). Faktor-faktor kunci keberlanjutan antara kawasan industri dan non kawasan industri terdapat kesamaan pada dimensi teknologi tetapi pada 4 dimensi lainnya relatif berbeda indikatornya sehingga diperlukan skenario dan kebijakan yang berbeda.



Gambar 5.25 Diagram Faktor Kunci pada Non Kawasan Industri
Sumber : Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan analisis prospektif dari indikator pengungkit yang dihasilkan dari proses analisis Multidimensional Scalling (MDS) didapatkan sebanyak 15 faktor kunci yang terdiri dari 8 faktor kunci untuk kawasan industri dan 7 faktor kunci untuk industri non kawasan sebagaimana dijelaskan dalam Tabel 5.10 sebagai berikut:

Tabel 5.10 Rekapitulasi Indikator Pengungkit dan Faktor Kunci

Dimensi /Indikator	Analisis MDS		Analisis PPA	
	KI	NKI	KI	NKI
EKOLOGI				
1. Kesesuaian Tata Ruang (RTRW)	2,47	1,30	-	-
2. Kesesuaian Lahan/Tata Guna Lahan	3,35	1,53	FK	FK
3. Luas Ruang Terbuka Hijau (RTH)	-	3,07	-	FK
4. Pengelolaan Kawasan Pesisir	4,41	-	FK	-
5. Kualitas Air	3,37	2,56	-	-
6. Kualitas Udara	2,76	1,86	-	-
EKONOMI				
7. Pendapatan Karyawan (UMK)	2,44	-	-	-
8. Pendapatan Perusahaan	3,06	2,31	-	-
9. Kontribusi PAD (Pajak/Retribusi)	4,02	-	-	-
10. Pendapatan Perkapita	4,08	4,18	FK	-
11. Penurunan Tingkat Kemiskinan	-	3,55	-	FK
12. Program Kemitraan Usaha	4,60	-	-	-
SOSIAL BUDAYA				
13. Penyerapan Tenaga Kerja	2,74	4,29	FK	-
14. Penurunan Pengangguran	-	5,44	-	FK
15. Perkembangan IPM	4,95	5,89	-	-
16. Pemberdayaan Masyarakat (CSR)	5,13	6,78	-	-
MANAJEMEN KELEMBAGAAN				
17. Pelaksanaan Tata Tertib Kawasan	3,25	-	FK	-
18. Pemenuhan Dokumen Lingkungan	-	3,14	-	-
19. Monev Kinerja Lingkungan (PROPER)	5,03	-	FK	-
20. Pemenuhan Dokumen Perizinan Usaha	3,59	3,04	-	FK
21. Pemberian Sangsi (Punishment)	-	1,82	-	-
TEKNOLOGI DAN INFRASTRUKTUR				
22. Pertukaran Bahan Baku (Simbiosis)	3,95	-	-	-
23. Bangunan Ramah Lingkungan	4,78	-	-	-
24. PSU Ramah Lingkungan	-	3,69	-	-
25. Teknologi Reduksi Pencemaran Udara	6,03	4,79	FK	FK
26. Teknologi Reduksi Pencemaran Air	5,97	5,92	FK	FK
27. Sistem Penanggulangan Kebakaran	4,84	2,86	-	-
28. Sistem Tanggap Darurat (K3)	4,01	-	-	-
Total Indikator : 28	22	19	8	7

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Keterangan : FK, Indikator Pengungkit menjadi Faktor Kunci

5.4 Kesimpulan

Penentuan status keberlanjutan industri di wilayah perkotaan Gresik diperlukan sebagai acuan untuk mewujudkan industri yang menguntungkan secara ekonomi, layak secara sosial dan pengelolaan serta ramah dari aspek lingkungan dan teknologi. Secara multidimensi perkembangan kawasan industri di Gresik pada posisi cukup berkelanjutan dengan nilai (52,47) dan sedikit lebih baik dibanding dengan perusahaan non kawasan industri yang berada pada kategori kurang berkelanjutan (48,44).

Pada kawasan industri, dimensi ekologi harus menjadi prioritas untuk ditingkatkan karena mempunyai nilai terendah (45,56) dengan kategori kurang berkelanjutan dan dimensi teknologi infrastruktur dengan nilai (49,94). Sedangkan pada perusahaan non kawasan industri, dimensi teknologi yang dinilai paling rendah dengan kategori kurang berkelanjutan (41,59), dimensi manajemen dan kelembagaan (44,37) serta dimensi ekologi (44,67).

Penilaian terhadap 50 indikator terpilih menghasilkan 8 indikator yang menjadi faktor kunci untuk kawasan industri dan 7 indikator untuk perusahaan non kawasan industri. Dari 15 indikator kedua jenis pengembangan industri pada kelima dimensi menghasilkan prioritas masing-masing yaitu; (1) dimensi ekologi mengutamakan pada tata guna lahan dengan memperhatikan pemenuhan RTH dan pengelolaan wilayah pesisir; (2) dimensi ekonomi memprioritaskan aspek kesejahteraan dengan peningkatan pendapatan perkapita sekaligus menurunkan tingkat kemiskinan; (3) dimensi sosial budaya memperhatikan aspek ketenagakerjaan dengan mengurangi tingkat pengangguran melalui serapan

tenaga kerja pada sektor industri; (4) dimensi manajemen kelembagaan mengutamakan aspek pelaksanaan regulasi terkait pemenuhan perizinan, pelaksanaan tata tertib dan mekanisme monitoring evaluasi kinerja perusahaan; dan (5) dimensi teknologi infrastruktur memprioritaskan ketersediaan teknologi untuk mereduksi potensi polusi udara dan air baik melalui teknologi produksi maupun instalasi pengolah limbah.



BAB VI

PERKEMBANGAN SPASIAL KAWASAN INDUSTRI DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

6.1 Kajian Teori

Dalam mengkaji dan mendeskripsikan konsepsi pengembangan kawasan industri akan terkait dengan aspek penataan ruang kawasan, karena pola penggunaan lahan eksisting merupakan resultan dari perencanaan tata ruang, realisasi pemanfaatan ruang dan implementasi pelaksanaan perizinan di bidang tata ruang. Sedangkan menurut Mukaryanti *et al.* (2006) dan Djajadiningrat *et al.* (2014), bahwa untuk merencanakan dan merancang kawasan perkotaan atau kawasan industri yang berkelanjutan dapat berpedoman pada prinsip-prinsip penataan ruang yang berkelanjutan (*sustainable spatial planning*).

Pemanfaatan ruang dan penggunaan lahan dapat digolongkan menjadi dua kelompok besar yaitu: penggunaan lahan pertanian yang meliputi; sawah, tambak, hortikultura, perkebunan dan penggunaan lahan non-pertanian seperti pemukiman, industri, pariwisata, pertambangan, dan sebagainya. Perkembangan kota (*urban growth*) merupakan kuantitatif bertambahnya ukuran areal terbangun. Proses perkembangan kawasan berkaitan langsung dengan pertumbuhan penduduk yang selanjutnya membawa konsekuensi spasial yaitu meningkatnya kebutuhan ruang di kota untuk pemenuhan tempat hunian dan bangunan-bangunan usaha, industri dengan semua bentuk kegiatannya (Sitorus, 2004).

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pergeseran fungsi lahan dan variasi model perkembangan spasial menurut (Lee, 1979; dalam Yunus, 2005) adalah terdapat sedikitnya 6 faktor yaitu; (1) faktor aksesibilitas seperti jalan,

sungai, pelabuhan; (2) faktor pelayanan umum dan pusat-pusat kegiatan ekonomi; (3) karakteristik lahan pada aspek hidrologi maupun fisiografi; (4) karakteristik pemilik lahan; (5) adanya peraturan-peraturan yang mengatur tata guna lahan, dan (6) prakarsa atau perencanaan pengembang.

Yunus (2005) menyebutkan secara fisikal, bahwa proses perubahan penggunaan lahan (perkembangan spasial) secara fisikal dapat dikategorikan dalam 2 bentuk perkembangan yaitu proses sentrifugal dan proses perkembangan secara sentripetal.

1) *Proses perkembangan spasial sentrifugal*

Proses perkembangan spasial sentrifugal adalah suatu proses bertambahnya area terbangun (permukiman, industri dan fasilitas pendukungnya) yang berjalan kearah luar dari daerah kekotaan eksisting dan mengarah pada daerah pinggiran kota. Proses ini merupakan pemicu dan pemacu bertambah luasnya areal terbangun kekotaan. Model spasial perkembangan sentrifugal dapat dikelompokkan menjadi 3 bentuk, yaitu; (1) perkembangan memanjang, yaitu proses penambahan areal perkotaan yang terjadi di sepanjang jalur-jalur atau koridor jalan atau area kawasan terbangun; (2) perkembangan lompat katak, yaitu perkembangan areal perkotaan yang terjadi secara sporadis berada di luar daerah terbangun; dan (3) perkembangan konsentris, yaitu perkembangan perkotaan yang meluas merata sesuai dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

2) *Proses perkembangan spasial sentripetal*

Proses perkembangan spasial sentripetal adalah suatu proses penambahan bangunan-bangunan perkotaan yang terjadi di bagian dalam kota (*the inner parts of the city*). Perkembangan spasial sentripetal ada dua macam yaitu;

- (a) perkembangan horizontal, yaitu proses penambahan ruang yang mengakomodasi kegiatan dengan cara mendirikan bangunan secara mendatar pada bagian dalam kota yang masih kosong; dan
- (b) perkembangan vertikal, yaitu proses penambahan ruang di bagian dalam kota dengan cara membangun bangunan bertingkat dengan tujuan memperoleh ruang yang lebih luas untuk mengakomodasi kegiatan.

Analisis perubahan penggunaan lahan (dinamika spasial) sampai saat ini pada umumnya dilaksanakan dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) sedangkan untuk prediksi perkembangan spasial dapat menggunakan metode cellular automata (CA) markov chain. Keluaran (output) dari proses analisis perkembangan lahan perkotaan (industri dan permukiman) dapat dibedakan menjadi 3 macam, yaitu; (1) pola perkembangan lahan, (2) arah perkembangan lahan, dan (3) tingkat atau laju perkembangan lahan (Purwadhi, *et al* 2015)

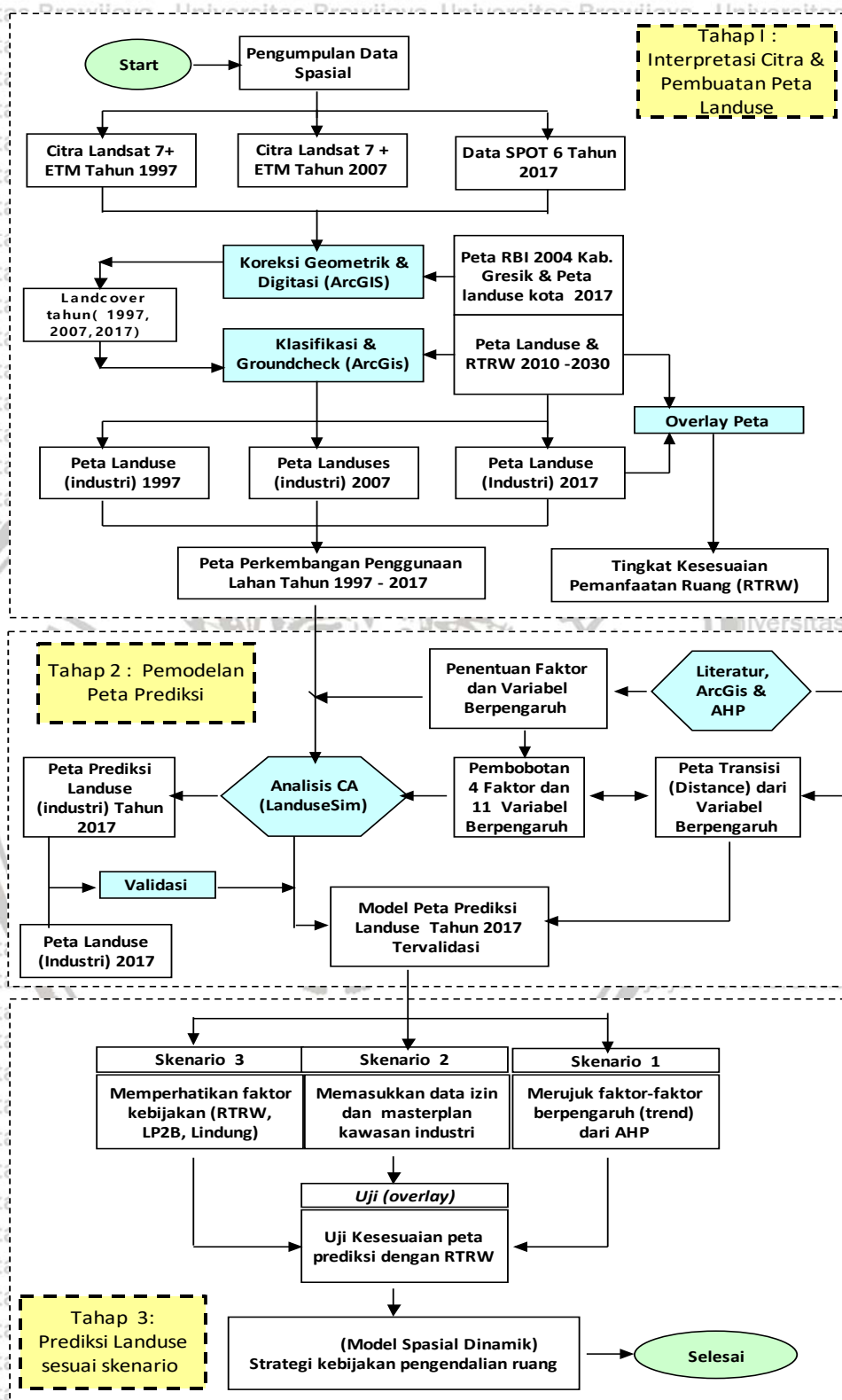
Penelitian dinamika spasial perkembangan industri di wilayah perkotaan Gresik yang secara faktual terdiri dari area industri yang berbentuk kawasan industri maupun industri non kawasan dengan total keluasan lebih dari 3.102 ha di wilayah perkotaan (BWP) Gresik-Kebomas dan Manyar. Dengan membuat model dinamika spasial lahan industri, maka selanjutnya dapat dilakukan beberapa analisis yaitu; (1) prediksi perubahan dan penambahan luas kawasan industri di perkotaan Gresik pada masa periode tertentu, (2) tingkat kesesuaian perkembangan kawasan industri dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Gresik, dan (3) strategi kebijakan penataan dan pengendalian ruang kawasan industri yang berkelanjutan di masa yang akan datang.

6.2 Metode Analisis Spasial Dinamik

Analisis spasial dinamik merupakan metode untuk mendeskripsikan kondisi empiris suatu wilayah dalam periode waktu tertentu yang berkaitan dengan perubahan penggunaan lahan akibat pemanasan global, isu lingkungan hidup maupun kegiatan pembangunan berkelanjutan (Susilo, 2008). Terdapat beberapa jenis metode analisis yang mampu mendeteksi perubahan penggunaan lahan seperti; *Markov Chain*, *Land Change Modeller*, *Composite Analysis*, *Image Differencing*, *Image Rationing* (Rismara, 2014). Analisis pemodelan perubahan penggunaan lahan dengan menggunakan metode *Cellular Automata* (CA-Markov Chain) telah diterapkan sebagai salah satu instrumen untuk mendukung perencanaan, analisis kebijakan, prediksi perkembangan kawasan dan sekaligus membuat skenario pembangunan wilayah di masa depan (Van Vliet et al., 2009).

6.2.1 Tahapan Analisis

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah perkotaan Gresik yang terdiri dari 3 kecamatan (Gresik, Kebomas dan Manyar) dengan luas wilayah 13.663 ha. Sedangkan obyek penelitian adalah perkembangan area industri yang berbentuk kawasan industri maupun industri non kawasan. Penelitian ini merupakan penelitian penginderaan jauh terapan yang menggunakan analisis spasial dinamik yang dilaksanakan dengan melalui beberapa tahapan analisis utama yaitu menurut Prasetyo, P. et al. (2017) dan Fitriyanto et. al, (2018) adalah sebagai berikut; (1) pembuatan peta perubahan penggunaan lahan (*landuse*) dengan interpretasi data citra; (2) pemodelan peta prediksi penggunaan lahan dan validasi model; (3) prediksi perubahan penggunaan lahan industri berdasarkan skenario pengembangan (Gambar 6.1).



Gambar 6.1 Diagram Alur Tahapan Penelitian Spasial Dinamik

Sumber : Modifikasi Prasetyo, Prabowo *et al.*, 2017

Ada pun data yang digunakan dalam tahapan analisis spasial dinamik tersebut meliputi data primer (*groundcheck*) dan data sekunder yang terkait dengan peta penggunaan lahan maupun peta pola ruang di Kabupaten Gresik antara lain:

1. Citra Landsat 7 ETM perkotaan Gresik tahun 1997 dan 2007, Citra SPOT 6 tahun 2017
2. Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Kabupaten Gresik tahun 2004 skala 1: 25.000.
3. *Shapefile* peta RTRW Kabupaten Gresik tahun 2010 -2030 (struktur ruang dan pola ruang)
4. *Shapefile* peta perizinan pemanfaatan ruang dan izin lokasi di wilayah perkotaan Gresik
5. *Shapefile* peta Penggunaan lahan wilayah perkotaan Gresik tahun 2017

6.2.2 Analisis Penggunaan Lahan (*Landuse*) dengan Data Citra

Tahap awal dari analisis ini dimaksudkan untuk mendapatkan dinamika perkembangan lahan industri selama 20 tahun terakhir yaitu tahun 1997 sampai 2017. Input data menggunakan hasil interpretasi gambar satelit Citra Landsat 7 tahun 1997, 2007, dan SPOT 6 tahun 2017 yang termasuk dalam kategori citra resolusi menengah. Untuk mendapatkan kesamaan posisi koordinat peta dengan posisi sebenarnya di permukaan bumi maka dilakukan proses koreksi geometrik dan radiometrik dengan standar hasil akurasinya (RMS) kurang dari 1 piksel.

Berdasarkan peta citra yang sudah terkoreksi (rektifikasi) selanjutnya dilakukan *digitasi on screen* dengan perangkat ArcGis 10.4 setiap tutupan lahan (*land cover*) di wilayah penelitian. Sedangkan untuk melakukan interpretasi dan klasifikasi penggunaan lahan merujuk pada SNI 7645:2010 tentang klasifikasi tutupan lahan yang menghasilkan 8 jenis klasifikasi yaitu; (1) *area terbuka* yang meliputi lahan-lahan siap bangun ; (2) *badan air* yang terdiri dari sungai, telaga,

waduk dan tampungan air lainnya; (3) *bukit batuan* berupa perbukitan kapur dan bekas tambang; (4) *vegetasi* yang berasal dari kawasan bakau/mangrov dan ruang terbuka hijau lainnya; (5) *industri* yang meliputi kawasan industri, industri non kawasan, pergudangan dan fasilitas pendukung industri lainnya; (6) *permukiman* yang terdiri kawasan perumahan, permukiman konvensional dan perdagangan jasa pendukung perumahan; (7) *sawah* yang meliputi sawah irigasi, tadah hujan dan tegalan; dan (8) *tambak* yang berupa tambak budidaya ikan dan tambak garam.

Klasifikasi penggunaan lahan (*landuse*) diperlukan untuk mengetahui perubahan lahan industri dan pengaruhnya terhadap lahan lainnya, oleh karena itu berdasarkan hasil proses digitasi selanjutnya dilakukan validasi melalui *sampling groundcheck* dan data sekunder peta *landuse* tahun 2017 dan dokumen RTRW tahun 2010 sampai dihasilkan peta penggunaan lahan (*landuse*) industri eksisting Tahun 1997, 2007 dan 2017. Sedangkan untuk mengetahui tingkat kesesuaian penggunaan lahan industri sampai dengan tahun 2017, maka dilakukan tumpang susun (*overlay*) dengan peta penggunaan lahan RTRW Kabupaten Gresik (Tahap 1 pada Gambar 6.1).

6.2.3 Analisis Faktor-faktor Pendorong Perubahan Penggunaan Lahan

Pemilihan dan penentuan faktor-faktor pendorong yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan merupakan langkah penting untuk membangun prediksi perubahan lahan di masa yang akan datang. Faktor pendorong inilah yang menjadi kunci agar perubahan penggunaan lahan di masa depan dapat terprediksi secara sistematis. Penentuan faktor pendorong (*driving factors*) dan faktor penghambat (*constraint*) disintesis dari hasil kajian literatur dan perbandingan beberapa penelitian terdahulu terkait perubahan penggunaan

lahan dan perkembangan kawasan perkotaan antara lain; Wahyudi, A., dan Yan Liu (2015) tentang model perkotaan; Fajarini, Rahmi *et al* (2015) lokus di Bogor; Wijaya, MS. dan Umam, N (2015) lokus di Yogyakarta; Fadilla, L. *et al* (2017) lokus di Kota Semarang.

Berdasarkan sintesis beberapa literatur dan hasil kajian tersebut, maka pada penelitian perkembangan lahan industri di wilayah perkotaan Gresik dengan metode multikriteria melalui *experts judgement* (dengan tahapan sebagaimana dijelaskan dalam metode penelitian bab III) dengan hasil analisis dapat dirumuskan menjadi 4 (empat) faktor pendorong utama perubahan penggunaan lahan industri yaitu; (1) faktor aksesibilitas, (2) faktor jarak dengan pusat kegiatan sosial ekonomi, (3) faktor hidrologi dan (4) faktor fisiografi. Masing-masing faktor kemudian ditentukan variabel pendukung sehingga dihasilkan sebanyak 11 variabel. Selanjutnya faktor pendorong dengan variabel pendukung perubahan penggunaan lahan tersebut dilakukan pembobotan untuk menentukan besar nilai pengaruhnya melalui metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan hasil pembobotan sebagaimana pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Skor Hasil AHP Faktor dan Variabel Pendorong Perkembangan Lahan Industri

Faktor	Variabel	Skor AHP
Aksesibilitas	Jalan Primer/Kolektor	0,24
	Jalan Tol (<i>Interchange</i>)	0,15
	Pelabuhan	0,11
Pusat Kegiatan	Industri Eksisting	0,12
Ekonomi	Permukiman & CBD	0,05
	Pusat Kegiatan/ibukota	0,05
Hidrologi	Sungai	0,05
	Pantai / Laut	0,07
	Sumber air baku	0,05
Fisiografi	Topografi/lereng	0,02
	Lahan Terbuka/non produktif	0,07

Sumber : Hasil Analisis, 2018

6.2.4 Pemodelan Peta Prediksi dan Validasi

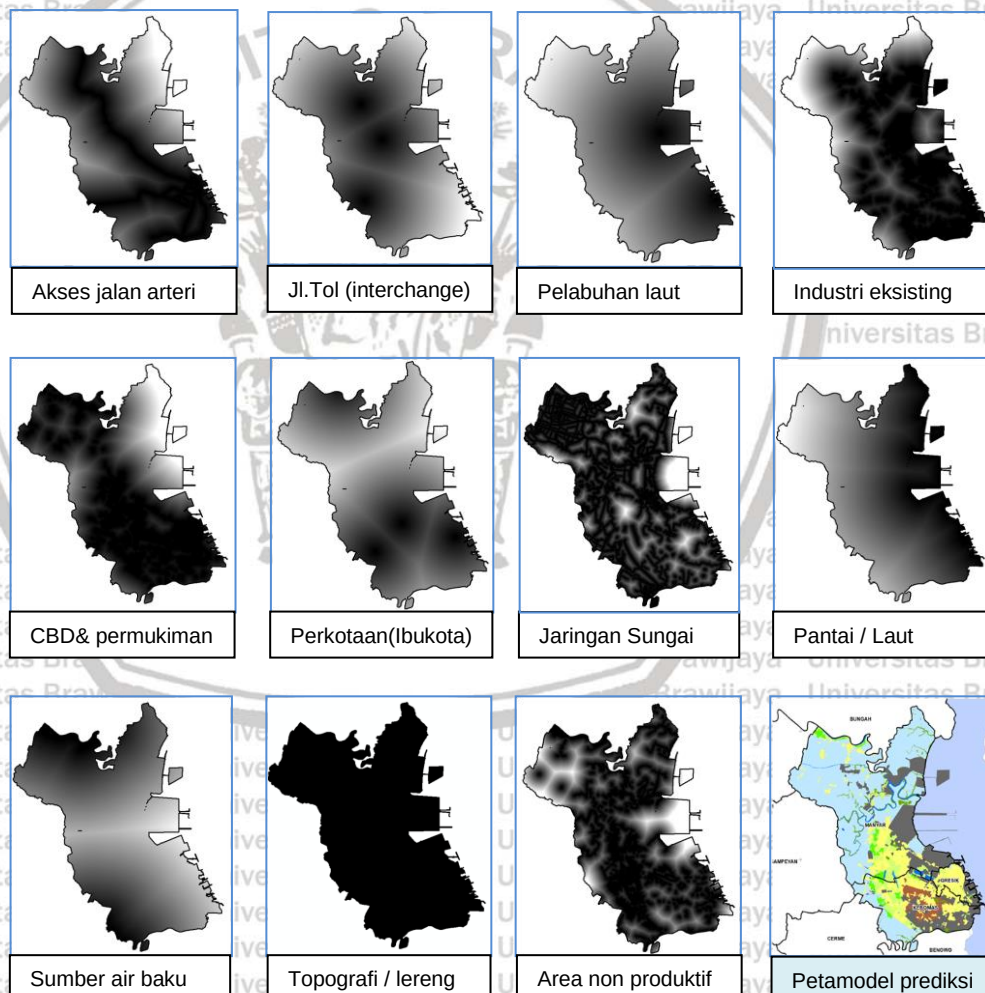
Berdasarkan peta penggunaan lahan tahun 1997 sebagai tahun dasar dan tahun 2017 sebagai tahun kedua dapat dibuat pemodelan peta prediksi perubahan penggunaan lahan dengan metode *Cellular Automata* (CA Markov Chain). Dengan menggunakan faktor-faktor pendorong perubahan penggunaan lahan hasil AHP, kemudian dilakukan konversi data peta vektor menjadi raster.

Format data raster ini digunakan untuk melakukan analisis faktor jarak spasial (*Euclidean Distance*) terhadap masing-masing faktor pendorong dengan ukuran cell 30 x 30 karena data penggunaan lahan hasil interpretasi dari citra landsat yang beresolusi spasial 30 x 30 m. Analisis *Euclidean Distance* (ED) ini menggunakan aplikasi software ArcGIS 10.4. Variabel-variabel prediktor menunjukkan jarak setiap lokasi terhadap variabel pendorong perubahan lahan yang telah ditentukan. Hasil analisis jarak ini berupa peta jarak terhadap lokasi variabel independen dalam format raster dengan resolusi spasial 30 meter.

Setiap piksel memiliki nilai jarak yang dihitung dari pusat piksel tersebut ke pusat piksel variabel independen terdekat. Gradasi warna peta transisi dari masing-masing faktor bahwa semakin gelap menunjukkan potensi semakin besar menjadi faktor pendorong perubahan penggunaan lahan industri seperti ditunjukkan pada Gambar 6.2.

Peta prediksi penggunaan lahan industri tahun 2017 dapat disusun dari peta model dengan memasukkan semua peta transisi yang disertai bobot pengaruh masing-masing variabel dengan analisis *cellular Automata* (CA) software *LanduseSim*. Peta hasil prediksi tahun 2017 dilakukan uji validasi

dengan membandingkan hasil peta penggunaan lahan industri aktual di tahun yang sama yaitu peta *landuse* tahun 2017. Uji validasi diukur dengan *Kappa Index of Agreement* dengan tingkat akurasi semakin valid jika nilainya di atas 80% (Eastman, 2006) yang berarti bahwa semakin kecil perbedaannya semakin valid peta prediksi, sehingga model prediksi tersebut dapat diaplikasikan untuk membuat estimasi penggunaan lahan industri periode 20 tahun yang akan datang (Tahun 2022, 2027, 2032 dan 2037).



Gambar 6.2 Peta Transisi Faktor Pendorong dan Peta Model Prediksi

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Keterangan : Warna gelap semakin besar potensi menjadi lahan industri

6.2.5 Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan (Metode *Cellular Automata Markov Chain*)

Berdasarkan hasil pemodelan peta prediksi penggunaan lahan industri yang tervalidasi, maka perkembangan lahan industri di perkotaan Gresik pada tahun 2027 dan 2037 dapat diprediksikan dengan menggunakan 3 (tiga) skenario yaitu; (1) *Skenario konservatif* yaitu berlandaskan pada tren perkembangan eksisting dengan bobot variabel utama yang berpengaruh ditentukan melalui *experts judgment*; (2) *Skenario progresif ekspansif* dengan memperhitungkan aspek perizinan pemanfaatan ruang dan masterplan pengembangan area industri oleh perusahaan kawasan industri; dan (3) *Skenario moderat optimistik* dengan memperhitungkan faktor kebijakan meliputi regulasi RTRW, penetapan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) dan kawasan sempadan sebagai *constraint* sebagaimana Gambar 6.1.

Dengan simulasi variabel berdasarkan pembobotan faktor-faktor yang berpengaruh, selanjutnya diproses dengan metode Analisis *celluler automata software LanduseSim* versi 2.3. Metode *celluler automata* adalah salah satu metode yang cukup sesuai dan efisien untuk membuat simulasi spasial (White dan Shahumyan, 2011) termasuk simulasi *landuse* dengan mengakomodasi pendekatan *bottom-up* dan *top-down* melalui teknik komputasi (Mitsova, D, et al, 2011). Sedangkan *LanduseSim* adalah salah satu *software* berbasis sel (raster) yang didesain untuk melakukan simulasi *landuse* ataupun tutupan lahan di masa yang akan datang dengan kemampuan untuk mensimulasikan *multi-landuse* hingga maksimal 20 unit *landuse*. Di samping itu *LanduseSim* juga dapat digunakan untuk mengkonversi model-model non-spasial (AHP, regresi, Program Linier, Sistem Dinamik dan lainnya) untuk menjadi model spasial berbasis perencanaan tren maupun target (Pratomoatmodjo, N.A, 2018).

6.3 Hasil dan Pembahasan

6.3.1 Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan Industri

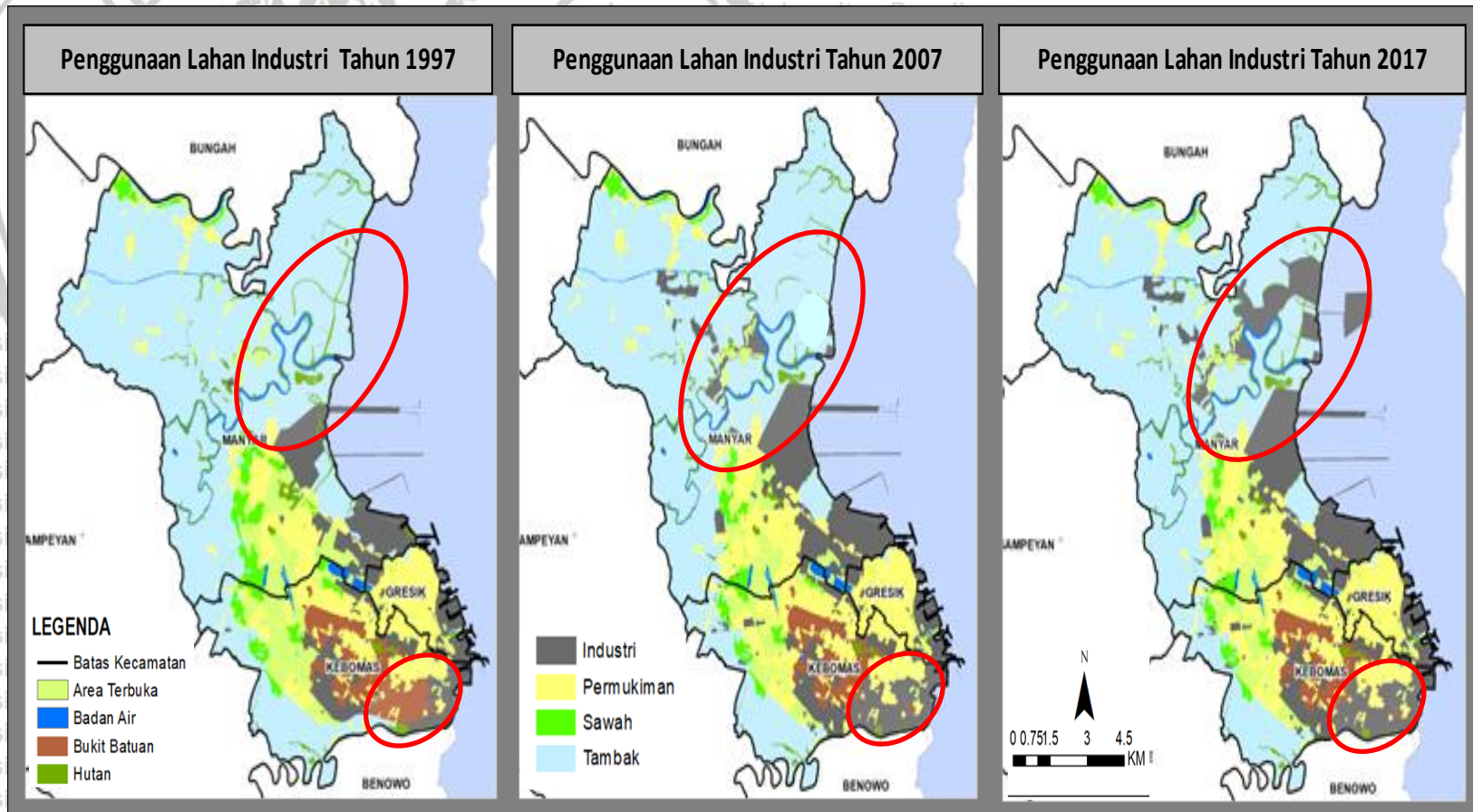
Perubahan penggunaan lahan di wilayah perkotaan Gresik dihasilkan dari interpretasi visual citra landsat tahun 1997, 2007, dan 2017. Hasil interpretasi citra tahun 2017 secara visual memberikan nilai *kappa accuracy* sebesar 92%. Nilai tersebut sudah memenuhi persyaratan validasi hasil interpretasi sehingga peta penggunaan lahan layak digunakan dalam penelitian untuk penyusunan prediksi maupun skenario pengembangan kawasan industri berkelanjutan (*eco industrial estate*).

Dinamika perkembangan penggunaan lahan industri di wilayah perkotaan Gresik periode 1997-2017 cukup signifikan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6.2. Pada tahun 1997 lahan industri seluas 1.411 ha (10,33%), pada tahun 2007 bertambah menjadi 2.095 ha (15,33%) dan pada tahun 2017 berkembang menjadi 3.012 ha atau sebesar 21,92% dari luas wilayah penelitian. Sedangkan besarnya perubahan lahan dari tahun 1997 sampai 2017 adalah sebesar 1.691 ha atau peningkatan 119,86%. Penggunaan lahan industri eksisting tahun 2017 merupakan lahan terbangun (*land cover*) terbesar yaitu 21,92% dibandingkan luas lahan untuk permukiman sebesar 15,21%. Sedangkan untuk lahan non terbangun terbesar adalah peruntukan lahan budidaya perikanan tambak mencapai 47,12% dan area terbuka sebesar 6,69% yang berupa lahan siap bangun yang realisasinya disesuaikan dengan kebutuhan dan peruntukannya.

Tabel 6.2. Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 1997, 2007 dan 2017

Penggunaan Lahan	Luas Lahan (Ha)						Perubahan	
	1997		2007		2017		1997 – 2017	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
1. Area Terbuka	1.280,73	9,37	1.052,83	7,71	946,87	6,69	-333,86	-26,07
2. Badan Air	269,83	1,97	269,81	1,97	269,87	1,91	0,04	0,02
3. Bukit Batuan	567,78	4,16	537,97	3,94	374,16	2,64	-193,62	-34,10
4. Vegetasi	441,51	3,23	378,51	2,77	346,08	2,44	-95,43	-21,61
5. INDUSTRI	1.411,35	10,33	2.095,03	15,33	3.102,96	21,92	1.691,62	119,86
6. Permukiman	1.753,59	12,83	1.953,09	14,29	2.152,88	15,21	399,29	22,77
7. Sawah	423,88	3,10	376,48	2,76	294,41	2,08	-129,47	-30,54
8. Tambak	7.514,70	55,00	6.999,66	51,23	6.670,60	47,12	-844,10	-11,23
Jumlah	13.663,38	100,00	13.663,38	100,00	14.157,83	100,00	-	-

Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 6.3 Peta Perubahan Penggunaan Lahan industri Tahun 1997, 2007 dan 2017

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Dinamika perkembangan lahan industri dari tahun 1997 – 2017 secara spasial ditunjukkan pada Gambar 6.3 yang menjelaskan bahwa selama 20 tahun terjadi alih fungsi lahan tambak menjadi industri seluas 770 ha dan sebagian besar berada di wilayah Kecamatan Manyar. Pada periode yang sama juga terjadi perubahan wilayah pesisir dan pantai menjadi lahan daratan untuk perluasan area industri seluas 494 ha termasuk perubahan fungsi lahan vegetasi (bakau) menjadi kawasan industri dan fasilitas pelabuhan seluas 94 ha.

Perubahan wilayah pesisir tersebut dapat terjadi karena berdasarkan kebijakan RTRW Propinsi Jawa Timur dan RTRW Kabupaten Gresik bahwa kawasan di pesisir perkotaan Gresik diarahkan untuk pengembangan industri dan kepelabuhanan yaitu menjadi Daerah Lingkungan Kerja Kepelabuhanan (DLKr-DLKp) sebagaimana merujuk pada Surat Keputusan Bersama Menteri Dalam Negeri dan Menteri Perhubungan Nomor 169 Tahun 1996. Implikasi pelaksanaan regulasi tersebut, maka sampai tahun 2017 telah terbangun 11 pelabuhan umum maupun pelabuhan khusus untuk perusahaan industri.

Berdasarkan matrik transisi perubahan penggunaan lahan di wilayah penelitian pada Tabel 6.3 menunjukkan bahwa peningkatan lahan industri sebesar 1.691 ha berasal dari konversi lahan peruntukan lainnya yaitu terbesar dari area tambak seluas 770 ha (45,55%), area laut (reklamasi) seluas 494 ha (29,26%), kemudian dari area terbuka seluas 115 ha (6,85%), lahan vegetasi seluas 94 ha (5,61%) dan dari lahan sawah seluas 39 ha atau 2,33%. Sedangkan penambahan lahan permukiman sebesar 399 ha lebih banyak kontribusi dari konversi area terbuka seluas 217 ha (54,48%) dan lahan sawah seluas 89 ha atau sebesar 22,5%.

Tabel 6.3 Matrik Transisi Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 1997 – 2017

Landuse	Luas Lahan (Ha)								Total 1997
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1. Area Terbuka	946,82	-	-	0,01	115,92	217,53	0,02	0,04	1.280,34
2. Badan Air	-	269,81	-	-	0,02	-	-	-	269,83
3. Bukit Batuan	-	-	374,16	-	176	17,76	-	-	567,92
4. Vegetasi	-	0,06	-	346,05	94,87	0,02	-	-	441,00
5. INDUSTRI	-	-	-	-	1411,32	0,02	-	-	1.411,35
6. Permukiman	-	-	-	-	0,02	1753,42	-	-	1.753,44
7. Sawah	0,03	-	-	-	39,44	89,88	294,36	0,08	423,79
8. Tambak	0,02	-	-	0,02	770,45	74,25	0,03	6670,48	7.515,25
Laut/Reklamasi	-	-	-	-	494,92	-	-	-	-
Total 2017	946,87	269,87	374,16	346,08	3102,963	2152,88	294,41	6670,6	

Sumber : Hasil Analisis, 2018

6.3.2 Prediksi dan Skenario Pengembangan Lahan Industri

Berdasarkan hasil pemodelan peta prediksi penggunaan lahan industri yang tervalidasi, maka perkembangan lahan industri di perkotaan Gresik pada masa 20 tahun yang akan datang dapat diprediksikan dengan menggunakan 3 skenario yaitu; (1) *Skenario konservatif* yaitu berlandaskan pada trend perkembangan eksisting dengan bobot variabel yang berpengaruh ditentukan melalui *experts judgement*; (2) *Skenario progresif ekspansif* dengan memperhitungkan aspek perizinan pemanfaatan ruang dan masterplan pengembangan area industri oleh perusahaan kawasan industri; dan (3) *Skenario moderat optimistik* dengan memperhitungkan faktor kebijakan meliputi regulasi Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Gresik Tahun 2010-2030 sesuai dengan Peraturan Daerah Nomor 8 Tahun 2011, kawasan lindung dan penetapan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) sebagai kontrol (*constrain*).

Berdasarkan dinamika perkembangan lahan 20 tahun terakhir yang cukup signifikan yaitu berkembangnya area industri baru dominan mengikuti koridor jalan arteri sehingga pada waktu tertentu akan potensial overload beban jalan eksisting. Disamping itu juga adanya alih fungsi lahan yang cukup signifikan terhadap lahan tambak dan wilayah pesisir laut menjadi area industri, hal tersebut mengindikasikan bahwa perlu dilakukan upaya pengendalian dan pengaturan agar perkembangan kawasan tidak melampaui daya dukung lingkungan sehingga dapat memenuhi aspek pembangunan berkelanjutan. Salah satu langkah awal untuk membuat kebijakan pengendalian adalah dengan menyusun peta prediksi dengan skenario perubahan lahan industri dengan berdasarkan faktor-faktor penting yang mempengaruhinya sebagai berikut:

6.3.2.1 Skenario 1 (Konservatif)

Skenario *konservatif* yaitu dengan memilih aspek-aspek teknis sebagai faktor berpengaruh dalam perkembangan kawasan industri yang diatur dalam pedoman teknis pengembangan kawasan industri (Eriawan, 2012). Sedangkan pembobotan masing-masing faktor dirumuskan melalui *Analysis Hierarchy Process* (AHP) yang menghasilkan faktor dominan adalah aksesibilitas yang meliputi jalan arteri primer (24%), jalan toll (15%) dan pelabuhan (11%). Disamping itu perkembangan lahan industri juga dipengaruhi oleh pusat kegiatan/kawasan industri eksisting (12%) sedangkan hasil skor AHP selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 6.1.

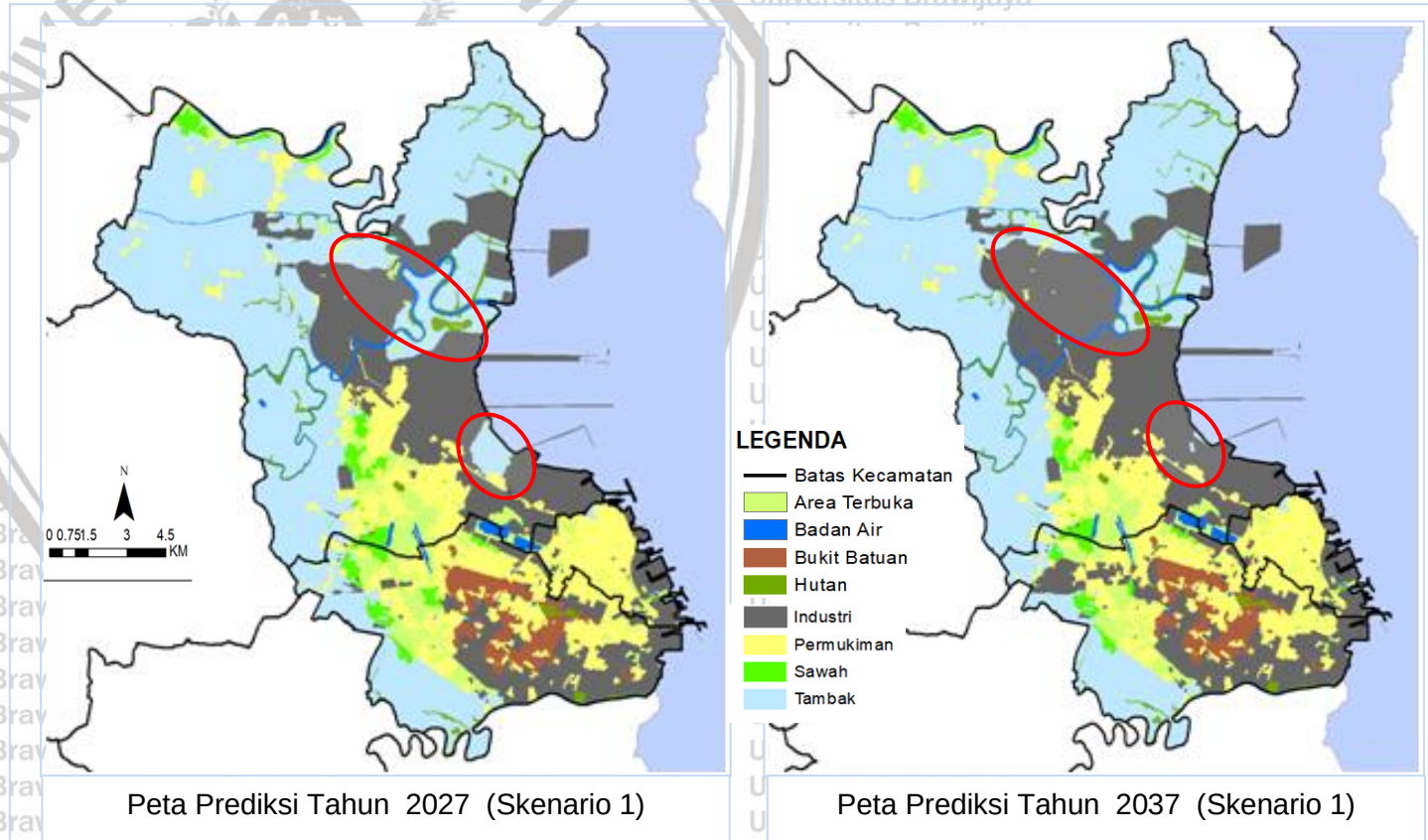
Hasil prediksi skenario 1 (Tabel 6.4) dengan menggunakan bobot hasil AHP tersebut menunjukkan bahwa lahan industri pada tahun 2027 akan bertambah menjadi 3.777 ha (26,68%) dan pada tahun 2037 bertambah menjadi 4.455 ha atau sebesar 31,47% dari luas wilayah penelitian dan merupakan area terbesar setelah tambak, yang artinya bahwa selama 20 tahun lagi akan terjadi konversi lahan menjadi area industri seluas 1.352 ha atau 43,60% dari lahan industri tahun 2017. Sedangkan sebaran spasial dari penambahan area industri tersebut sebagian besar berada di sepanjang koridor jalan arteri Manyar (Deanadles) dan mendekati kawasan industri eksisting yaitu PT. Kawasan Industri Maspion (Gambar 6.4).

Kontribusi terbesar peningkatan lahan industri tersebut terjadi karena adanya konversi lahan tambak seluas 965,54 ha (71,36%) atau terjadi penurunan luas tambak sebesar 14,47% dari tambak eksisting dan perubahan area terbuka sebesar 18,73% atau 253 ha. Sedangkan dari lahan sawah eksisting juga mengalami alih fungsi menjadi lahan industri seluas 50 ha (3,73%) dari lahan sawah eksisting.

Tabel 6.4 Hasil Prediksi Perkembangan Lahan Industri Skenario 1

Penggunaan Lahan	Luas Lahan (Ha)						Perubahan	
	2017		2027		2037		2017 - 2037	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Area Terbuka	946,87	6,69	800,9	5,66	693,37	4,90	-253,50	-26,77
Badan Air	269,87	1,91	269,85	1,91	269,85	1,91	-0,02	-0,01
Bukit Batuan	374,16	2,64	374,16	2,64	353,31	2,50	-20,85	-5,57
Vegetasi	346,08	2,44	305,90	2,16	283,41	2,00	-62,67	-18,11
INDUSTRI	3.102,96	21,92	3.777,25	26,68	4.455,95	31,47	1.352,99	43,60
Permukiman	2.152,88	15,21	2.152,87	15,21	2.152,87	15,21	-0,01	0,00
Sawah	294,41	2,08	279,74	1,98	244,01	1,72	-50,40	-17,12
Tambak	6.670,60	47,12	6.197,16	43,77	5.705,06	40,30	-965,54	-14,47
Jumlah	14.157,83	100,00	14.157,83	100,00	14.157,83	100,00	-	-

Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 6.4 Peta Hasil Prediksi Skenario 1 tahun 2027 dan 2037

Sumber : Hasil Analisis, 2018

6.3.2.2 Skenario 2 (Progresif)

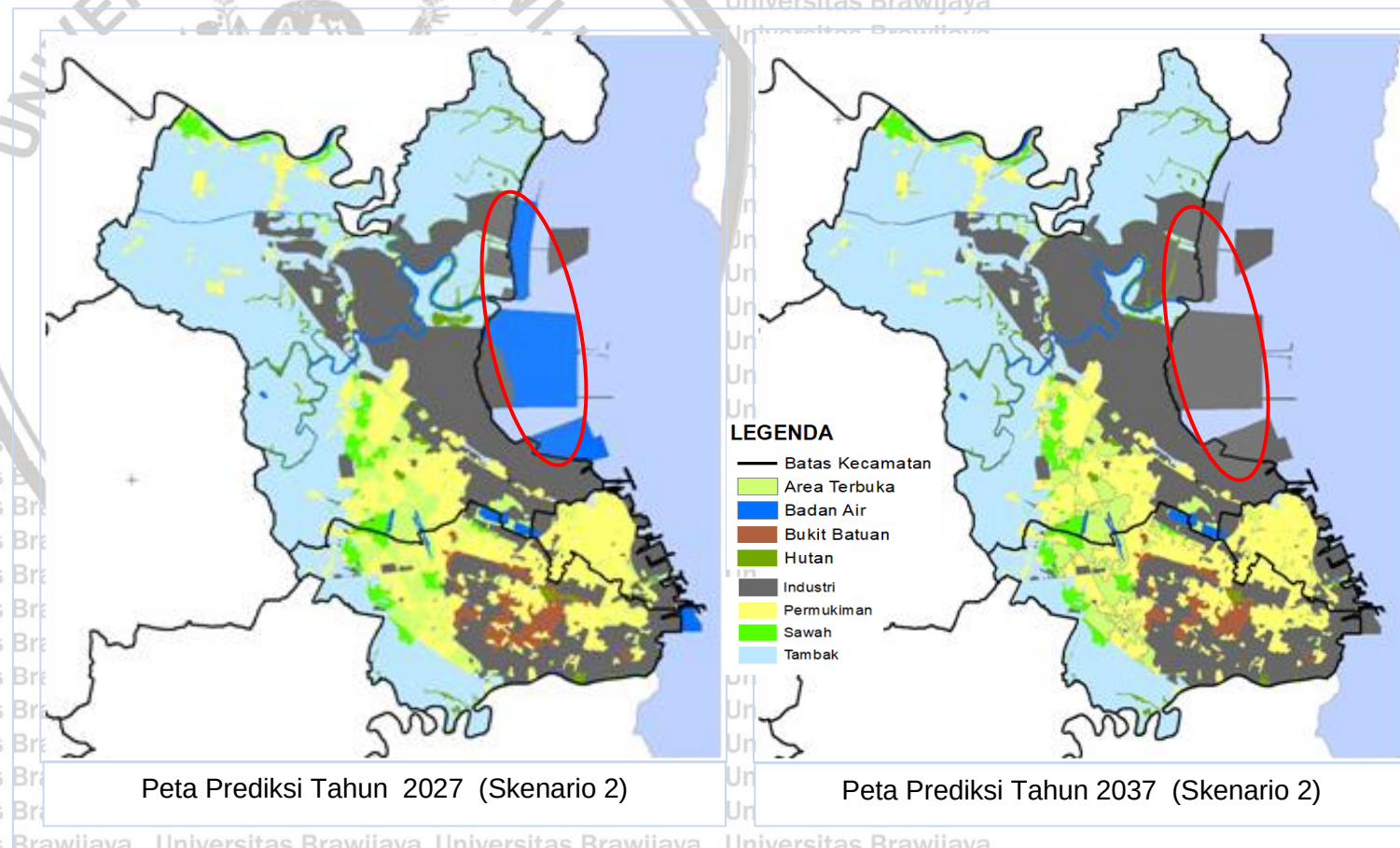
Skenario *progresif* yaitu menambahkan faktor-faktor yang potensial menjadi instrumen pendorong terjadinya konversi lahan menurut Wibowo (2011) antara lain perizinan pemanfaatan ruang (izin lokasi, izin mendirikan bangunan) dan masterplan pengembangan kawasan industri yang direncanakan oleh pemerintah maupun dari perusahaan industri. Prediksi perkembangan lahan industri hasil skenario 2 menunjukkan bahwa terjadi perubahan yang paling besar diantara ketiga skenario yaitu pada tahun 2027 luas lahan industri meningkat menjadi 4.272 ha (29,05%) dan pada tahun 2037 lahan industri meningkat menjadi 5.094 ha atau 33,93% dari luas wilayah perkotaan Gresik (Tabel 6.5). Sedangkan prediksi jumlah luas penambahan lahan industri selama 20 tahun ke depan adalah 1.992 ha atau 64,20% dari luas lahan industri pada tahun 2017. Hasil prediksi tersebut secara absolut juga lebih besar dibandingkan dengan perkembangan eksisting periode tahun 1997-2017 seluas 1.691 ha.

Dinamika perkembangan lahan industri skenario 2 lebih banyak dipengaruhi oleh aspek perizinan pemanfaatan ruang dan masterplan pengembangan wilayah pesisir oleh perusahaan kawasan industri eksisting untuk perluasan area industri dan kepelabuhanan, seperti; pelabuhan kawasan industri maspion, pelabuhan internasional kawasan industri JIPE, PT. Petrokimia, PT. Wilmar Nabati Indonesia, PT. Wings Group dan pelabuhan khusus lainnya. Prediksi wilayah pesisir laut yang akan berkembang menjadi area penunjang industri dan pelabuhan pada tahun 2037 adalah seluas 856 ha atau 42,98% dari jumlah penambahan lahan industri dan merupakan kontribusi terbesar, kemudian kontribusi kedua berasal dari perubahan lahan tambak 754 ha (37,88%) dan ketiga dari perubahan bukit batuan 173 ha (8,71%) yang secara tata ruang diperuntukkan untuk zona pengembangan industri. Namun demikian, pada skenario 2 juga diprediksikan akan dapat mempertahankan fungsi lahan sawah efektif karena hanya mengalami alih fungsi lahan relatif kecil seluas 1,94 ha.

Tabel 6.5 Hasil Prediksi Perkembangan Lahan Industri Skenario 2

Penggunaan Lahan	Luas Lahan (Ha)						Perubahan	
	2017		2027		2037		2017 - 2037	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Area Terbuka	946,87	6,69	879,34	5,98	813,93	5,42	-132,94	-14,04
Badan Air	269,87	1,91	269,87	1,84	269,87	1,80	0,00	0,00
Bukit Batuan	374,16	2,64	362,40	2,46	200,67	1,34	-173,49	-46,37
Vegetasi	346,08	2,44	316,67	2,15	273,90	1,82	-72,18	-20,86
INDUSTRI	3.102,96	21,92	4.272,31	29,05	5.094,98	33,93	1.992,02	64,20
Permukiman	2.152,88	15,21	2.152,88	14,64	2.152,88	14,34	0,00	0,00
Sawah	294,41	2,08	293,96	2,00	292,00	1,94	-2,41	-0,82
Tambak	6.670,60	47,12	6.158,07	41,88	5.915,93	39,40	-754,67	-11,31
Laut/Reklamasi						-	-856,33	-
Jumlah	14.157,83	100,00	14.705,50	100,00	15.014,16	100,00	-	-

Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 6.5 Peta hasil Prediksi Skenario 2 tahun 2027 dan 2037

Sumber : Hasil Analisis, 2018

6.3.2.3 Skenario 3 (Moderat)

Skenario *moderat* yaitu selain menggunakan data-data perizinan dan perencanaan kawasan industri juga memasukkan faktor regulasi sebagai pengaruh perkembangan kawasan industri berupa penetapan zona peruntukan industri yang diatur dalam RTRW Kabupaten Gresik serta kawasan lindung dan atau penetapan lahan pertanian pangan berkelanjutan (LP2B) sebagai faktor pengendali (*constrain*) yang diatur dalam Undang-undang No. 41 tahun 2009 tentang LP2B.

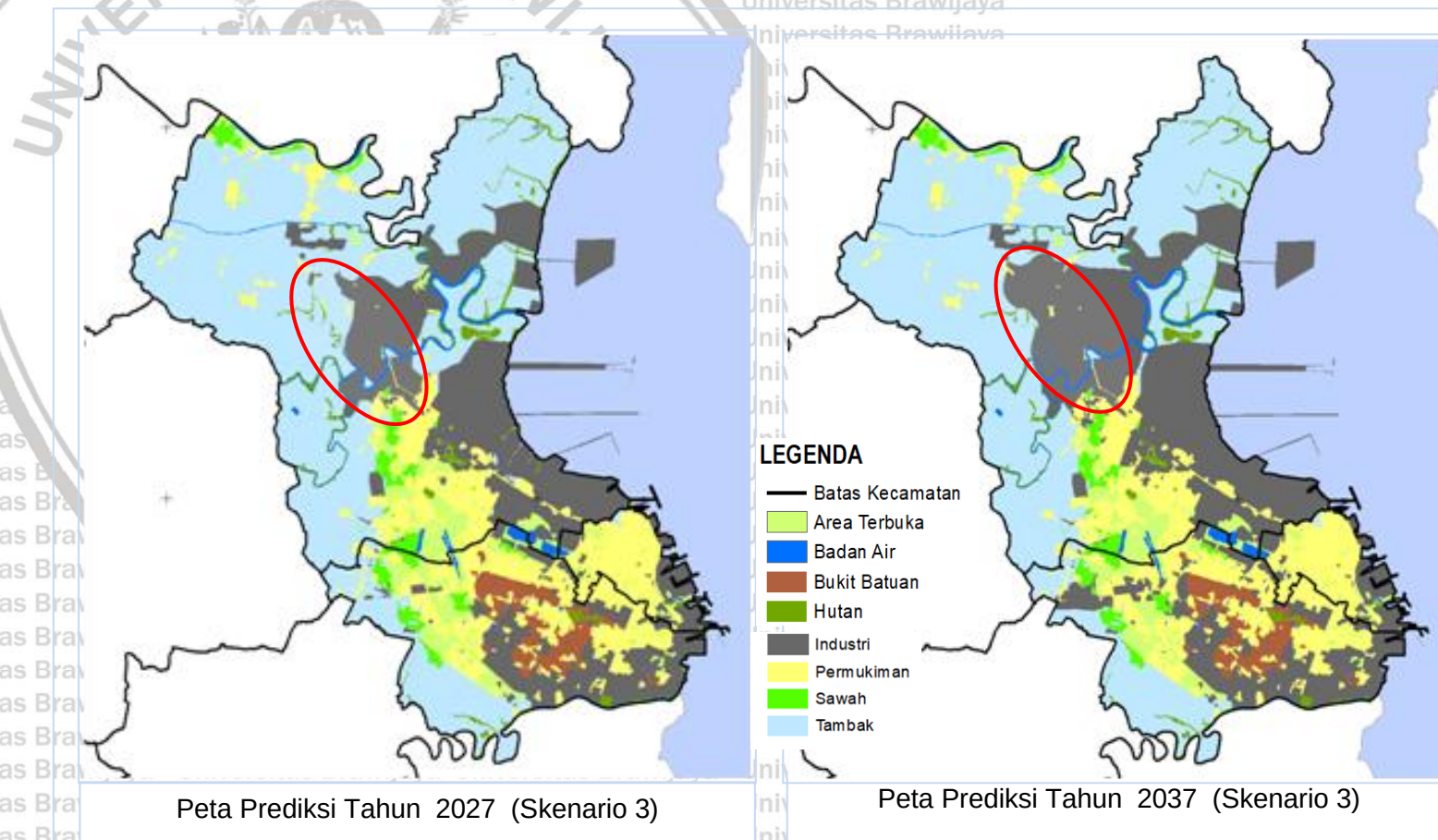
Hasil prediksi lahan industri melalui skenario 3 ditunjukkan seperti pada Tabel 6.6 yaitu adanya dinamika perkembangan lahan industri pada tahun 2027 seluas 3.786 ha (26,74%) dan menjadi 4.463 ha atau sebesar 31,53% pada tahun 2037. Secara akumulasi selama 20 tahun mendatang diprediksikan lahan industri di wilayah penelitian mengalami peningkatan sebesar 1.360 ha atau 43,86% dari luas lahan industri tahun 2017. Untuk sebaran perkembangan area industri lebih dominan berada di sekitar zona maupun kawasan industri eksisting khususnya area daratan yang secara perencanaan tata ruang dalam RTRW sudah dialokasikan untuk kawasan peruntukan industri, sedangkan wilayah perairan / pesisir tidak terdapat prediksi lahan industri baru karena secara tata ruang menjadi kewenangan pemerintah provinsi dan atau pemerintah pusat jika pemanfaatannya melalui izin reklamasi (Gambar 6.6).

Ditinjau dari sumber penambahan lahan industri terbesar berasal dari alih fungsi lahan tambak 1.017 ha atau mengurangi 15,25% lahan tambak eksisting, selanjutnya pada area terbuka mengalami pengurangan seluas 240 ha. Namun demikian pada skenario 3 ini akan terjadi proteksi perubahan pada lahan sawah yang hanya terkonversi seluas 3,14 ha.

Tabel 6.6 Hasil Prediksi Perkembangan Lahan Industri Skenario 3

Penggunaan Lahan	Luas Lahan (Ha)						Perubahan	
	2017		2027		2037		2017 - 2037	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Area Terbuka	946,87	6,69	821,25	5,80	706,57	4,99	-240,30	-25,38
Badan Air	269,87	1,91	269,85	1,91	269,85	1,91	-0,02	-0,01
Bukit Batuan	374,16	2,64	355,16	2,51	330,37	2,33	-43,79	-11,70
Vegetasi	346,08	2,44	313,97	2,22	289,80	2,05	-56,28	-16,26
INDUSTRI	3.102,96	21,92	3.786,18	26,74	4.463,85	31,53	1.360,89	43,86
Permukiman	2.152,88	15,21	2.152,87	15,21	2.152,87	15,21	-0,01	0,00
Sawah	294,41	2,08	294,25	2,08	291,27	2,06	-3,14	-1,07
Tambak	6.670,60	47,12	6.164,30	43,54	5.653,25	39,93	-1.017,35	-15,25
Jumlah	14.157,83	100,00	14.157,83	100,00	14.157,83	100,00	-	-

Sumber: Hasil Analisis, 2018



Gambar 6.6 Peta hasil Prediksi Skenario 3 tahun 2027 dan 2037

Sumber : Hasil Analisis, 2018

6.3.2.4. Pola Perkembangan Spasial

Berdasarkan hasil analisis spasial dari ketiga skenario menunjukkan besaran luasan area industri dan pola perkembangan yang berbeda dengan kecenderungan mengikuti dasar teori sebagai berikut:

- a) Teori lokasi, terjadinya aglomerasi kawasan industri di sepanjang jalur arteri Jalan Deandiles mulai dari KIG, KIM dan JIPE semuanya mempunyai akses langsung ke jalan nasional dan wilayah pelabuhan (pesisir wilayah perkotaan Gresik). Kondisi tersebut menunjukkan karakteristik teori Weber (1909) yang artinya bahwa pengembangan kawasan industri dari tahun 1997 sampai 2037 ke depan lebih mengutamakan faktor aksesibilitas dan lokasi biaya minimum (*least cost location*);
- b) Teori sektor, pola perkembangan spasial secara sentrifugal sebagaimana dikemukakan oleh Hoyt (1939), bahwa perkembangan lahan industri lebih dominan mengarah ke luar area pinggiran perkotaan (Kecamatan Manyar) sesuai dengan faktor-faktor penting yang mendorong (*driving factors*) perkembangan area terbangun yaitu faktor industri eksisting dan akses jalan.

6.3.3 Tingkat Kesesuaian Penggunaan Lahan Industri dengan RTRW

Analisis kesesuaian penggunaan lahan industri dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dilakukan melalui proses *overlay* antara penggunaan lahan eksisting tahun 2017 dan peta hasil prediksi tahun 2027-2037 dengan RTRW Kabupaten Gresik tahun 2010-2030 sebagaimana ditetapkan dalam Peraturan Daerah Nomor 8 Tahun 2011.

Pada prinsipnya dinamika perubahan penggunaan lahan yang terjadi seharusnya sejalan dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), namun demikian implementasi di lapangan kemungkinan adanya distorsi sehingga

diperlukan evaluasi secara periodik agar pembangunan suatu wilayah tidak melampaui daya dukungnya (Rustiadi et al., 2008). Oleh karena itu dalam penelitian ini juga dilakukan analisis kesesuaian penggunaan lahan industri dengan RTRW sebagaimana tercantum dalam Tabel 6.7. Penggunaan lahan industri eksisting tahun 2017 mempunyai tingkat kesesuaian dengan RTRW sebesar 84,79%, yang berarti bahwa sebagian lahan industri sekitar 15% tidak berada pada pola ruang peruntukan industri. Pola sebaran lahan industri yang berkembang tidak sejalan dengan RTRW dapat dilihat pada matrik transisi perubahan penggunaan lahan tahun 1997-2017 (Tabel 6.7).

Tabel 6.7 Tingkat Kesesuaian Prediksi Lahan Industri terhadap RTRW Kabupaten Gresik

Simulasi	Eksisting 2017		Prediksi 2027		Prediksi 2037	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Eksisting	2.631,12	84,79	-	-	-	-
Skenario 1	-	-	2.790,25	73,87	3.138,33	70,43
Skenario 2	-	-	2.853,90	66,80	3.248,05	63,75
Skenario 3	-	-	3.005,83	79,38	3.472,41	77,79

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Tingkat kesesuaian lahan industri terhadap RTRW pada skenario 3 relatif lebih tinggi dibanding dengan skenario 1 dan 2 karena dalam prediksi perkembangannya sudah mempertimbangkan faktor regulasi RTRW dan penetapan lokasi LP2B sehingga lebih dapat terkontrol meskipun juga lebih kecil dibanding kondisi eksisting tahun 2017 yaitu pada tahun 2027 sebesar 79,39% dan berkurang menjadi 77,79% pada tahun 2037. Sedangkan skenario 2 merupakan perkembangan lahan yang paling rendah tingkat kesesuaiannya yaitu sebesar 66,80% pada tahun 2027 dan menjadi 63,75%. Besarnya simpangan lahan industri tersebut karena adanya pertumbuhan lahan di pesisir wilayah laut yang dalam peta RTRW kabupaten tidak menjadi zonasi yang diatur peruntukannya, tetapi diatur tersendiri dalam Rencana Zonasi Wilayah Pesisir.

6.4 Kesimpulan

Dinamika spasial perkembangan lahan industri di wilayah perkotaan Gresik periode 1997-2017 mengalami peningkatan sebesar 1.691 ha (119,96 %) yaitu pada tahun 1997 dengan luas 1.411 ha menjadi 3.102 ha pada tahun 2017.

Kontribusi terbesar peningkatan lahan industri tersebut berasal dari konversi lahan tambak seluas 844 ha dan pembangunan industri pada area terbuka seluas 333 ha.

Hasil prediksi penggunaan lahan yang menggunakan 3 skenario menunjukkan implikasi perubahan penggunaan lahan yang berbeda. Skenario 1 mendorong pertambahan lahan industri paling kecil seluas 1.352 ha (43,60%) pada tahun 2037 menjadi 4.445 ha dengan sebaran dominan pada koridor jalan arteri dan interchange jalan toll. Pada skenario 2 memberikan peningkatan lahan industri terbesar pada tahun 2037 yaitu seluas 1.992 ha (64,20%) atau menjadi 5.094 ha dengan area perubahan di wilayah pesisir pantai (reklamasi). Sedangkan skenario 3 dapat meningkatkan lahan industri sebesar 1.360 ha (43,86%) hingga menjadi 4.463 ha pada tahun 2037 dengan penyebaran lokasinya berdekatan dengan kawasan industri eksisting.

Tingkat kesesuaian perkembangan lahan industri eksisting tahun 2017 terhadap RTRW Kabupaten Gresik sebesar 84,79%. Sedangkan hasil prediksi lahan industri 20 tahun ke depan (tahun 2037) menunjukkan bahwa skenario 3 menghasilkan tingkat kesesuaian dengan RTRW tertinggi sebesar 77,79%, kemudian skenario 1 menghasilkan tingkat kesesuaian 70,43% dan yang terendah adalah skenario 2 dengan tingkat kesesuaian 63,75%.





BAB VII PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK KAWASAN INDUSTRI

7.1 Kajian Teori

Sistem dinamik merupakan salah satu metode dalam permodelan kebijakan yang mulai diperkenalkan oleh Jay Forrester pada dekade 50-an dengan obyek penelitian tentang pengembangan manajemen industri dengan tujuan mendesain dan mengendalikan sistem industri sebagai suatu sistem sosial ekonomi yang multidimensi, dan kemudian pada tahun 1960-an menjadi konsep "*Industrial Dynamics*". Selanjutnya konsep sistem "*Industrial Dynamics*" yang dirumuskan oleh Jay Forrester tersebut dikembangkan untuk menjelaskan dinamika perubahan wilayah perkotaan yang dipublikasikan dalam buku *Urban Dynamics*. Dalam perkembangan berikutnya sistem dinamik dapat berfungsi efektif dan diaplikasikan sebagai metode kajian sistem kompleks seperti dinamika wilayah ekologis (Haie dan Cabecinha 2003; Aurambout *et al.* 2005; Elshorbagy *et al.* 2005), wilayah pesisir (Villa *et al.* 2002; Ramos 2004). Sistem dinamik juga berkemampuan dalam mengkaji sistem yang berciri kompleks, dinamik, dan probabilistik (Sushil 1993; Forrester 1998; Sterman 2002). Di samping itu, sistem dinamik juga dapat digunakan untuk membantu dalam penyusunan skenario kebijakan dan pengambilan keputusan dalam kajian perencanaan tata ruang wilayah.

Dalam Implementasinya pendekatan sistem, pada umumnya ditandai oleh ketentuan, yaitu: (1) menemukan semua faktor penting dalam rangka penyelesaian masalah (*problem solving*), dan (2) melalui pendekatan model kuantitatif untuk membuat keputusan secara rasional. Sebagai suatu sistem,

pengembangan industri dalam bentuk kawasan terpadu di wilayah perkotaan sebagaimana diamanatkan oleh peraturan pemerintah pada umumnya secara nasional masih banyak menghadapi kendala, karena banyaknya faktor yang mempengaruhinya dan saling terkait diantaranya; (1) aspek lahan dan tata ruang, yang terkait dengan alih fungsi maupun dampak lingkungan; (2) penyediaan infrastruktur dan sarana prasarana penunjang seperti: jaringan jalan, pelabuhan, jaringan energi, air bersih dan fasilitas pengelolaan limbah; (3) biaya produksi, transportasi dan teknologi industri masih belum efisien; (4) belum adanya penerapan *estate regulation* dan perizinan yang konsisten; (5) pengelolaan aspek sosial masyarakat dan ketenagakerjaan; dan (6) pengaruh industri dan multiplier effect terhadap ekonomi masyarakat. Oleh karena itu, pengembangan kawasan industri berkelanjutan perlu dilakukan studi dan deskripsi permasalahan dengan pendekatan sistem sehingga diharapkan tersusun beberapa model pengembangan kawasan industri yang mendekati kondisi yang sebenarnya yang lebih efektif dan efisien (Kodrat, K.F. 2011).

Pengertian model adalah merupakan wujud aplikasi dari suatu objek atau sistem, yang mempunyai variasi bentuk dan tujuan (Forrester 1968; Sterman 2002). Sedangkan menurut Elshorbagy *et al.* (2005); Yufeng dan ShuSong (2005), bahwa suatu model adalah seperangkat anggapan (*assumptions*) terhadap suatu sistem yang kompleks dalam upaya untuk memahami dunia nyata yang beraneka ragam. Eriyatno (1999), menjelaskan bahwa model adalah abstraksi dari realitas yang dapat menunjukkan hubungan langsung maupun tidak langsung serta timbal balik atau hubungan sebab akibat. Suatu model dapat dikatakan lengkap apabila dapat mewakili berbagai aspek dari realitas

yang dikaji. pendekatan model dibangun untuk tujuan peramalan (*forecasting*) dan evaluasi kebijakan, yaitu menyusun strategi perencanaan kebijakan dan memformulasikan strategi implementasinya (Tasrif, 2004).

Berkaitan dengan perkembangan dasar teoritis tentang sistem dan model, berkembang pula sejumlah *software* yang dapat mendukung sehingga penggunaan metodologi sistem dinamik sebagai salah satu pemodelan menjadi lebih efisien. Selain itu, beberapa pemakaian *software* tidak hanya untuk memudahkan pemakai dalam membangun model, tetapi juga untuk melakukan simulasi dan berbagai uji sensitivitas model, antara lain *Stella*, *PowerSim* dan *Vensim*. Setiap aplikasi pasti mempunyai spesifikasi dan prasyarat kondisi, kelebihan dan kelemahan sistem dalam operasionalnya, sehingga diperlukan deskripsi secara lebih komprehensif mulai dari filosofi dan prinsip dasar, tahapan analisis, teknis operasional masing-masing tahapan dan pengujian tingkat validitas hasil analisis aplikasi sehingga secara keseluruhan metode analisis dan *software* tersebut dapat layak dan reliabel untuk dipakai dalam penelitian sistem dinamik pengembangan kawasan industri dan penelitian lainnya yang sejenis.

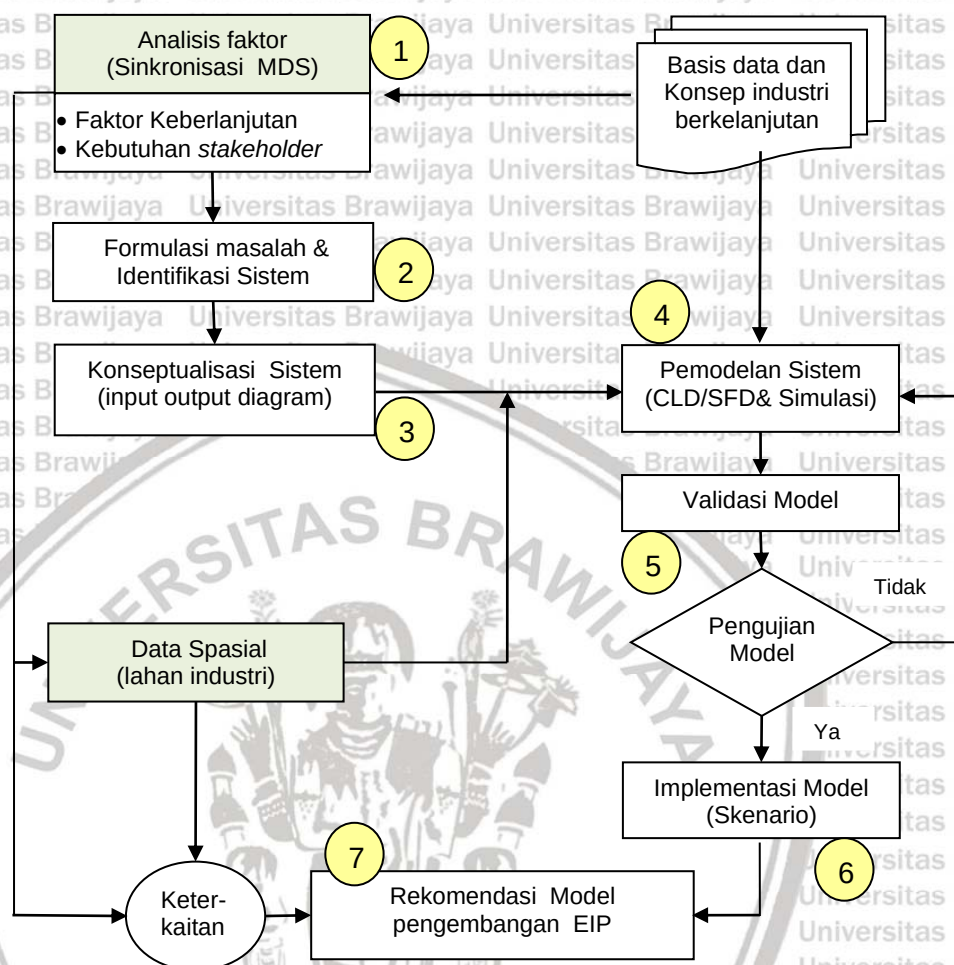
7.2 Metode Analisis Sistem Dinamik

Dalam upaya mendapatkan skenario pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan, dapat digunakan metodologi sistem dinamik yang mampu menjelaskan keterkaitan antar variabel dan mensimulasikan perilaku sistem bila dilakukan intervensi terhadap sistem tersebut. Forrester (1998); White dan Engelen (2000); dan Sterman (2002) menegaskan bahwa analisis terhadap sebuah sistem memerlukan metode yang memperhatikan masing-masing komponen, terutama pada permasalahan yang bersifat kompleks dalam rentang waktu tertentu.

7.2.1 Tahapan Analisis

Pada prinsipnya metode analisis sistem dilaksanakan melalui beberapa tahapan proses yang sistematis dengan mulai dari eskplorasi terhadap substansi permasalahan, membuat suatu model sampai dengan simulasi dan implementasinya yang dilaksanakan dalam satu ketentuan kerja (Eriyatno 1999). Lebih lanjut dijelaskan oleh Hartrisari (2007) dan Djakapermana (2010), untuk menyelesaikan permasalahan yang kompleks dengan pendekatan sistem dapat dilaksanakan melalui beberapa tahapan, sebagai berikut (Gambar 7.1).

1. Analisis faktor (kebutuhan sistem), bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor terkait dengan permasalahan dari semua pelaku sistem (*stakeholder*),
2. Identifikasi dan formulasi permasalahan, adalah merupakan bagian dari upaya mendapatkan representasi dari semua permasalahan yang ada dalam sistem berdasarkan dari sumber maupun jenisnya,
3. Konseptualisasi sistem, bertujuan untuk menentukan variabel-variabel sistem dalam rangka memenuhi kebutuhan semua pelaku dalam sistem yang digambarkan dalam bentuk diagram input ouput,
4. Pemodelan sistem, adalah proses interaktif antara analisis sistem dengan faktor yang berpengaruh dengan menyusun causal loop diagram (CLD) dan stock flow diagram (SFD) yang disimulasikan menggunakan data terkait,
5. Validasi dan verifikasi, pada tahap ini akan dilakukan pengujian sistem dengan melakukan verifakasi dan modifikasi terhadap sistem sehingga model yang disusun lebih akurat
6. Implementasi, adalah tahapan untuk mengoperasionalkan sistem dengan model yang telah disusun berdasarkan skenario yang ditentukan,
7. Rekomendasi, yaitu perumusan kebijakan atau strategi dengan berlandaskan pada impementasi model dan skenario pengembangannya.



Gambar 7.1 Digram Alur Tahapan Analisis Sistem

Sumber : Modifikasi dari Eriyatno (1999) dan Hartrisari (2007)

7.2.2 Analisis Faktor Berpengaruh (Kebutuhan Sistem)

Analisis faktor yang menjadi kebutuhan sistem merupakan permulaan pengkajian dari suatu sistem (Eriyatno, 1999 dan Hartrisari, 2007). Pada tahap ini diidentifikasi kebutuhan dari masing-masing pelaku sistem (*stakeholders*). Setiap pelaku memiliki kebutuhan yang berbeda-beda yang dapat mempengaruhi kinerja sistem. Pelaku mengharapkan kebutuhan tersebut dapat terpenuhi jika mekanisme sistem dijalankan. Langkah awal dalam analisis kebutuhan adalah

mendata *stakeholder* yang terkait dalam sistem yang dikaji. Berdasarkan aktor yang terlibat, ada dua jenis kebutuhan yang terkait dengan pengembangan kawasan industri: (a) kebutuhan masing-masing individu pelaku usaha atau para *stakeholder* (*individual needs*) yang dapat mengarah pada *conflict of interest*, dan kebutuhan bersama (*common needs*) yang menjadi masalah bersama (*common problems*).

Langkah awal dalam analisis kebutuhan adalah mendata *stakeholder* yang terkait dalam sistem yang dikaji. Dalam penelitian tentang sistem pengembangan kawasan industri berkelanjutan ditentukan *stakeholders* kunci yang dijadikan responden meliputi; (1) unsur pemerintah yang direpresentasikan oleh dinas terkait (Bappeda, Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang, Dinas Perizinan dan Penanaman Modal, Dinas Lingkungan Hidup dan Dinas Perindustrian Perdagangan); (2) unsur pengusaha yang diwakili oleh pengelola kawasan maupun pengelola tenant industri; (3) unsur masyarakat yang diwakili oleh tokoh masyarakat dan aparat desa/kelurahan; dan (4) unsur pakar yang direpresentasikan oleh akademisi, LSM dan pemerhati/peneliti.

Dalam penelitian sistem dinamik untuk pengembangan kawasan industri berkelanjutan ini, analisis kebutuhan sistem dihasilkan dari indikator atau faktor-faktor penguji yang telah diproses dalam penentuan keberlanjutan kawasan industri maupun industri non kawasan dengan menggunakan analisis *Multidimensional Scalling* (MDS) yang menghasilkan 28 faktor penguji sebagaimana dihasilkan data pada Tabel 7.1.

7.2.3 Identifikasi dan Formulasi Permasalahan Sistem

Formulasi permasalahan dibuat karena adanya perbedaan persepsi dan konflik kepentingan (*conflict of interest*) diantara para *stakeholder* terhadap tujuan, substansi permasalahan dan faktor-faktor penting dalam analisis sistem (Eriyatho 2003). Secara umum kebutuhan yang saling kontradiktif dapat dikenali berdasarkan dua hal, yaitu kelangkaan sumberdaya (*lack of resources*) dan perbedaan kepentingan (*conflict of interest*). Berdasarkan analisis kebutuhan yang dirumuskan dari faktor pengungkit keberlanjutan, maka formulasi permasalahan pengembangan kawasan industri berkelanjutan dirumuskan dari pemilihan faktor-faktor pengungkit yang mempunyai pengaruh sangat penting (faktor kunci) bagi keberlanjutan melalui analisis prospektif dan dapat dihasilkan sebanyak 10 faktor kunci dari 5 dimensi sebagaimana diuraikan dalam Tabel 7.1 sebagai berikut:

Tabel 7.1 Analisis Kebutuhan Stakeholder dan Formulasi Masalah dalam Pendekatan Sistem Dinamik

Indikator Pengungkit (Kebutuhan Stakeholder)	Faktor Kunci (Formulasi Permasalahan)
A. EKOLOGI 1. Kesesuaian Tata Ruang (RTRW) 2. Kesesuaian Lahan/Tata Guna Lahan 3. Luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) 4. Pengelolaan Kawasan Pesisir 5. Kualitas Air 6. Kualitas Udara	1. Kualitas Lingkungan dan Tata Ruang a. Tata Guna lahan Industri b. Kualitas lingkungan (Air)
B. EKONOMI 7. Pendapatan Karyawan (UMK) 8. Pendapatan Perusahaan 9. Kontribusi PAD (Pajak/Retribusi) 10. Pendapatan Perkapita 11. Penurunan Tingkat Kemiskinan 12. Program Kemitraan Usaha	2. Tingkat Kesejahteraan a. Pendapatan Perkapita (PDRB) b. Tingkat Kemiskinan

C.SOSIAL BUDAYA 13. Penyerapan Tenaga Kerja 14. Penurunan Pengangguran 15. Perkembangan IPM 16. Pemberdayaan Masyarakat (CSR)	3. Perkembangan Sosial Ketenagakerjaan a. Serapan Tenaga Kerja Sektor Industri b. Tingkat Pengangguran
D.MANAJEMEN KELEMBAGAAN 17. Pelaksanaan Tata Tertib Kawasan 18. Pemenuhan Dokumen Lingkungan 19. Monev Kinerja Lingkungan (PROPER) 20. Pemenuhan Dokumen Perizinan Usaha 21. Pemberian Sangsi (Punishment)	4. Pengelolaan Kawasan a. Regulasi Perizinan & Tata Tertib Kawasan b. Monitoring Evaluasi Kinerja (PROPER)
E. TEKNOLOGI DAN INFRASTRUKTUR 22. Pertukaran Bahan Baku (Simbiosis) 23. Bangunan Ramah Lingkungan 24. PSU Ramah Lingkungan 25. Teknologi Reduksi Pencemaran Udara 26. Teknologi Reduksi Pencemaran Air 27. Sistem Penanggulangan Kebakaran 28. Sistem Tanggap Darurat (K3)	5. Teknologi Reduksi Limbah a. Pencemaran Air b. Pencemaran Udara

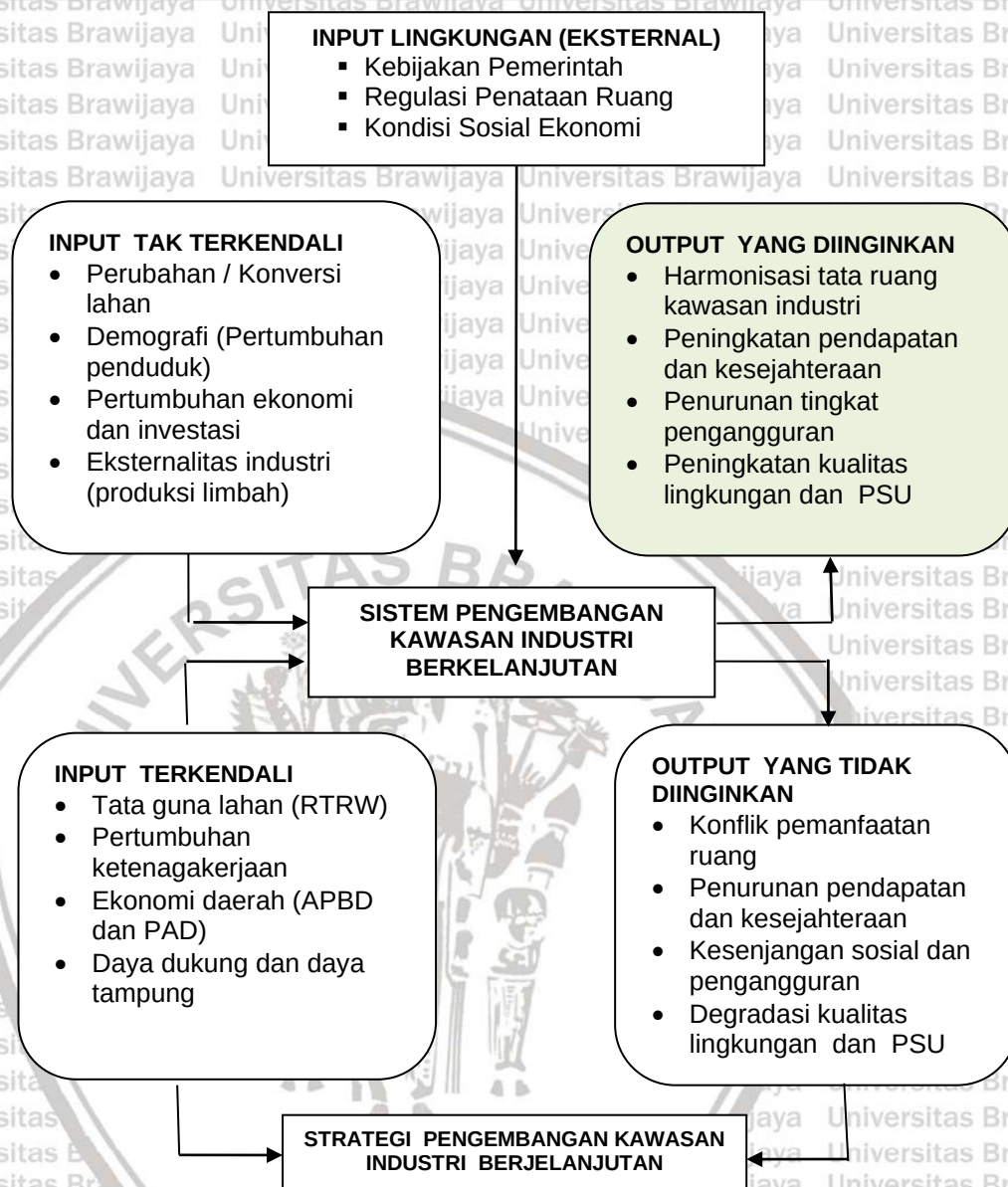
Sumber : Hasil Analisis, 2018

7.2.4 Konseptualisasi Sistem

Konseptualisasi sistem merupakan suatu rantai hubungan antara pernyataan dari kebutuhan-kebutuhan dengan pernyataan masalah yang harus dipecahkan dalam rangka memenuhi kebutuhan tersebut. Tujuan konseptualisasi sistem tersebut adalah untuk memberikan gambaran tentang hubungan antara faktor-faktor yang saling mempengaruhi dalam kaitannya dengan pembentukan suatu sistem. Menurut Eriyatno (1999) konseptualisasi sistem dapat digambarkan dalam bentuk diagram sebab akibat dan diagram input, output (*black box*) (Gambar 7.2). Diagram sebab akibat merupakan interkoneksi antar peubah-peubah penting yang diturunkan dari identifikasi kebutuhan dan masalah yang telah diformulasikan pada suatu sistem tertutup (*closed-loop system*) untuk melihat interaksi antar komponen sistem terkait.

Sedangkan menurut Hartisari (2007) menjelaskan bahwa konseptualisasi sistem dimaksudkan untuk berkaitan dengan upaya untuk mengenali hubungan antara "pernyataan kebutuhan" dengan "pernyataan masalah" yang harus diselesaikan dalam rangka memenuhi kebutuhan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah dengan menyusun diagram lingkaran sebab-akibat (*causal loop diagram*) atau diagram input output (*black box diagram*). Diagram lingkaran sebab akibat menggambarkan hubungan antar elemen yang terkait dalam sistem yang dikaji, sehingga dapat digunakan untuk menggambarkan sifat dinamik antar elemen. Diagram input output pada umumnya berguna untuk: (1) secara cepat memberikan gambaran sifat dinamik dari sistem yang dikaji; (2) memberikan dasar untuk pembentukan persamaan pada model; dan (3) mengidentifikasi faktor-faktor penting dalam pencapaian tujuan yang telah ditetapkan.

Diagram input output (Gambar 7.2) menunjukkan hubungan antara output yang akan dihasilkan dengan input berdasarkan tahapan analisis kebutuhan dan formulasi permasalahan. Diagram input output sering disebut diagram kotak gelap (*black box*), karena diagram ini tidak menjelaskan bagaimana proses yang akan dialami input menjadi output yang diinginkan meliputi; (1) harmonisasi tata ruang kawasan industri (tata Guna Lahan) ; (2) peningkatan pendapatan dan kesejahteraan; (3) penyerapan tenaga kerja sekaligus penurunan tingkat pengangguran; dan (4) peningkatan kualitas lingkungan dan penyediaan PSU teknologi untuk reduksi limbah kegiatan industri.



Gambar 7.2. Diagram Input Output Model Pengembangan Kawasan Industri

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Sedangkan output yang tidak diinginkan merupakan hal yang tidak dapat dihindari dan kadang-kadang diidentifikasi sebagai pengaruh negatif bagi kinerja sistem. Para pengelola kawasan industri perlu mengenali mekanisme proses yang terjadi dalam sistem agar dapat meminimumkan output yang tidak diharapkan. Perkiraan output yang tidak diharapkan perlu ditindaklanjuti melalui umpan balik (feedback). Dalam hubungan ini input harus dimodifikasi

intervensinya yang lebih tepat agar menghasilkan output yang diinginkan. Dalam permodelan, beberapa variabel yang berada di luar sistem dapat mempengaruhi kinerja sistem, sehingga dapat dipertimbangkan/dimasukkan sebagai variabel model. Output yang tidak dikehendaki dalam penelitian ini meliputi; konflik pemanfaatan ruang, penurunan pendapatan dan kesejahteraan, kesenjangan sosial dan pengangguran, degradasi kualitas lingkungan dan sarana prasarana lingkungan.

Berdasarkan diagram input output pada Gambar 7.2 tersebut dirumuskan dari analisis faktor keberlanjutan dan formulasi permasalahan pengembangan kawasan industri yang berkelanjutan. Input merupakan faktor yang mempengaruhi kinerja sistem yang dapat digolongkan ke dalam input langsung dan tidak langsung. Input langsung adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja sistem secara langsung, yang terdiri atas input terkendali dan tidak terkendali. Input terkendali (*controled input*) adalah input yang secara langsung mempengaruhi kinerja sistem dan bersifat dapat dikendalikan (tata guna lahan/RTRW, pertumbuhan ketengakerjaan, kondisi ekonomi daerah/ PAD- APBD, daya dukung dan daya tampung kawasan).

Input tak terkendali (*uncontroled input*) merupakan input yang diperlukan agar sistem dapat berfungsi dengan baik namun tidak dapat dikendalikan atau berada di luar kendali kerja sistem. Input tidak langsung merupakan elemen-elemen yang mempengaruhi sistem secara tidak langsung dalam mencapai tujuan. Input ini biasanya berada di luar batasan sistem, sehingga sering disebut sebagai input lingkungan (*environment input*). Input yang tidak terkendali dalam sistem perkembangan kawasan industri meliputi; perubahan/konversi lahan, demografi (pertumbuhan penduduk), pertumbuhan ekonomi dan investasi dan eksternalitas industri (produksi limbah).

7.2.5 Penyusunan Model Dan Simulasi

Penyusunan model pengembangan kawasan industri berkelanjutan dilakukan dengan pendekatan sistem dinamik karena memenuhi tiga karakteristik, yaitu: (1) kompleks, dimana interaksi antar elemen cukup banyak dan saling terkait maupun mempengaruhi; (2) dinamis, dalam arti faktor yang terlibat ada perubahan menurut waktu serta ada pendugaan ke masa depan; dan (3) probabilistik, yaitu diperlukannya fungsi peluang dalam pembuatan kesimpulan maupun rekomendasi (Eriyatno, 1999). Oleh karena itu untuk membuat model dinamik secara formal dilakukan dengan beberapa tahapan utama yaitu; (1) menyusun kriteria dan batasan model dengan asumsi, (2) mengkonstruksi model dalam bentuk diagram sebab akibat (*causal loop*), (3) menyusun struktur model dalam bentuk diagram alir (*flow chart*), dan (4) membuat simulasi untuk implementasi model dengan *software* Vensim.

Kriteria data dan Asumsi yang digunakan dalam formulasi model keterkaitan antar sektor dalam pengembangan kawasan industri di wilayah perkotaan Gresik yang akan menghasilkan **novelty** model dinamik adalah:

1. Komponen dan faktor pembentuk model yang digunakan untuk analisis dalam setiap *causal loop* dan *stock flow* diagram adalah atribut/indikator pengungkit yang telah dihasilkan dari analisis *multidimensional scalling* dan analisis prospektif pada analisis keberlanjutan kawasan.
2. Keterkaitan antar sektor/dimensi dihubungkan oleh perubahan penggunaan lahan industri (spasial) yang berimplikasi terhadap perkembangan sektor lainnya yang dihasilkan dari analisis spasial dinamik.
3. Data parameter yang digunakan adalah data skala wilayah penelitian (3 kecamatan) dan bila tidak tersedia data kecamatan, maka dilakukan konversi dari data kabupaten

4. Tingkat pertumbuhan (*rate*) didasarkan atas angka rata-rata pertumbuhan setiap tahun
5. Nilai laju dan data eksisting (*stock*) disesuaikan dengan ketersediaan data eksisting dan atau angka ketentuan normatif dalam peraturan teknis atau data hasil penelitian yang relevan
6. Pengaruh dinamika pertumbuhan ekonomi, kebijakan perusahaan dan pemerintah serta perubahan regulasi tidak diperhitungkan

Proses penyusunan model digambarkan dalam hubungan sebab akibat (*causal loop*) antara berbagai variabel dalam pengembangan kawasan industri dalam bentuk diagram simpal. *Causal Loop Diagram* (CLD) dapat digunakan untuk merekam sebuah model yang merepresentasikan keterkaitan dan proses umpan balik dalam sistem (Yuan & Chan, 2010). Selain itu (Kiani, et al., 2009) menyatakan bahwa tujuan utama CLD adalah untuk menggambarkan hipotesis kausal, sehingga membuat penyajian struktur masalah dalam bentuk agregat. Dari kedua pengertian tersebut, maka CLD dapat membantu pengguna dengan mengkomunikasikan struktur umpan balik dan mempresentasikan bagaimana suatu sistem dapat beroperasi.

Untuk implementasi model dinamik diperlukan *Stock Flow Diagram* (SFD) yaitu suatu sistem yang menggambarkan hubungan antar variabel-variabel secara dinamik dengan output hasil sistesis dari faktor-faktor yang saling terkait dan berpengaruh. SFD juga dapat digunakan untuk melakukan simulasi terhadap suatu sistem yang merepresentasikan kondisi dari sistem nyata (Stermann, 2004).

Pada dasarnya SFD merupakan transformasi dari CLD menjadi hubungan antara *stock* dan *flow* yang dapat dibuat menjadi aplikasi. *Stock* dan *flow* bersama dengan *feedback* antar keduanya merupakan bagian penting dalam teori sistem dan pengembangan model dinamik.

Menurut Eriyatno (2003), definisi simulasi adalah suatu aktifitas, dimana pengkaji dapat menarik kesimpulan-kesimpulan tentang perilaku dari sistem, melalui penelaahan perilaku model yang selaras dengan hubungan sebab dan akibat yang sama seperti yang ada pada sistem yang sebenarnya. J. Forrester (1961), mendefinisikan simulasi sebagai penyelesaian atau perhitungan tahap demi tahap dari persamaan perhitungan angka yang menggambarkan keadaan sistem untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada sistem tersebut sehingga diketahui perilakunya, sedangkan Muhammadi (2001), mendefinisikan simulasi sebagai peniruan perilaku suatu gejala atau proses. Simulasi bertujuan untuk memahami gejala atau proses tersebut, membuat analisis dan peramalan perilaku gejala atau proses di masa depan.

Tahapan-tahapan untuk melakukan simulasi menurut Muhammadi *et al.* (2001) adalah sebagai berikut; (1) Penyusunan konsep, (2) Pembuatan model, (3) Memasukan data dalam program komputer, (4) Validasi / pengujian model. Penyusunan konsep terkait erat dengan permasalahan yang akan disimulasikan, harus dengan jelas, termasuk ruang lingkup dan menelaah masalah yang penting yang terkait dengan model yang akan dibuat. Sedangkan menurut Soerianegara (1978) tahapan simulasi terdiri atas tiga yaitu; (a) merumuskan batasan masalah/spesifikasi masalah secara kualitatif; (b) proses pengumpulan data dan memberikan spesifikasi kuantitatif dari sistem setelah dilakukan analisis; (c) sintesis sistem, yaitu proses pemecahan masalah.

7.2.6 Pengujian Model

Pengujian model dimaksudkan untuk memvalidasi apakah model yang dibangun dapat merefleksikan atau merepresentasikan kondisi nyata (keadaan sebenarnya). Rancangan model harus memenuhi syarat kecukupan struktur

model, oleh karena itu perlu dilakukan uji validasi terhadap perilaku yang dihasilkan oleh struktur model tersebut. Uji validitas model dilakukan dengan cara membandingkan *output* model dengan data empiris/faktual dengan menggunakan teknik statistik. Uji validitas selain menguji kesesuaian antara perilaku *output* model dengan perilaku data empirik, juga untuk menghindari terjadinya kesalahan dalam struktur model yang akan diaplikasikan untuk penyusunan skenario atau simulasi sistem. Adapun jenis uji validasi dilakukan dengan menggunakan uji statistik dalam dua kategori basis perhitungan data sebagai berikut (Muhammadi et al 2001):

1. *Absolute Mean Error* (AME) yaitu penyimpangan nilai rata-rata (*mean*) antara nilai hasil simulasi terhadap nilai aktual,
2. *Absolute Variation Error* (AVE) yaitu penyimpangan nilai variasi (*variance*) simulasi terhadap nilai aktual. Sedangkan batas toleransi penyimpangan yang dapat diterima atau ditolerir adalah kurang dari 10 %.

7.2.7 Implementasi Skenario Model dan Rekomendasi

Implementasi merupakan tahapan untuk mengoperasionalkan sistem dengan model yang telah disusun dari 3 skenario yang ditentukan yaitu; (1) skenario konservatif sesuai dengan trend perkembangan lahan industri eksisting; (2) skenario progresif dengan mengacu pada target atau masterplan pengembangan kawasan industri; dan (3) skenario moderat dengan menggunakan instrumen kesesuaian rencana tata ruang (RTRW). Berdasarkan hasil skenario model tersebut selanjutnya dapat diinterpretasikan perilaku model masing-masing skenario, sehingga dapat dirumuskan kebijakan dan rekomendasi yang tepat untuk mewujudkan pengembangan kawasan industri berkelanjutan

7.3 Hasil dan Pembahasan

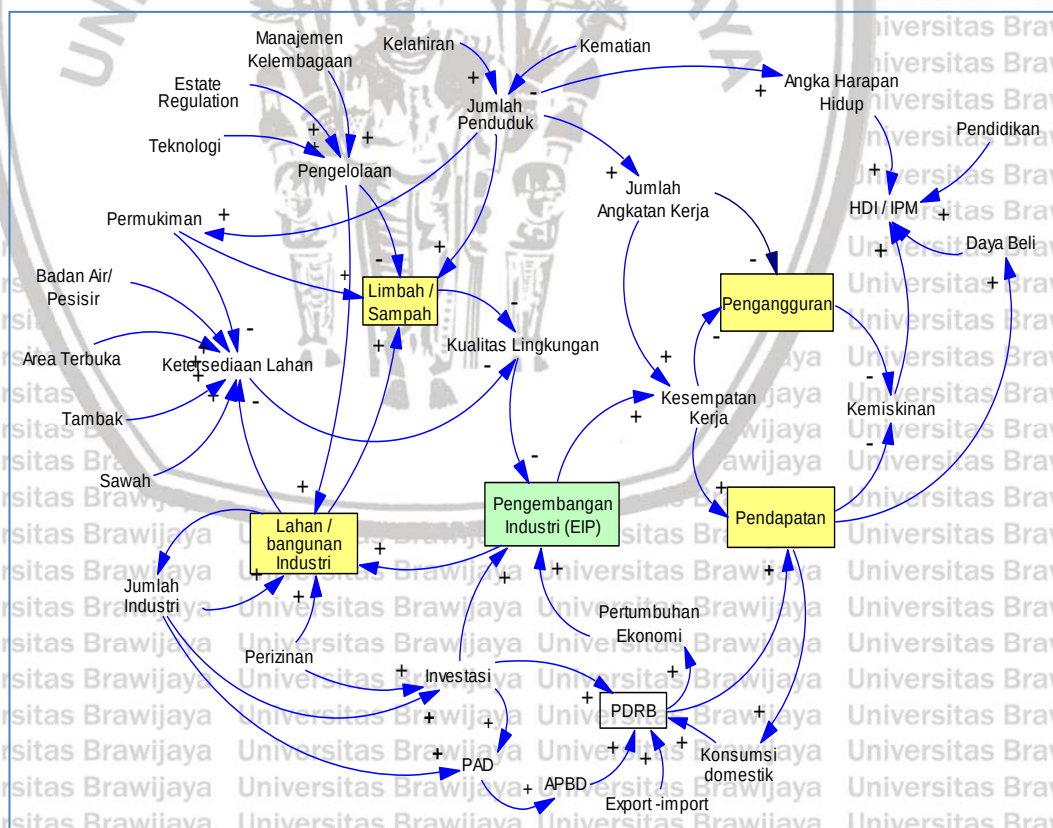
Analisis sistem dan pemodelan dinamik dilakukan dengan terlebih dahulu mengkaji berbagai sistem dan model yang telah ada. Kajian model pengembangan kawasan industri berkelanjutan disusun berdasarkan minimal tiga dimensi utama dalam konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) yaitu model ekonomi, model ekologi (lingkungan) dan model sosial kependudukan. Dimensi ekonomi, antara lain berkaitan dengan upaya meningkatkan pendapatan perkapita (PDRB) maupun pendapatan daerah yang linier dengan upaya penurunan tingkat kemiskinan. Dimensi sosial berkaitan dengan upaya pemecahan masalah kependudukan (ketenagakerjaan) melalui penurunan angka pengangguran dan peningkatan Indeks pembangunan manusia (kualitas pendidikan, kesehatan, angka harapan hidup). Sedangkan dimensi lingkungan, diantaranya berkaitan dengan minimasi limbah (pencemaran) untuk menciptakan kualitas lingkungan hidup dan aspek harmonisasi penataan ruang (*landuses*).

7.3.1 Sistem Utama Pengembangan Kawasan Industri

Pemodelan yang dibangun mempertimbangkan dimensi dan indikator keberlanjutan dalam satu kesatuan, sehingga ada suatu keterkaitan antara satu dimensi dengan dimensi lainnya. Pemodelan yang disusun selanjutnya dapat digunakan untuk merumuskan alternatif-alternatif skenario pengembangan yang mendukung terwujudnya proses pembangunan kawasan industri berkelanjutan. Selain mempertimbangkan dimensi lingkungan, ekonomi dan sosial dalam penyusunan model dinamik juga memperhatikan aspek pengaruh teknologi maupun pengelolaan suatu kawasan industri. Sedangkan sebagai faktor pendorong utama dalam penyusunan model pengembangan suatu kawasan

adalah dinamika perubahan penggunaan lahan (tata guna lahan), oleh karena itu model yang dirumuskan bukan merupakan model statis tetapi merupakan model sistem dinamik yang diintegrasikan dengan model dinamika spasial.

Melalui pendekatan pembangunan berkelanjutan dengan indikator yang telah dihasilkan dalam analisis MDS, selanjutnya dikembangkan menjadi suatu sistem keterkaitan antar komponen yang saling mempengaruhi baik *positive feedback*, maupun *negative feedback*. Keluaran dari sistem tersebut menghasilkan perilaku integratif. Diagram keterkaitan sistem yang menunjukkan hubungan antar subsistem dari keseluruhan sistem pengembangan kawasan industri berkelanjutan di perkotaan Gresik secara lengkap dapat dilihat pada diagram *causal loop* tersebut pada Gambar 7.3



Gambar 7.3 Diagram Simpal Utama Pengembangan Kawasan Industri
Sumber : Hasil Analisis, 2018

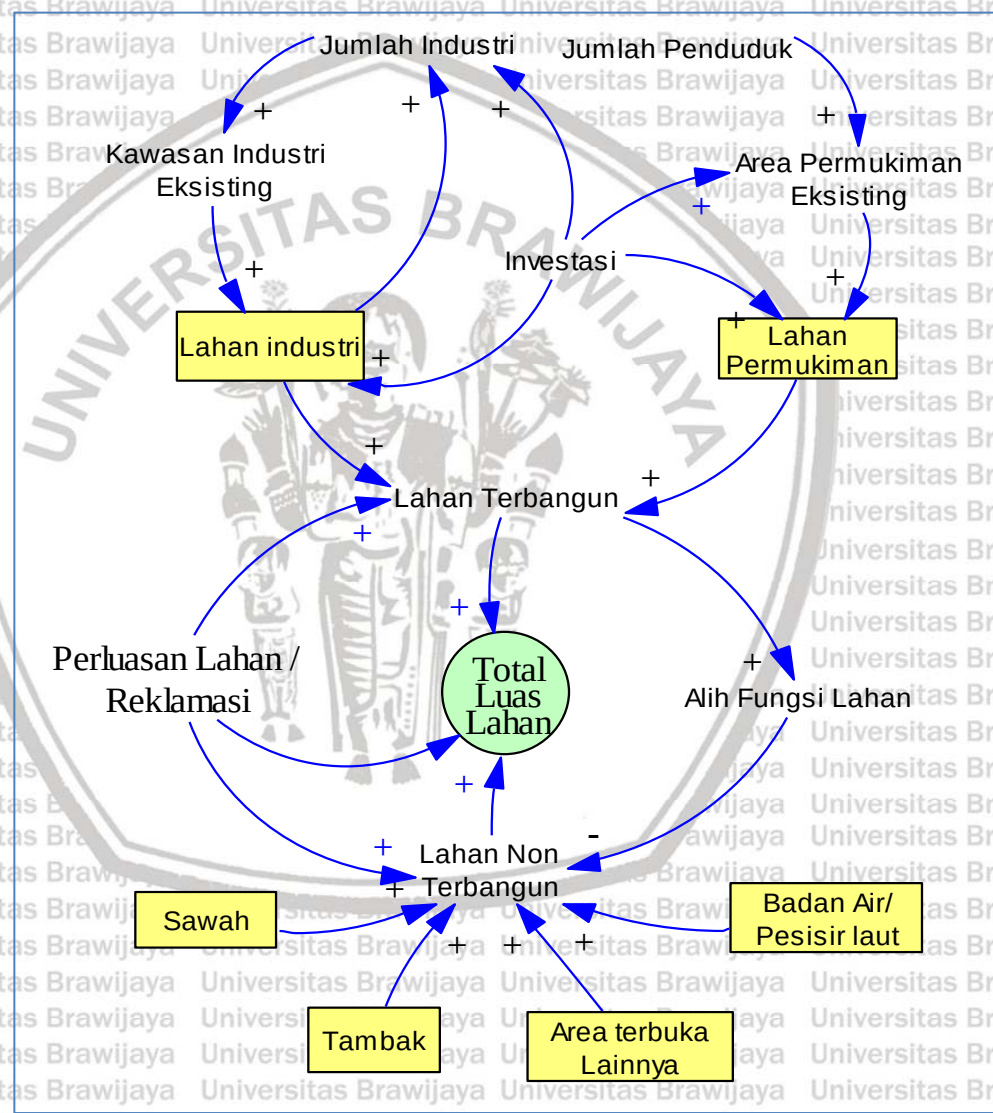
7.3.2 Sub Model Penggunaan Lahan

Berlandaskan hasil analisis spasial dinamik menunjukkan bahwa dalam waktu 20 tahun telah terjadi perubahan (alih fungsi) lahan dari lahan terbuka seperti sawah, tambak, vegetasi menjadi lahan terbangun sesuai dengan fungsi yang diklasifikasikan dalam jenis penggunaannya seperti lahan industri dan permukiman. Kebutuhan lahan terbangun semakin meningkat dengan variabel yang mempengaruhinya seperti peningkatan jumlah penduduk dan peningkatan kegiatan industri sehingga rasio penggunaan lahan terbangun juga akan meningkat.

Komponen subsistem penggunaan lahan dapat dikelompokkan menjadi 2 kategori yaitu lahan terbangun (industri, permukiman dan fasilitas pendukungnya) serta lahan non terbangun yang meliputi; sawah, tambak, badan air, bukit batuan dan lahan terbuka lainnya. Laju pengembangan industri dan permukiman ditentukan oleh tingkat pembangunan yang bersumber dari kegiatan investasi maupun alokasi anggaran pemerintah sehingga mendorong potensi kebutuhan lahan. Potensi kebutuhan lahan ditentukan oleh jumlah penduduk (untuk lahan permukiman) serta jumlah industri (untuk kawasan industri) yang secara simultan akan mempengaruhi laju konversi lahan sawah, tambak dan lahan terbuka lainnya.

Diagram simpal kausal penggunaan lahan menunjukkan adanya *feedback mechanism* dari kebutuhan lahan terbangun (industri dan permukiman) yang tinggi sehingga mendorong tingkat konversi lahan terbuka. Alih fungsi lahan yang disebabkan oleh aktifitas ekonomi (pengembangan industri) menyebabkan penyusutan luasan lahan sawah, tambak, area terbuka lainnya dan meningkatkan luas lahan terbangun. Pada sistem ini, diasumsikan bahwa

pengembangan industri tidak akan mempengaruhi (mengurangi) lahan permukiman eksisting, karena belum ada fenomena kegiatan industri yang mengurangi (menggusur) permukiman dan sebaliknya pertumbuhan permukiman tidak mempengaruhi perkembangan industri eksisting. Diagram simpal kausal model subsistem penggunaan lahan ditunjukkan pada Gambar 7.4.

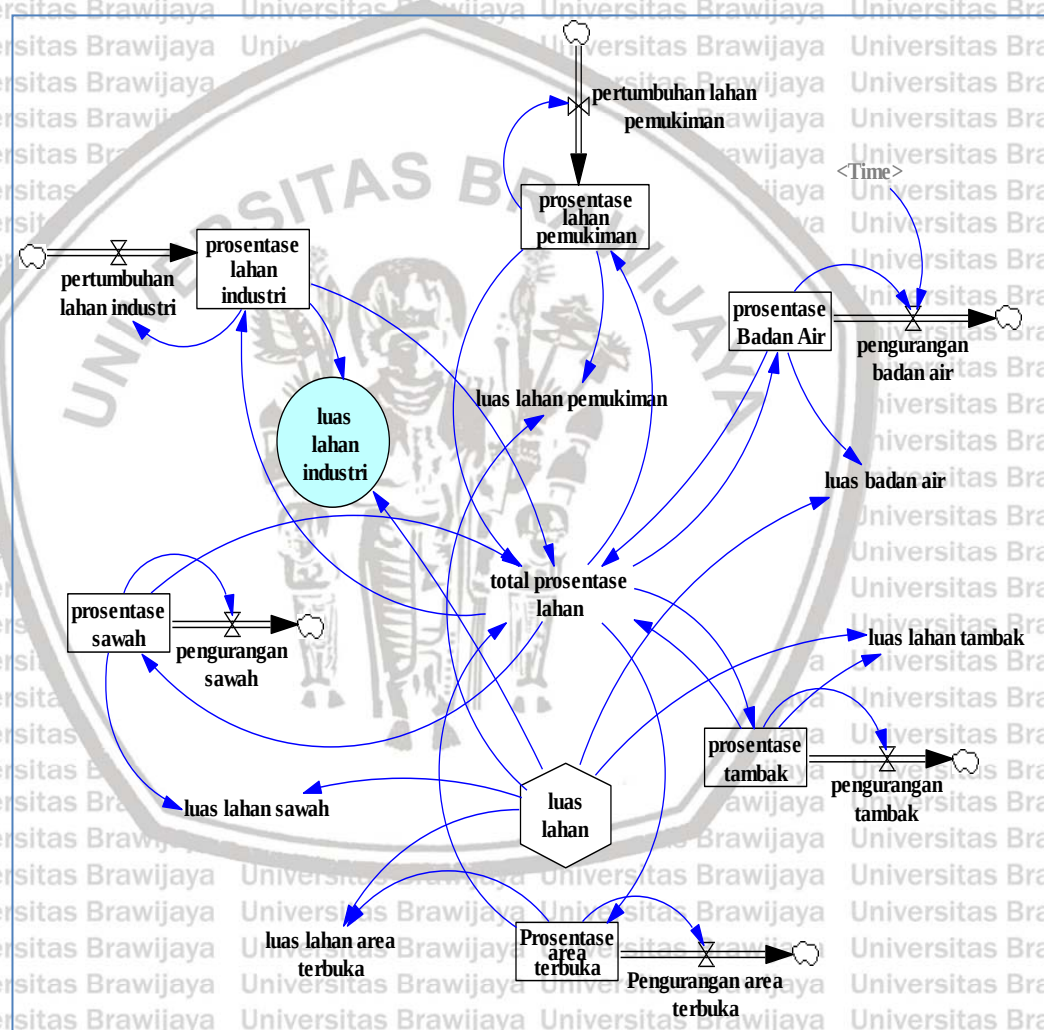


Gambar 7.4 Diagram Simpal Kausal Subsistem Penggunaan Lahan

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Parameter satuan dari model subsistem penggunaan lahan digunakan luas lahan (hektar) dengan pembatasan luasan 3 kecamatan yang menjadi

wilayah penelitian. Sedangkan nilai *rate* setiap penggunaan lahan diperoleh dari laju perubahan penggunaan lahan rata-rata per tahun baik yang mengalami pertumbuhan maupun pengurangan dan membandingkan dengan data yang diperoleh dari hasil analisis spasial dinamik menggunakan metode *cellular automata* (CA) dengan *software Landusesim*. Diagram alir submodel ekologi (penggunaan lahan) dijelaskan pada Gambar 7.5



Gambar 7.5 Model Dinamik Subsisitem Penggunaan Lahan

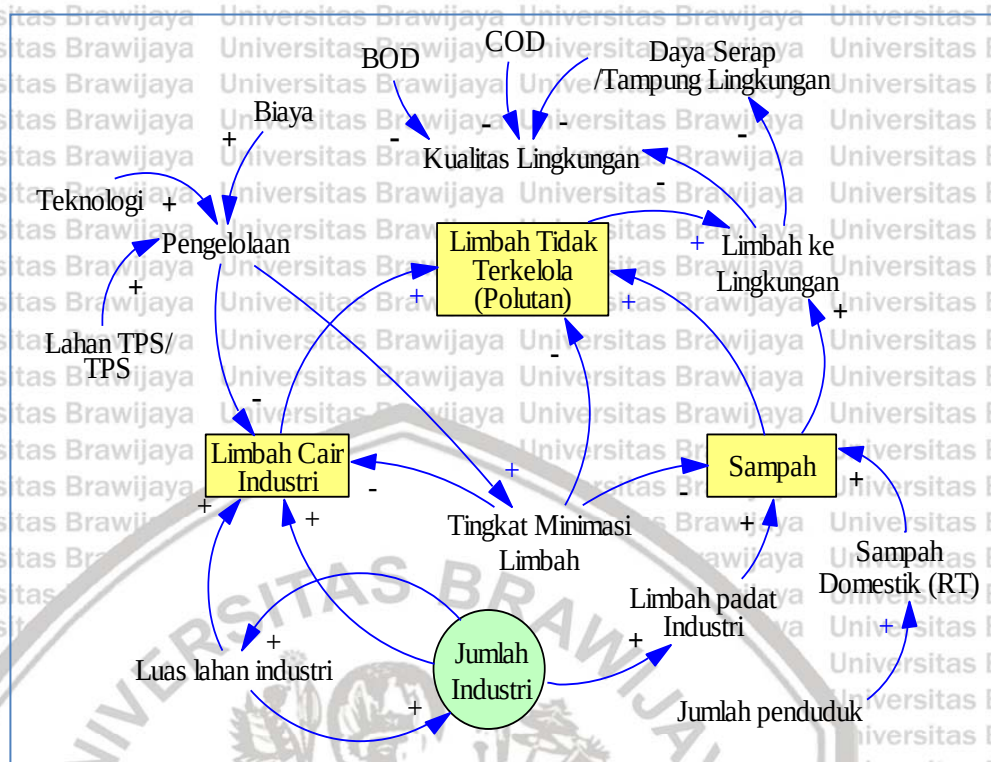
Keterangan : Formula Matematis dan Data Sistem Dijelaskan pada Lampiran 5

Selanjutnya, berdasarkan subsistem (submodel) tersebut dapat digunakan untuk menentukan perubahan penggunaan lahan secara kuantitatif (bertambah

atau berkurang) dari masing-masing jenis penggunaan lahan. Pengukuran perubahan tergantung kepada level ruang eksisting (prosentase lahan) terhadap total lahan dan laju perubahannya. Fokus penggunaan model perubahan penggunaan lahan antara lain untuk: (1) menentukan luasan lahan terbangun (sektor industri) dan besarnya pengaruh terhadap keluasan lahan sektor lainnya; (2) mengukur dampak dan pengaruh dari perubahan penggunaan lahan sektor industri tersebut terhadap kondisi ekologi/lingkungan maupun sosial-ekonomi.

7.3.3 Sub Model Lingkungan

Pengembangan subsistem ekologi lingkungan berlandaskan pada interaksi antara atribut-atribut dalam komponen ekosistem alami, bahan limbah dan kualitas lingkungan yang bersumber dari kegiatan penggunaan lahan. Komponen ekosistem alami salah satunya yang banyak mendapatkan dampak adalah kondisi perairan yang dipengaruhi oleh rate pencemaran (limbah) yang disebabkan oleh komponen penduduk dan aktifitas ekonomi (kegiatan industri). Kedua komponen tersebut menghasilkan limbah domestik dan limbah industri dan mengalirkannya ke lingkungan alam termasuk ke dalam perairan. Kondisi faktual menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil dari total limbah yang dibuang ke lingkungan alami dapat diserap ekosistem, sedangkan sebagian besar lainnya berpotensi menjadi polutan. Volume limbah yang besar akan menurunkan potensi daya dukung dan daya tampung lingkungan, sehingga pada akhirnya akumulasi limbah padat dan cair bilamana tidak diupayakan kegiatan minimasi dan atau teknologi pengelolaan akan mencapai batas tertentu yang merusak kualitas lingkungan dan tahap berikutnya berpotensi mengganggu keberlanjutan kehidupan manusia. Diagram simpal kausal submodel lingkungan (beban limbah) disajikan pada Gambar 7.6.

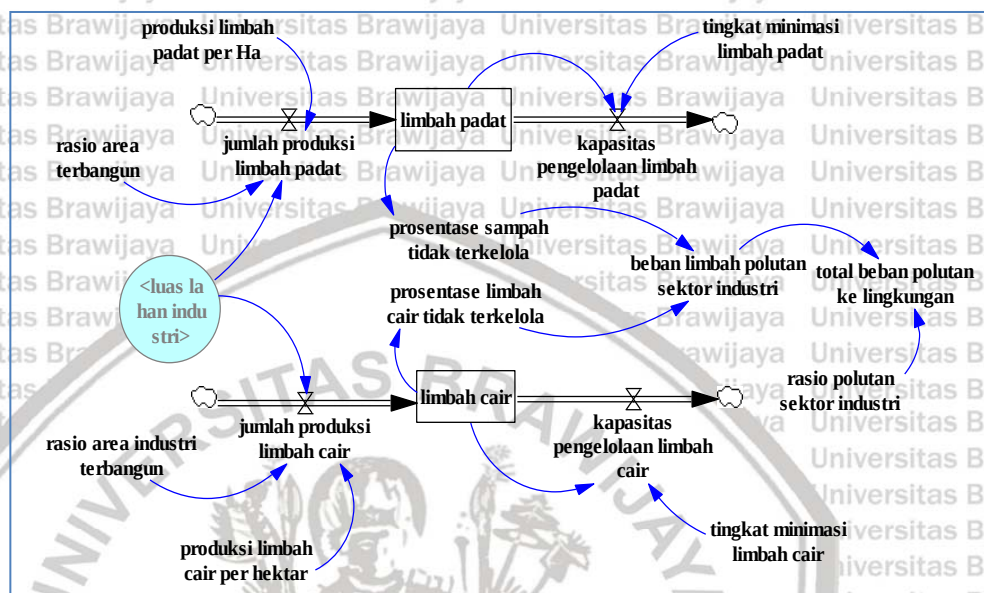


Gambar 7.6 **Diagram Simpal Kausal Subsystem Lingkungan**
Sumber : Hasil Analisis, 2018

Komponen limbah berinteraksi dengan lingkungan pada pengembangan submodel ini secara umum terdiri dari dua jenis yaitu; limbah cair dan limbah padat (sampah) yang bersumber dari limbah industri dan domestik / rumah tangga. Laju akumulasi limbah industri ditentukan oleh tingkat pertambahan dan produksi limbah aktual yang berkaitan dengan jumlah industri maupun luasan kawasan industri. Sedangkan Laju reduksi limbah ditentukan oleh tingkat pengurangan limbah melalui teknologi dan kapasitas pengelolannya. Untuk produksi limbah domestik / rumah tangga ditentukan oleh besarnya jumlah penduduk dengan tingkat reduksinya relatif lebih kecil dibandingkan limbah industri. Secara faktual menunjukkan bahwa pengelolaan limbah domestik lebih konservatif sehingga komposisi limbah yang terbuang ke lingkungan lebih besar. Implementasi kebijakan pengelolaan sumber limbah berperan menahan laju

akumulasi limbah sehingga total limbah yang berpotensi menjadi polutan dapat dikurangi. Diagram alir submodel lingkungan (beban limbah) dijelaskan pada

Gambar 7.7.



Gambar 7.7 Model Dinamik Subsistem Lingkungan

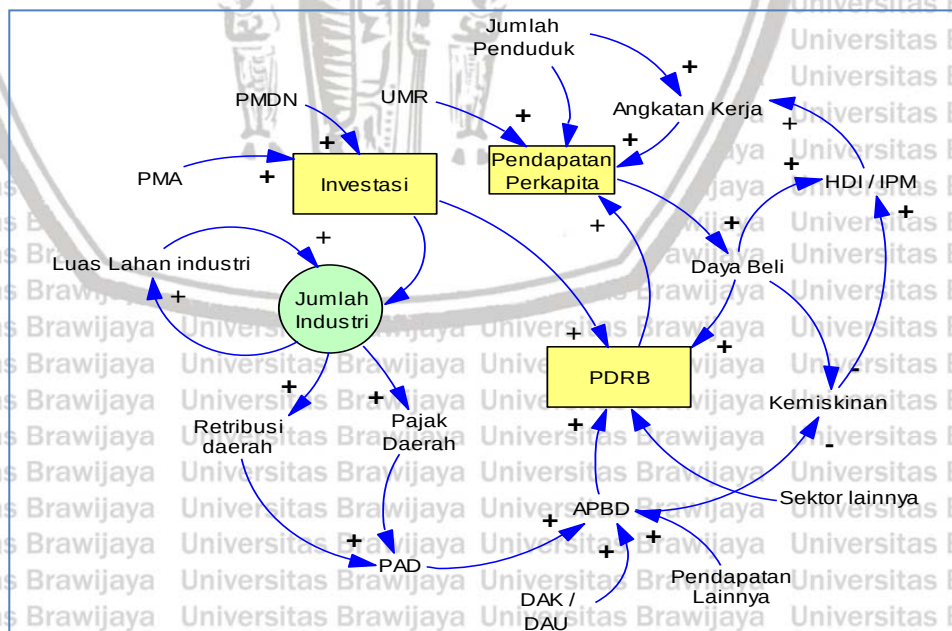
Keterangan : Formula Matematis dan Data Sistem Dijelaskan pada Lampiran 5

Pengembangan submodel lingkungan ini difokuskan untuk memproyeksikan akumulasi beban limbah dari sektor industri dan berapa komposisi limbah industri yang berpotensi menjadi polutan bagi lingkungan.

Untuk operasionalisasi model menggunakan data estimasi rata-rata produksi limbah yang dijelaskan dalam standar teknis pengembangan kawasan industri dari kementerian perindustrian Nomor 40 Tahun 2016 dalam skala luasan area (tiap hektar) yang digunakan untuk kegiatan industri. Sedangkan untuk dapat menentukan besarnya jumlah limbah yang berpotensi menjadi pulotan bagi lingkungan akan memperhitungkan tingkat minimasi limbah mulai dari aspek teknologi produksi (produksi bersih) maupun kegiatan daur ulang (*reduce, reuse dan recyle*) yang secara simultan menunjukkan kapasitas pengelolaan limbah dari sektor industri.

7.3.4 Sub Model Ekonomi

Penyusunan Submodel ekonomi berkaitan dengan adanya interaksi antar atribut keberlanjutan ekonomi yang dipengaruhi oleh pertumbuhan lahan industri dan linier dengan jumlah industri yang terbangun. Diagram simpal kausal subsistem ekonomi menunjukkan adanya *feedback mechanism* beberapa parameter utama yaitu: kegiatan industri akan berkembang dengan adanya investasi, selanjutnya kegiatan industri dapat berkontribusi terhadap Pendapatan Asli Daerah (PAD) melalui pajak dan retribusi sebagai bagian penting dalam struktur anggaran belanja daerah (APBD). Kegiatan investasi dan intervensi APBD secara simultan menjadi faktor penting dalam pertumbuhan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Dan selanjutnya dengan memperhitungkan perkembangan jumlah penduduk maka dapat ditentukan pendapatan perkapita daerah yang merupakan salah satu ukuran tingkat kesejahteraan/kemiskinan dan menentukan indeks kualitas hidup masyarakat (Gambar 7.8).

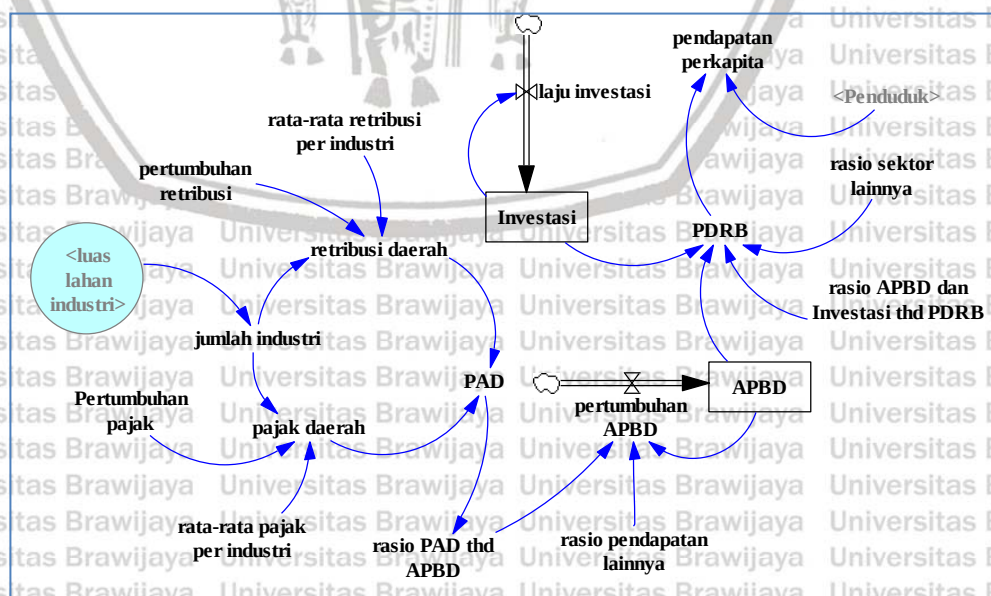


Gambar 7.8 Diagram Simpal Kausal Subsistem Ekonomi

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Dalam model subsistem ekonomi menggambarkan bahwa salah satu indikator keberlanjutan ekonomi yaitu pendapatan perkapita merupakan resultan dari kegiatan investasi dan kontribusi alokasi anggaran pemerintah. Perhitungan besarnya nilai investasi pada periode tertentu dipengaruhi oleh laju investasi dari akumulasi penanaman modal dalam negeri (PMDN) dan penanaman modal asing (PMA). Sedangkan besarnya kontribusi investasi terhadap PDRB dapat dilihat pada prosentase agregat dari 10 sektor/lapangan usaha dengan posisi kontribusi sektor industri dalam waktu 20 tahun terakhir sekitar 50%.

Perhitungan besarnya kontribusi APBD terhadap indikator pendapatan perkapita ditentukan berapa besarnya rasio APBD yang berkorelasi dengan angka PDRB dan berapa rasio PAD dalam struktur anggaran APBD. Pada prinsipnya PAD dapat bersumber dari pajak dan retribusi dari semua sektor dan pada daerah yang dominan dengan kegiatan industri maka kontribusi pajak dan retribusi dari sektor industri relatif lebih besar dan linier dengan pertumbuhan luas/jumlah industri setiap tahunnya (Gambar 7.9).



Gambar 7.9 Model Dinamik Subsistem Ekonomi

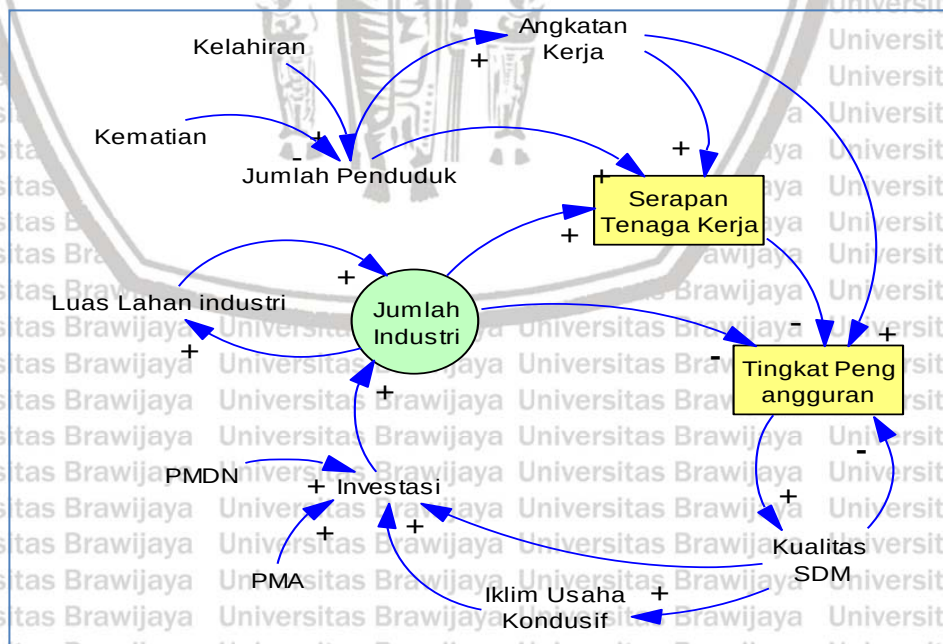
Keterangan : Formula Matematis dan Data Sistem Dijelaskan pada Lampiran 5

7.3.5 Sub Model Sosial

Pengembangan submodel sosial menggambarkan terjadinya interaksi antar atribut yang saling berpengaruh yaitu komponen penduduk dan lapangan kerja.

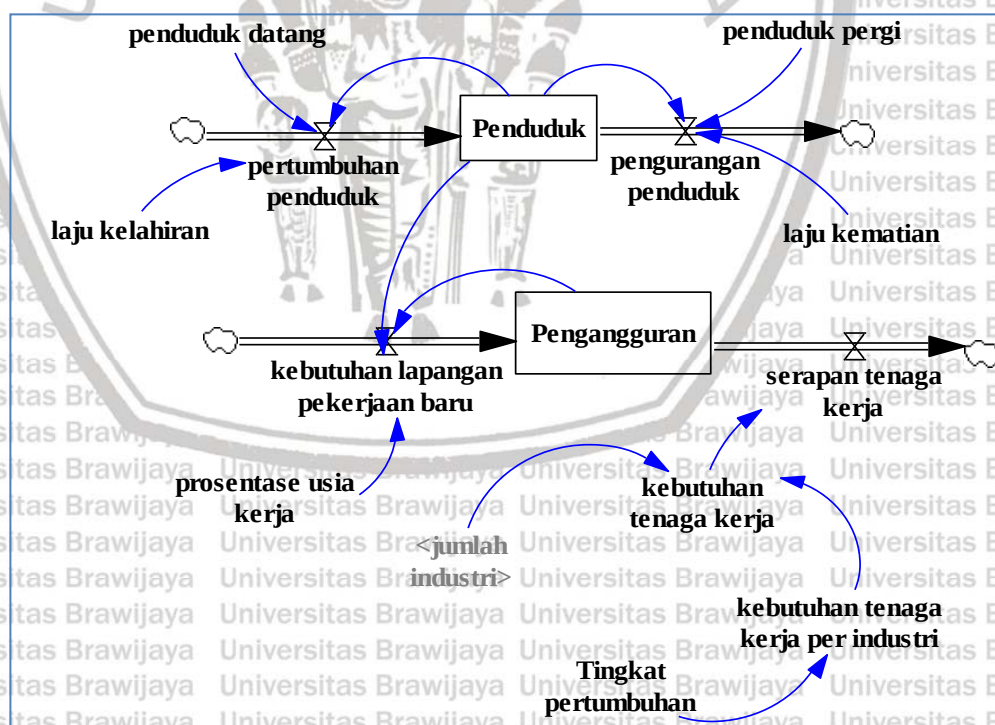
Diagram simpal kausal subsistem sosial dengan indikator tingkat pengangguran dapat ditentukan melalui sumbernya bergantung kepada besarnya perkembangan jumlah penduduk yang dipengaruhi oleh pertumbuhannya dari laju kelahiran dan angka penduduk datang (imigrasi), sedangkan pengurangan jumlah penduduk dipengaruhi oleh laju kematian dan penduduk pergi (emigrasi).

Di sisi lain tingkat pengangguran yang terus bertambah dengan sejalan dengan penambahan penduduk juga dapat pengaruhi oleh faktor tingkat pengurangan pengangguran yaitu seberapa besar serapan tenaga kerja rata-rata tiap tahun yang mampu diciptakan dari perkembangan kawasan industri maupun jumlah industri. Diagram simpal kausal yang menunjukkan hubungan antara penduduk, industri dan pengangguran dijelaskan pada Gambar 7.10.



Gambar 7.10 Diagram Simpal Kausal Subsistem Sosial
Sumber : Hasil Analisis, 2018

Model dinamik submodel sosial seperti pada Gambar 7.11 menunjukkan korelasi perkembangan penduduk dengan pengangguran dan hubungan perkembangan industri dengan pengangguran. Komponen penduduk terdiri dari beberapa peubah yang digunakan untuk menentukan jumlah penduduk yaitu; migrasi masuk, migrasi keluar, tingkat pertumbuhan penduduk yang dipengaruhi oleh kelahiran dan kematian pertahun. Sedangkan untuk kriteria penduduk yang berkontribusi terhadap jumlah pengangguran dapat didapatkan dari prosentase penduduk yang memasuki usia kerja. untuk perhitungan jumlah serapan tenaga kerja yang dapat mengurangi angka pengangguran dari sektor industri diestimasi dari kebutuhan tenaga kerja (lowongan kerja) yang merupakan resultan data rata-rata kebutuhan tenaga kerja tiap industri dan tingkat pertumbuhan jumlah industri tiap tahun.



Gambar 7.11 Model Dinamik Subsistem Sosial

Keterangan : Formula Matematis dan Data Sistem Dijelaskan pada Lampiran 5

7.3.6 Pengujian Model

Proses pengujian model (Uji validitas) dilakukan untuk menilai keobyektifan dengan membandingkan data hasil analisis dengan data aktual yang menggunakan metode statistik AME (*Absolute Mean Error*) dan AVE (*Absolute Variation Error*) dengan batas masing-masing nilai kepercayaan di bawah 10%. Uji validitas dalam penelitian pengembangan kawasan industri berkelanjutan di wilayah perkotaan Gresik ini dilakukan terhadap masing-masing submodel dengan sampel indikator yang tersedia data seriesnya dengan hasil sebagai berikut:

a. Validasi submodel penggunaan lahan

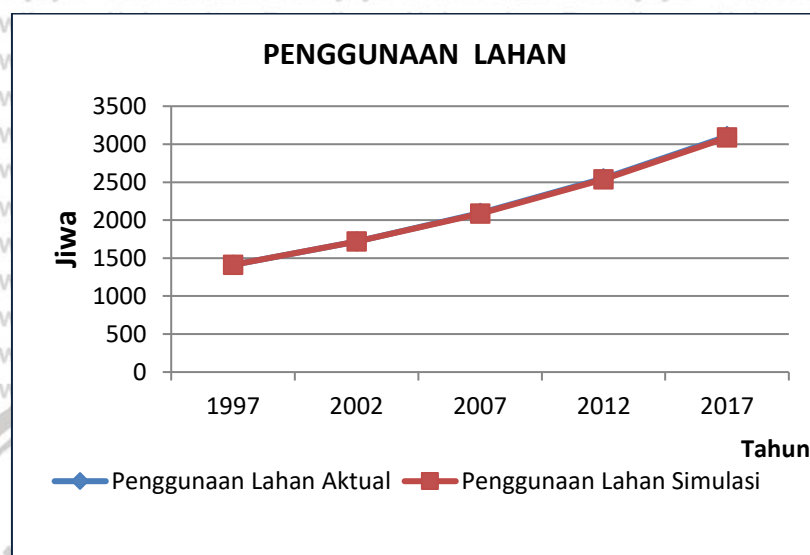
Hasil pengujian terhadap validitas kinerja untuk indikator penggunaan lahan industri menunjukkan bahwa antara nilai simulasi model dengan data empiris terdapat kesesuaian angka yang masih dalam ambang batas penyimpangan yaitu kurang dari 10% dengan nilai AME sebesar 0.0141 dan AVE sebesar 0.0401 sebagaimana perhitungan dalam Tabel 7.2

Tabel 7.2 Data Validasi Model pada Indikator Penggunaan Lahan industri

Tahun	Penggunaan Lahan Aktual	Penggunaan Lahan Simulasi
1997	1411,35	1411,35
2002	1717,12	1716,30
2007	2095,03	2087,03
2012	2548,84	2537,84
2017	3102,96	3086,02
	AME	0.0141
	AVE	0.0401

Berdasarkan angka dan visual grafis menunjukkan bahwa perbedaan hasil model dengan data empiris relatif kecil (Gambar 7.12), sehingga submodel

penggunaan lahan tersebut dapat digunakan untuk mensimulasikan perubahan penggunaan lahan pada periode yang direncanakan.



Gambar 7.12 Grafik Perbandingan Penggunaan Lahan aktual dan Hasil Simulasi

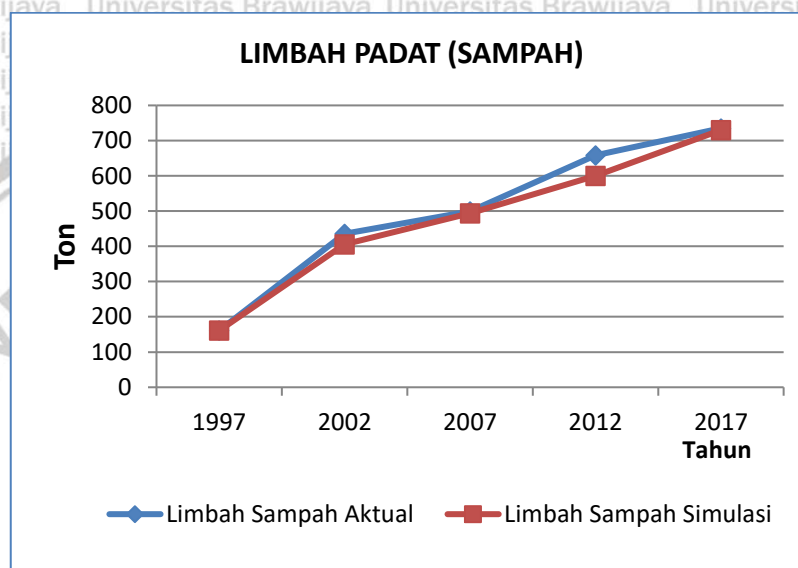
b. Validasi submodel lingkungan (limbah)

Hasil pengujian terhadap validitas kinerja untuk indikator limbah padat (sampah) yang bersumber dari kawasan industri menunjukkan bahwa antara nilai simulasi model dengan data empiris terdapat penyimpangan kurang dari 10% dengan nilai AME sebesar 0.0399 dan AVE sebesar 0.0384 sebagaimana perhitungan dalam Tabel 7.3

Tabel 7.3 Data Validasi Model pada Indikator Limbah Padat (Sampah)

Tahun	Limbah Sampah Aktual	Limbah Sampah Simulasi
1997	161	161
2002	435,76	405,52
2007	499,23	493,62
2012	658,67	600,25
2017	735,01	729,91
AME		0.0399
AVE		0.0384

Berdasarkan angka dan visual grafis menunjukkan bahwa terdapat kesesuaian trend antara hasil model dengan data empiris (Gambar 7.13), sehingga submodel lingkungan dengan indikator limbah tersebut dapat digunakan untuk mensimulasikan perkembangan beban limbah pada periode yang direncanakan.



Gambar 7.13 Grafik Perbandingan Limbah Padat Aktual dan Hasil Simulasi

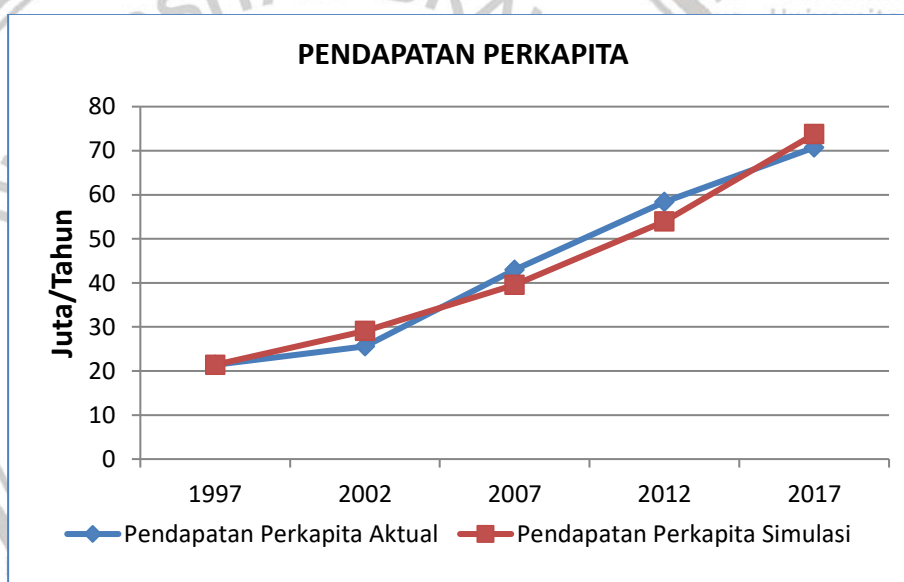
c. Validasi submodel ekonomi (pendapatan)

Hasil pengujian terhadap validitas kinerja untuk indikator ekonomi (pendapatan perkapita) yang terkait dengan perubahan lahan dan jumlah industri menunjukkan bahwa antara nilai simulasi model dengan data empiris terdapat penyimpangan kurang dari 10% dengan nilai AME sebesar 0.0171 dan AVE sebesar 0.0282 sebagaimana perhitungan dalam Tabel 7.4. Sedangkan Berdasarkan angka dan visual grafis menunjukkan bahwa terdapat kesesuaian trend antara hasil model dengan data empiris (Gambar 7.14), sehingga submodel ekonomi dengan indikator pendapatan perkapita

tersebut dapat digunakan untuk mensimulasikan subsistem ekonomi pada periode yang direncanakan.

Tabel 7.4 Data Validasi Model pada Indikator PDRB Perkapita

Tahun	Pendapatan Perkapita Aktual	Pendapatan Perkapita Simulasi
1997	21,39	21,39
2002	27,56	29,06
2007	38,96	39,53
2012	55,34	53,90
2017	70,71	73,74
	AME	0.0171
	AVE	0.0282



Gambar 7.14 Grafik Perbandingan Pendapatan Perkapita Aktual dan Hasil Simulasi

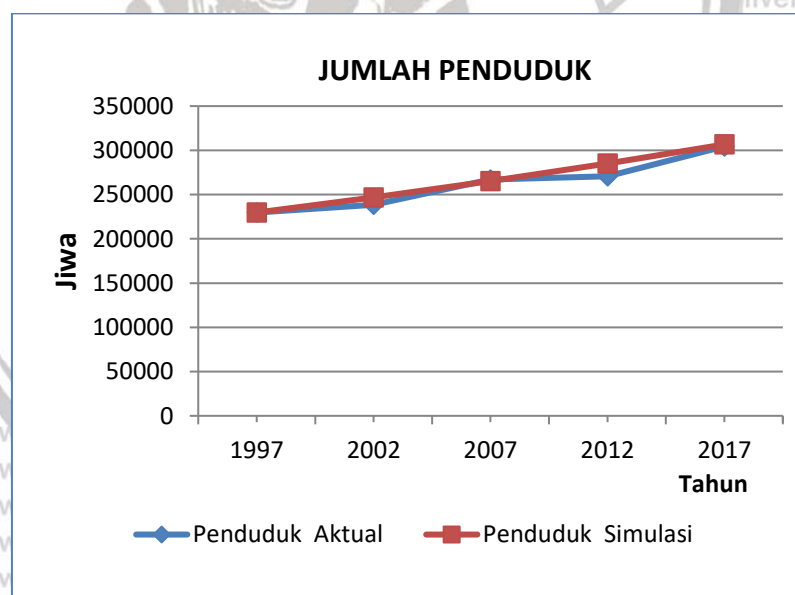
d. Validasi submodel sosial (penduduk)

Hasil pengujian terhadap validitas kinerja untuk indikator sosial (penduduk) yang terkait dengan angka pengangguran menunjukkan bahwa antara nilai simulasi model dengan data empiris terdapat penyimpangan kurang dari 10% dengan nilai AME sebesar 0.0179 dan AVE sebesar 0.0295 sebagaimana perhitungan dalam Tabel 7.5.

Tabel 7.5 Data Validasi Model pada Indikator Penduduk

Tahun	Penduduk Aktual	Penduduk Simulasi
1997	229697	229697
2002	238450	246889
2007	267055	265398
2012	270785	285293
2017	304413	306675
	AME	0.0179
	AVE	0.0295

Berdasarkan angka dan visual grafis menunjukkan bahwa terdapat kesesuaian trend antara hasil model dengan data empiris (Gambar 7.15), sehingga submodel sosial dengan indikator pengangguran tersebut dapat digunakan untuk mensimulasikan subsistem sosial pada periode yang direncanakan.



Gambar 7.15 Grafik Perbandingan Jumlah Penduduk Aktual dan Hasil Simulasi

7.3.7 Simulasi Skenario Model

Simulasi merupakan salah satu tahapan dalam analisis sistem yang berguna dalam pendekatan masalah berdasarkan model-model, serta merupakan sarana untuk mengevaluasi, merancang dan menetapkan suatu sistem. Disamping itu simulasi juga bertujuan untuk memahami, membuat analisis dan peramalan perilaku atau kondisi pada masa yang akan datang (Soerianegara, 1978 dalam Mukhlis, 2008). Dengan menggunakan simulasi, maka model akan mengkomputasikan jalur waktu dari peubah model untuk tujuan tertentu dari input sistem dan parameter model. Simulasi model juga dapat digunakan untuk keperluan optimasi, dimana suatu kriteria model dioptimalkan terhadap input atau struktur sistem alternatif. Simulasi model dapat dibangun dengan basis data (*data base*) atau basis pengetahuan teori (*knowledge base*) atau kombinasi keduanya.

Penyusunan skenario dalam setiap penelitian sistem dinamik dipergunakan untuk mengetahui model pengelolaan yang terbaik dalam jangka waktu 20 tahun kedepan dengan memperkirakan dampak-dampak yang mungkin terjadi terhadap kriteria lingkungan, ekonomi dan sosial. Pilihan skenario terbaik adalah skenario yang memberikan manfaat yang paling maksimal dengan tingkat kerugian yang paling minimal dari aktifitas pengelolaan yang dilakukan dengan menggunakan software "Vensim" analisis.

Pelaksanaan simulasi model pada penelitian ini diimplementasikan melalui skenario pengembangan kawasan industri berkelanjutan di wilayah perkotaan Gresik yang sejalan dengan skenario pada analisis spasial dinamik yaitu; (1) skenario konservatif; (2) skenario progresif-ekspansif; dan (3) skenario moderat-optimistik. Sedangkan waktu simulasi dilakukan untuk jangka waktu

20 tahun yang akan datang mulai dari tahun 2017 sampai tahun 2037.

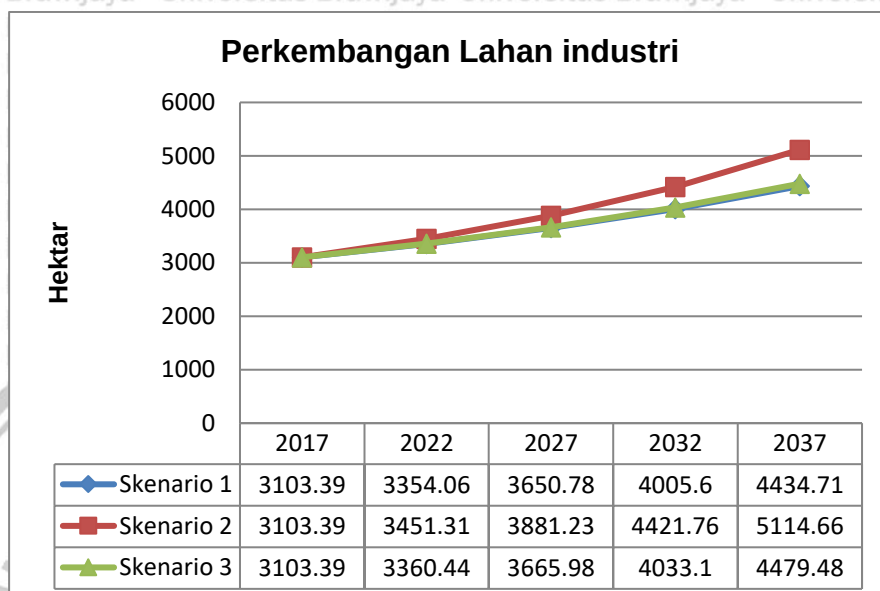
Selanjutnya hasil simulasi pada indikator penting akan dijadikan sebagai dasar untuk perumusan kebijakan dan strategi pengembangan kawasan.

a. Simulasi submodel penggunaan lahan

Dalam simulasi model dinamik pengembangan kawasan industri berkelanjutan di perkotaan Gresik, indikator penggunaan lahan (perubahan spasial) dengan 3 skenario merupakan atribut utama yang digunakan untuk mendeteksi perubahan pada indikator lainnya pada dimensi lingkungan, ekonomi maupun sosial. Angka pertumbuhan rata-rata yang digunakan pada model tersebut berdasarkan hasil analisis spasial dinamik (pembahasan pada Bab VI) atas perkembangan lahan 20 tahun ke belakang mulai tahun 1997 sampai 2017. Sedangkan penentuan skenario didasarkan pada kriteria faktor pendorong pertumbuhan sektor industri yaitu; Skenario 1 berdasarkan trend perkembangan yang dipengaruhi oleh keunggulan lokasi seperti faktor aksesibilitas, Ketersediaan Sarana Prasarana Utilitas, pertumbuhan industri eksisting, fisiografi dan hidrologi. Pada Skenario 2 memperhitungkan data-data perizinan dan masterplan pengembangan kawasan industri. Sedangkan skenario 3 mempertimbangkan aspek pangaturan/pengarah regulasi tata ruang (RTRW/RDTR).

Berdasarkan hasil simulasi submodel penggunaan lahan menunjukkan bahwa dalam periode waktu 20 tahun (sampai 2037) akan terjadi penambahan lahan industri yang cukup luas pada skenario 1 sebesar 42,89% (1.331,32 ha), pada skenario 2 sebesar 64,80% (2.011,27 ha) dan 44,34% (1.376,09 ha) pada skenario 3 (Gambar 7.16). Secara umum kecenderungan grafik pertumbuhan dari ketiga skenario menunjukkan trend yang serupa, akan tetapi berdasarkan

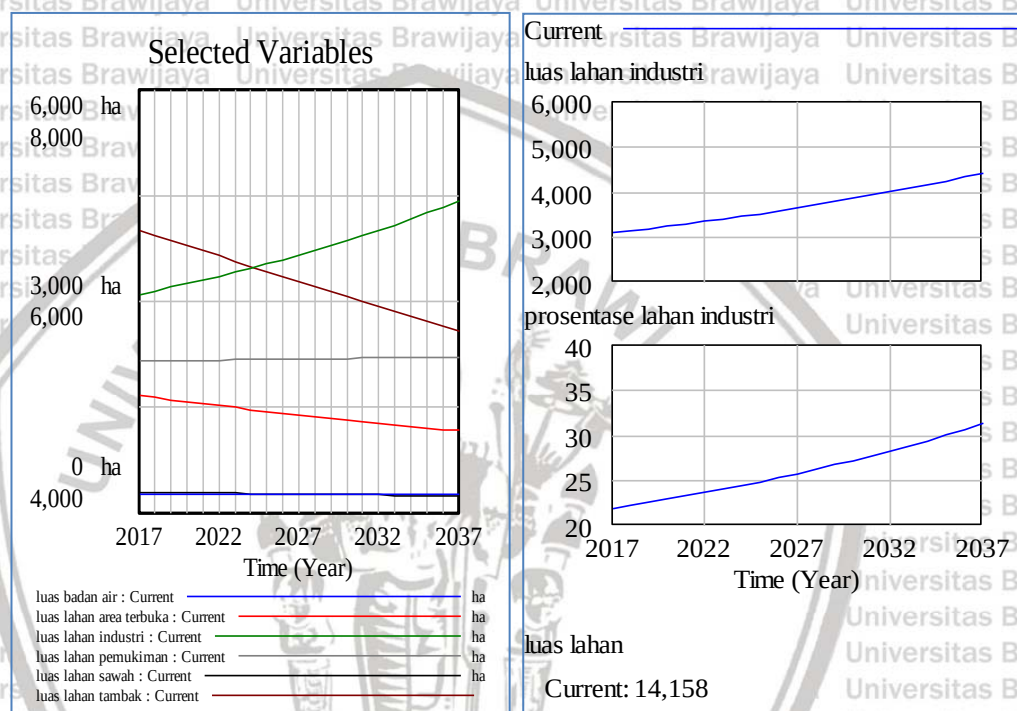
angka luasan pertambahan industri menunjukkan skenario 2 dengan nilai tertinggi, sedangkan skenario 1 dan 3 menghasilkan nilai yang tidak banyak perbedaan.



Gambar 7.16 **Simulasi dan Proyeksi Perkembangan Lahan Industri Tahun 2017 – 2037**

Berdasarkan klasifikasi penggunaan lahan dalam simulasi model ini dikelompokkan menjadi 6 jenis guna lahan yaitu lahan industri dan permukiman sebagai lahan terbangun, sedangkan lahan non terbangun meliputi lahan sawah, tambak, badan air dan area terbuka lainnya. Hasil simulasi submodel penggunaan lahan menunjukkan bahwa lahan terbangun khususnya lahan industri yang selalu mengalami kenaikan, berbanding terbalik dengan lahan non terbangun yang cenderung berkurang atau mengalami alih fungsi lahan (konversi) dengan komposisi paling besar adalah lahan tambak. Kondisi perkembangan masing-masing lahan tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 7.17 dengan luasan lahan industri pada tahun 2037 diproyeksikan menjadi 4.000 ha sampai 5.000 ha atau lebih dari 30% dari lahan keseluruhan di wilayah penelitian. Hasil proyeksi tersebut gejalanya dapat terkonfirmasi dengan kondisi

aktual di lapangan bahwa terjadi pembangunan kawasan industri secara masif di wilayah pesisir Kecamatan Manyar yang kondisi sebelumnya berupa tambak ikan dan tambak garam menjadi terbangun Kawasan Industri Maspion (KIM) dengan luas lebih 350 Ha dan Kawasan Industri JIPE dengan rencana untuk pengembangan industri seluas 1.760 ha (PTSP, 2017).

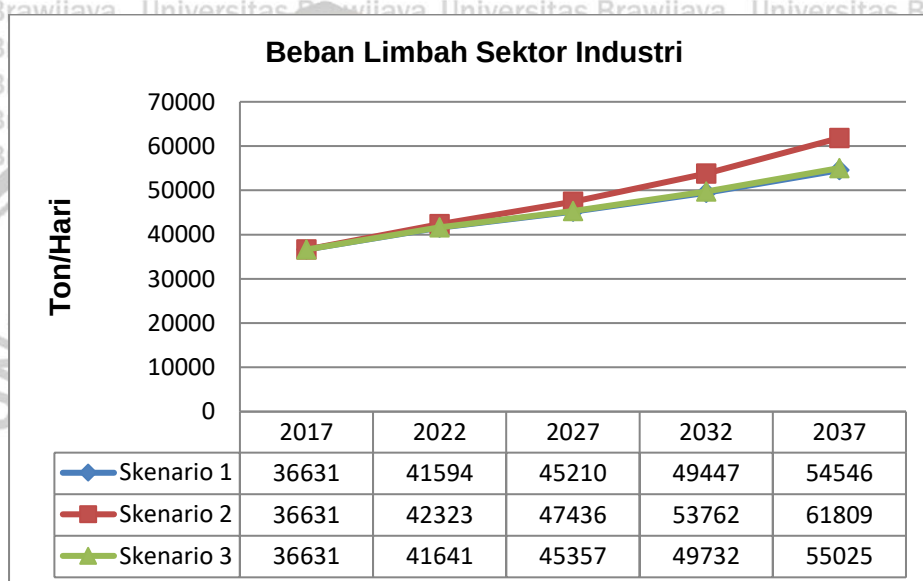


Gambar 7.17 Proyeksi Perbandingan Lahan Industri dan Lahan Lainnya Tahun 2017 – 2037

b. Simulasi submodel lingkungan (beban limbah)

Implementasi simulasi submodel lingkungan (beban limbah) dalam periode waktu 20 tahun ke depan akan menunjukkan perubahan penambahan beban limbah dari sektor industri yang bersumber dari limbah cair maupun limbah padat (sampah). Perhitungan model beban limbah tersebut menggunakan asumsi rata-rata sesuai Standar Teknis Kawasan Industri (Permenperind, 2016) yaitu jumlah limbah padat 4 M³/ha/hari dan limbah cair 0,2 - 0,5 lt/dt/ha pada kawasan industri yang selanjutnya dikurangi dengan estimasi kapasitas

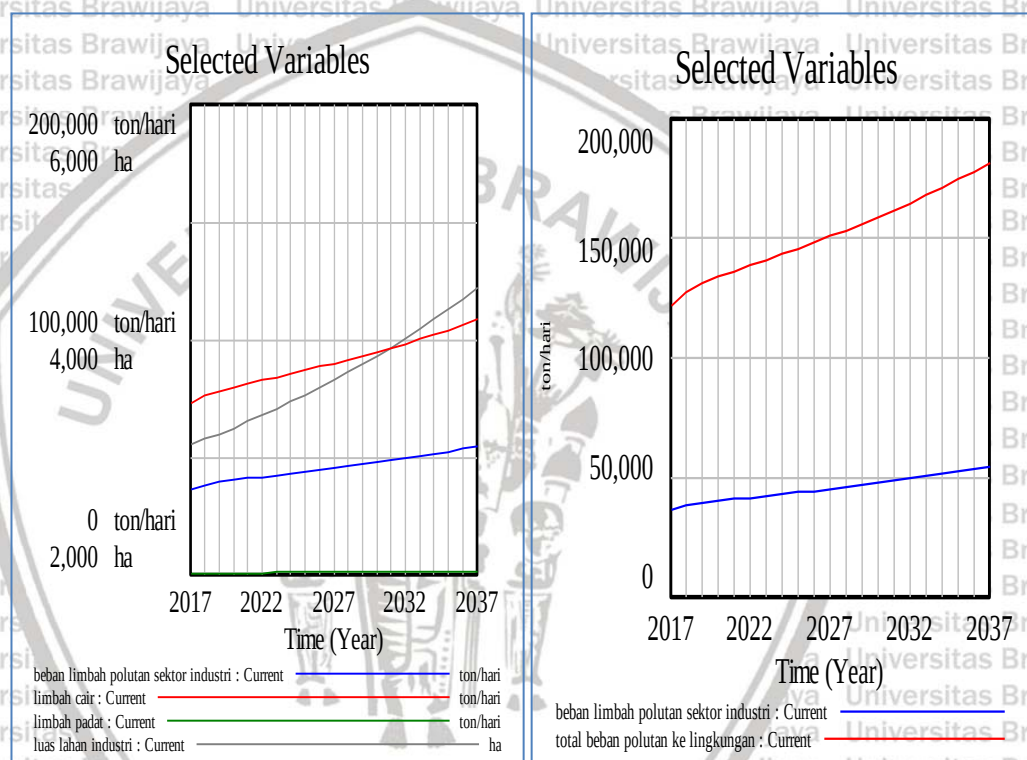
pengelolaan untuk minimasi limbah padat sekitar 70% dan kapasitas/minimasi limbah cair sebesar 50%. Hasil simulasi submodel lingkungan menunjukkan adanya peningkatan jumlah beban limbah industri pada skenario 1 pada tahun 2017 sebesar 36.631 ton/hari menjadi 54.546 ton/hari (48,9%), pada skenario 2 menjadi 61.809 ton/hari (68,7%) dan menjadi 55.025 ton/hari (50,2%) pada skenario 3 (Gambar 7.18).



Gambar 7.18 Simulasi dan Proyeksi Beban Limbah Sektor Industri Tahun 2017 – 2037

Secara umum kecenderungan grafik pertumbuhan dari ketiga skenario menunjukkan trend pertumbuhan limbah yang sama, akan tetapi secara kuantitatif jika dibandingkan dengan rata-rata pertumbuhan lahan industri menunjukkan pertumbuhan beban limbah lebih tinggi sekitar 5%. Sedangkan dilihat dari komposisinya jenis limbah tersebut didominasi oleh limbah cair ($\pm 98\%$) dan limbah padat (sampah) pada angka $\pm 2\%$ atau sebesar 1.085 ton/hari sampah yang dihasilkan oleh kawasan industri yang berpotensi menjadi beban lingkungan karena tidak dilakukan pengelolaan. Jumlah sampah tersebut relatif cukup besar mengingat berdasarkan data penelitian di daerah industri

(Said, N.I., 2006) yang mengestimasi jumlah limbah perkotaan yang bersumber dari kawasan industri sebesar 10%-30% dan selebihnya bersumber dari kawasan permukiman dan perdagangan jasa lainnya (70%). Kondisi tersebut disajikan pada Gambar 7.19 yang menjelaskan bahwa proyeksi jumlah beban limbah total ke lingkungan dari semua sumber bisa mencapai 4 (empat) kali dari jumlah limbah dari sektor industri.

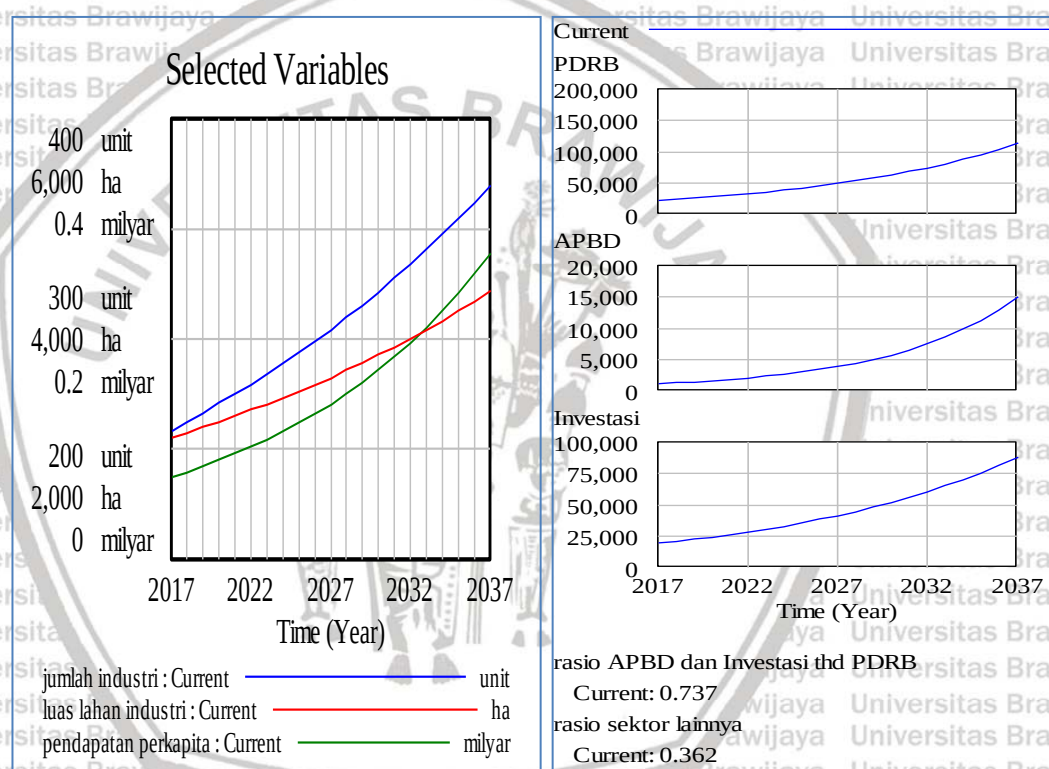


Gambar 7.19 **Proyeksi Perkembangan Lahan Industri dengan penambahan Beban Limbah Sektor Industri Tahun 2017 – 2037**

c. Simulasi submodel ekonomi

Simulasi submodel ekonomi didasarkan pada keterkaitan perkembangan sektor industri (asumsi tiap industri membutuhkan 8-12 ha lahan) terhadap PDRB perkapita di wilayah penelitian yang secara alur modelnya didukung dari dua sumber utama yaitu kontribusi perkembangan nilai rata-rata investasi swasta dan alokasi anggaran pemerintah (APBD) yang sebagian sumbernya berasal dari

pajak dan retribusi sektor industri (30 %) . Asumsi dasar tersebut relevan dengan data aktual bahwa kontribusi sektor industri di PDRB Kabupaten Gresik rata-rata tiap tahun mencapai sekitar 50% (BPS, 2018). Sedangkan rasio kontribusi investasi dan APBD secara simultan terhadap PDRB adalah sebesar 70-75%. Pada Gambar 7.21 menunjukkan bahwa perkembangan luas lahan industri, APBD, nilai investasi dan PDRB menghasilkan trend perkembangan yang sama yaitu cenderung mengalami peningkatan setiap periode waktu simulasi.



Gambar 7.20 Simulasi dan Proyeksi Perkembangan Lahan Industri dengan Perkembangan PDRB, APBD dan investasi Tahun 2017 – 2037

Hasil simulasi submodel ekonomi 20 tahun ke depan menunjukkan dari ketiga skenario memberikan peningkatan pendapatan perkapita dari 70,71 juta/tahun tahun 2017 menjadi 270-280 juta/tahun pada tahun 2037 atau meningkat sebesar $\pm 400\%$ (Gambar 7.21). Peningkatan nilai pendapatan perkapita tersebut setara dengan 20.000 USD (nilai kurs 14.000) yang artinya

bila proyeksi tersebut dapat tercapai maka akan berkontribusi terhadap penurunan angka kemiskinan/peningkatan kesejahteraan di wilayah penelitian yang sepadan dengan capaian negara-negara maju di Asia lainnya bilamana tingkat kesenjangan (gini ratio) dapat diminimalisir.

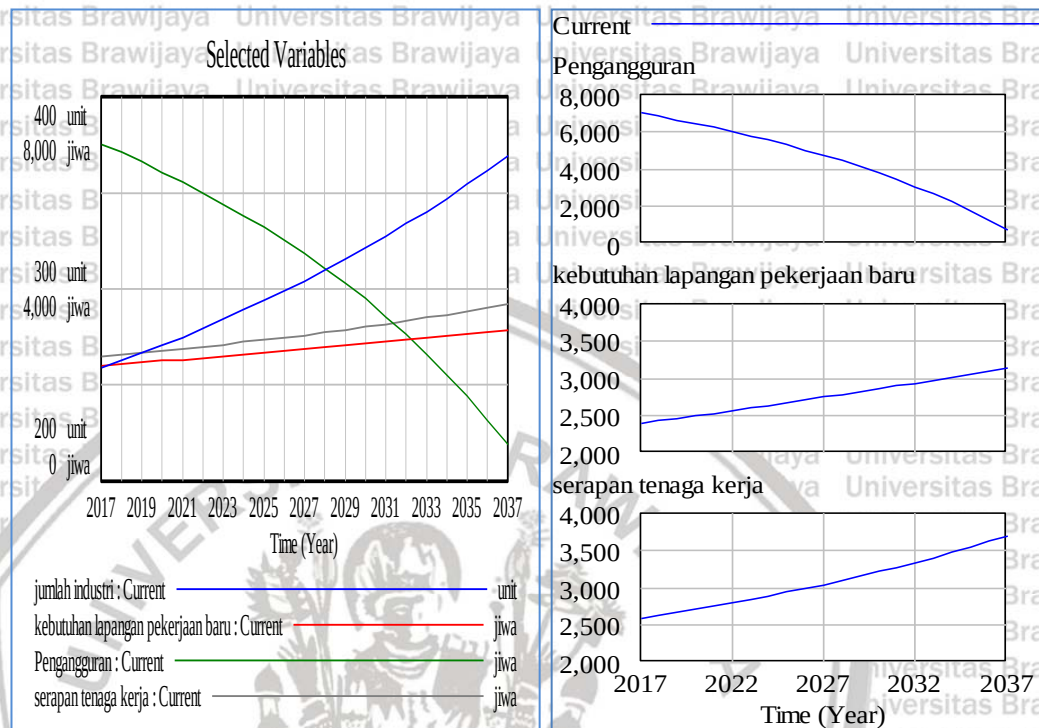


Gambar 7.21 Simulasi dan Proyeksi Pendapatan Perkapita Tahun 2017 – 2037

d. Simulasi submodel sosial

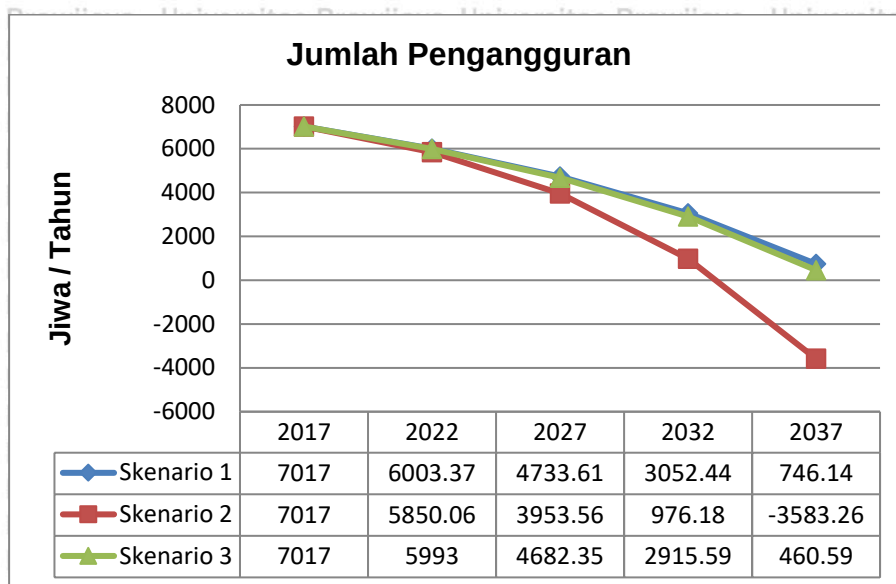
Implementasi simulasi submodel sosial memproyeksikan keterkaitan antara perkembangan jumlah penduduk, perkembangan lahan/jumlah industri dan perkembangan tingkat serapan tenaga kerja yang dapat menjadi faktor penentu jumlah pengangguran. Asumsi yang digunakan adalah prosentase pertumbuhan penduduk yang termasuk kategori usia kerja mencapai 70%, sedangkan kebutuhan tenaga kerja setiap industri dengan rata-rata luasan lahan 12 ha dapat menampung 90-110 tenaga kerja baru diberlakukan konstan. Berdasarkan trend grafik pada Gambar 7.22 menyajikan bahwa pertumbuhan lahan industri, berkembang secara linier dengan kebutuhan lapangan kerja maupun tingkat

serapan kerja yang cenderung meningkat dan berbanding terbalik dengan perkembangan tingkat pengangguran yang cenderung mengalami penurunan.



Gambar 7.22 Simulasi dan Proyeksi Perkembangan Lahan Industri dengan Pengangguran dan Serapan Tenaga Kerja Tahun 2017 – 2037

Hasil simulasi submodel sosial menunjukkan adanya penurunan angka pengangguran pada semua skenario yaitu pada skenario 1 dari tahun 2017 sebesar 7.071 jiwa menjadi 746 jiwa pada tahun 2037, pada skenario 3 menjadi 460 jiwa, sedangkan pada skenario 2 angka pengangguran bisa sampai negatif (-3.583 jiwa) seperti pada Gambar 7.23. Proyeksi pada skenario 2 menggambarkan bahwa jumlah serapan tenaga kerja lebih banyak daripada kebutuhan lapangan kerja, hal tersebut dapat terjadi karena proyeksi penambahan luas lahan industri pada skenario 2 lebih tinggi sekitar 500 ha daripada skenario 1 dan skenario 3, sehingga dengan kondisi tersebut dimungkinkan kebutuhan tenaga kerja dapat dipenuhi dari kecamatan/daerah lain di luar wilayah penelitian.



Gambar 7.23 Simulasi dan Proyeksi Jumlah Pengangguran Tahun 2017 – 2037

7.3.8 Keterkaitan Model Dinamik dengan Indeks Keberlanjutan

Berdasarkan hasil simulasi sistem dinamik dari semua submodel menunjukkan saling keterkaitan yang dibuktikan dengan adanya perubahan suatu faktor dapat mempengaruhi nilai faktor lainnya. Perubahan penggunaan lahan yang cukup cepat di wilayah penelitian untuk pengembangan kawasan industri dengan didukung oleh faktor aksesibilitas, operasional kawasan industri eksisting dan keunggulan lokasi lainnya menjadi faktor pengungkit alih fungsi lahan tambak, sawah dan area terbuka. Hasil proyeksi model dinamik pada tahun 2037 lahan terbangun diperkirakan menjadi lebih dari 50 % yang terdiri dari 30%-35% bangunan industri dengan fasilitas pendukungnya dan 15-20% bangunan permukiman dengan fasilitas pendukungnya. Kondisi tersebut akan berimplikasi pada pengurangan lahan tambak dan sawah sehingga harus dilakukan antisipasi dampak ekologis, sosial dan ekonomi.

Perkembangan lahan industri berbanding terbalik dengan perkembangan kualitas lingkungan karena tingkat akumulasi beban limbah cair dan padat

cenderung bertambah seiring dengan bertambahnya luasan lahan dan jumlah industri. Meskipun kontribusi limbah industri berkisar 25-30% dari total potensi polutan yang terbuang ke lingkungan, tetapi hasil proyeksi kondisi limbah tersebut akan berdampak negatif terhadap status keberlanjutan kawasan jika tidak ada optimalisasi reduksi atau pengelolaan limbah karena jenis limbah industri cenderung mengandung bahan kimia (berbahaya). Penilaian kondisi ekologis aktual dengan salah satu indikatornya adalah tingkat pencemaran telah terkonfirmasi dari hasil analisis *Multidimensional Scaling/MDS* (penjelasan pada Bab V) terhadap kawasan industri di perkotaan Gresik dengan nilai kurang dari 50 (kategori kurang berkelanjutan).

Implikasi pertumbuhan lahan dan jumlah industri bergerak linier dengan pertambahan angka pendapatan perkapita dengan proyeksi tumbuh 100% setiap 5 tahun. Kondisi tersebut dapat juga ditelusuri dari komposisi PDRB Gresik yang didominasi sekitar 50% dari sektor industri. Pola yang sama juga pada komponen PAD dari sektor industri lebih besar dari sektor lainnya. Namun demikian besarnya pendapatan perkapita tersebut dapat menjadi parameter kesejahteraan masyarakat faktual di wilayah penelitian jika tingkat kesenjangan (gini ratio) dapat dikendalikan.

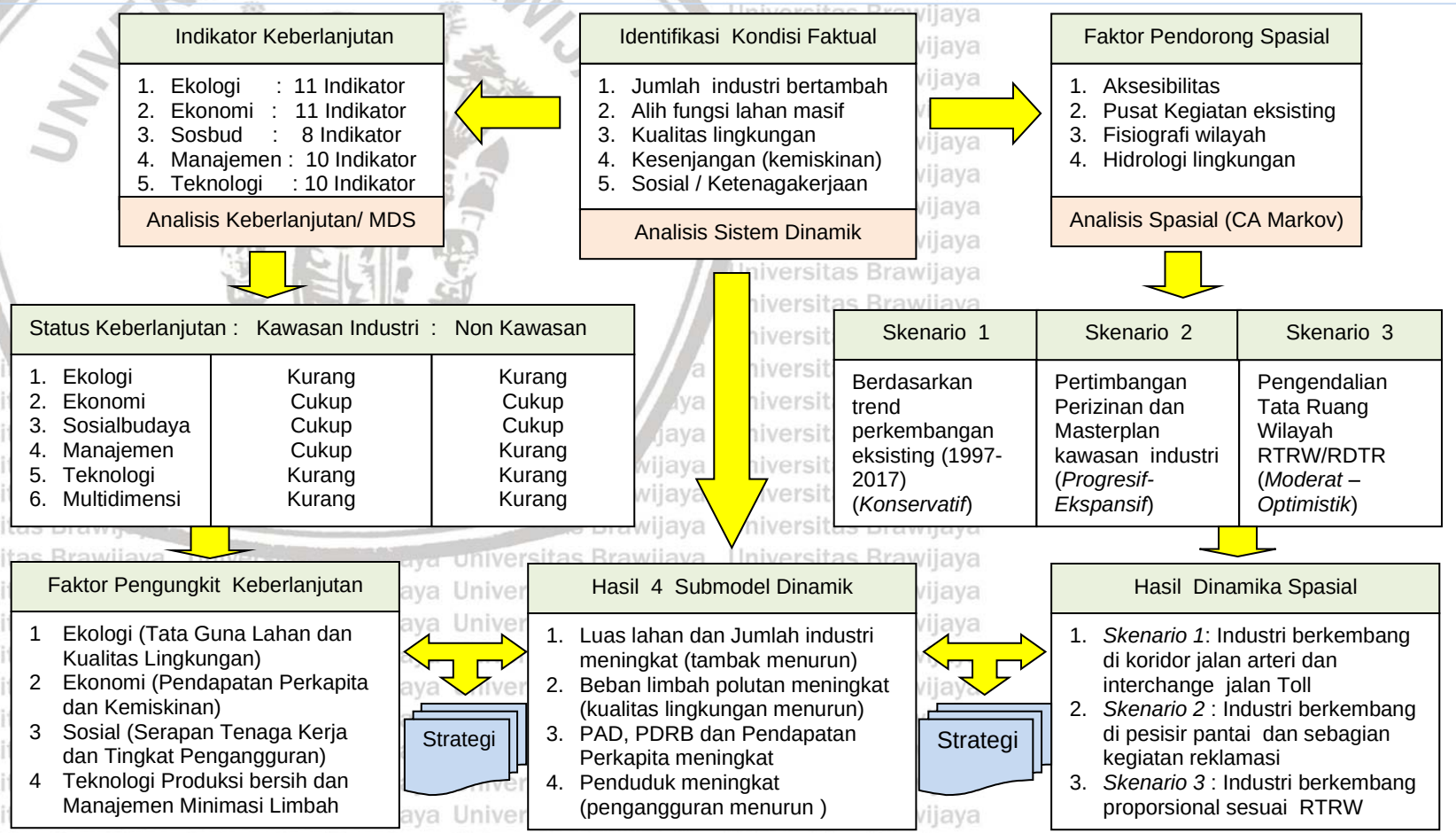
Perkembangan penduduk dan tingkat pengangguran juga menunjukkan keterkaitan dengan perkembangan lahan dan jumlah industri. Kondisi tersebut dapat tercapai bilamana industri yang berkembang adalah jenis industri manufaktur yang tetap membutuhkan tenaga kerja rata-rata 100 orang tiap industri yang diutamakan dari penduduk usia kerja di wilayah penelitian, maka proyeksi tahun 2037 angka pengangguran akan dapat dikurangi sampai 0 bahkan nilai minus yang artinya perkembangan industri membutuhkan suplai

tenaga kerja dari luar daerah. Tetapi pengurangan tingkat pengangguran di wilayah Gresik yang masih lebih tinggi dari rata-rata propinsi tersebut tidak dapat tercapai jika terjadi asumsi kebutuhan tenaga kerja didominasi dari luar daerah dan sedikit tenaga kerja lokal yang mampu memenuhi kualifikasi kebutuhan sektor industri.

Hasil proyeksi model dinamik pengembangan kawasan industri berkelanjutan di wilayah perkotaan Gresik terhadap masing-masing parameter submodel dapat diuraikan ringkasan sebagai berikut:

1. Penggunaan lahan industri selalu meningkat tiap tahun hingga diproyeksikan mencapai 45%-60% dari luas eksisting dalam waktu 20 tahun
2. Produksi limbah cair dan padat mengalami peningkatan di atas rata-rata peningkatan lahan dan potensial menjadi polutan bagi lingkungan
3. Peningkatan lahan dan jumlah industri mendorong peningkatan PAD (APBD) dan PDRB Kabupaten Gresik. Dan secara simultan dengan peningkatan investasi dapat berkontribusi terhadap peningkatan pendapatan perkapita yang diproyeksikan dapat mencapai 20.000 USD dalam waktu 20 tahun
4. Peningkatan jumlah penduduk berjalan linier dengan peningkatan angkatan usia kerja yang membutuhkan kesempatan kerja, namun demikian pertumbuhan tingkat serapan tenaga kerja yang dibutuhkan oleh perkembangan industri lebih banyak sehingga diproyeksikan dapat mengurangi tingkat pengangguran sampai angka terendah.

Berdasarkan proses analisis sistem dinamik dengan rangkaian simulasi submodel masing-masing yang telah diintegrasikan dengan hasil analisis keberlanjutan melalui metode analisis *multidimensional Scalling* dan analisis spasial dinamik dengan metode Analisis *Cellular Automata*, maka dapat diuraikan dalam ringkasan bagan seperti pada Gambar 7.24 sebagai berikut:



Gambar 7.24 Hasil Integrasi Analisis Sistem Dinamik Pengembangan Kawasan Industri Berkelanjutan

7.4 Kesimpulan

Analisis sistem dinamik pengembangan kawasan industri berkelanjutan di wilayah perkotaan Gresik direpresentasikan melalui *causal loop diagram* dan 4 submodel yang saling terkait dan telah tervalidasi berdasarkan hasil *stock flow diagram* yaitu: (1) submodel penggunaan lahan untuk menentukan luasan pertambahan lahan industri; (2) submodel lingkungan untuk menghitung produksi beban limbah; (3) submodel ekonomi untuk mengetahui perkembangan pendapatan perkapita; dan (4) submodel sosial untuk menggambarkan trend perkembangan jumlah penduduk dan angka pengangguran.

Kinerja simulasi submodel penggunaan lahan menghasilkan peningkatan lahan terbangun (lahan industri dan permukiman) rata-rata 2%-3% tiap tahun, sehingga dalam waktu 20 tahun ke depan komposisi lahan terbangun mencapai lebih dari 50% dari wilayah penelitian yang secara paralel mengurangi lahan non terbangun seperti tambak, sawah dan area terbuka lainnya. Sedangkan kinerja simulasi submodel lingkungan yang menghasilkan beban limbah pertumbuhannya rata-rata 5% melebihi pertumbuhan lahan industri sehingga potensial menurunkan kualitas lingkungan.

Kinerja simulasi submodel ekonomi menggambarkan peranan pertambahan lahan dan jumlah industri dapat mendorong peningkatan PAD, APBD serta simultan dengan perkembangan investasi dapat meningkatkan PDRB dan pendapatan perkapita hingga mencapai 400% ($\pm$ 280 juta/tahun) pada tahun 2037. Untuk submodel sosial memproyeksikan bahwa pertumbuhan penduduk dan kebutuhan lapangan pekerjaan dapat diimbangi dengan peningkatan kemampuan serapan tenaga kerja akibat perkembangan industri, sehingga tingkat pengangguran dapat dikurangi hingga angka terendah.

BAB VIII KEBIJAKAN DAN STRATEGI PENGEMBANGAN KAWASAN INDUSTRI BERKELANJUTAN

8.1 Strategi Peningkatan Keberlanjutan Multidimensi

Penyusunan strategi pengembangan kawasan industri berkelanjutan didasarkan pada hasil analisis *Leverage*, yang merupakan proses analisis untuk melihat atribut/indikator sensitif yang memberikan kontribusi terhadap nilai indeks keberlanjutan. Atribut yang sensitif dijadikan landasan untuk membuat kebijakan karena memberikan pengaruh signifikan terhadap besar kecilnya indeks keberlanjutan. Sementara itu, atribut/indikator yang tidak sensitif tidak menjadi prioritas dalam membuat kebijakan karena akan memiliki pengaruh kecil terhadap pembentukan indeks keberlanjutan. Atribut yang sensitif dengan skor saat ini masih rendah, selanjutnya dibuat kebijakan untuk memperbaiki skornya dan atribut-atribut sensitif dengan skor saat ini pada kategori baik maka kebijakannya adalah mempertahankan skornya sehingga tidak mengalami penurunan (degradasi) dari kondisi semula.

Berdasarkan analisis prospektif terdapat 8 (delapan) faktor kunci pada kawasan industri dan 7 (tujuh) faktor kunci pada non kawasan industri sebagaimana pada Gambar 5.24 dan 5.25 yang harus dikelola agar keberlanjutan pengembangan industri di wilayah perkotaan Gresik tercapai dengan memperhatikan keadaan (*state*) saat ini dan menggambarkan beberapa kemungkinan yang terjadi di masa yang akan datang dengan skenario pengembangan yang direncanakan. Adapun keadaan (*state*) antara masing-masing faktor kunci (*driving factors*) yang sebagian tidak sama antara kawasan industri dan non kawasan industri seperti pada Tabel 8.1 dan 8.2 sebagai berikut:

Tabel 8.1 Keadaan (State) Faktor Kunci dalam Pengembangan Industri Berkelanjutan untuk Kawasan Industri

No	Indikator / Faktor Kunci	Keadaan (State)		
1	Tata Guna Lahan	1 A	1 B cukup (sebagian)	1 C sesuai peruntukan
2	Pengelolaan Kawasan Pesisir	2 A banyak alih fungsi	2 B Pengelolaan terbatas	2 C Konservasi / terpelihara
3	Pendapatan Perkapita	3 A	3 B cukup (di atas Rata2 propinsi /nasional)	3 C optimal (tertinggi propinsi/nasional)
4	Jumlah Serapan Tenaga Kerja Sektor Industri	4 A	4 B	4 C dominan (sektor tertinggi)
5	Pelaksanaan Tata Tertib Kawasan	5 A	5 B ada dan kurang efektif	5 C Melaksanakan dan efektif
6	Monitoring Kinerja Industri (PROPER)	6 A tidak ada	6 B cukup (biru, hijau)	6 C maksimal (gold)
7	Teknologi Reduksi Pencemaran Udara	7 A kurang/tidak ada	7 B ada (kurang optimal)	7 C ada dan efektif
8	Teknologi Reduksi Pencemaran Air	8 A	8 B ada (kurang optimal)	8 C ada dan efektif

Berdasarkan Tabel 8.1 dan 8.2 menunjukkan kondisi state yang berbeda-beda antar indikator yaitu terdapat sebagian indikator yang berada pada kondisi paling rendah (3 indikator pada kawasan industri dan 3 indikator pada non kawasan industri). Secara umum kondisi state masing-masing indikator yang menjadi faktor kunci berada pada skor sedang yaitu nilai 2 (dua) pada kategori nilai keberlanjutan, sedangkan kondisi state yang sudah optimal hanya 1 (satu) yaitu indikator serapan tenaga kerja di sektor industri. Disamping itu terdapat keadaan indikator dengan peluang kecil terjadi secara bersamaan (*mutual incompatible*) yang ditandai oleh garis yang menghubungkan satu keadaan dengan keadaan yang lainnya.

Tabel 8.2 Keadaan (State) Faktor Kunci dalam Pengembangan Industri Berkelanjutan untuk Non Kawasan Industri

No	Indikator / Faktor Kunci	Keadaan (State)		
1	Tata Guna Lahan	1 D kurang sesuai	1 E cukup (sebagian)	1 F sesuai peruntukan
2	Pemenuhan RTH	2 D kurang dari 10%	2 E cukup (10%-20 %)	2 F optimal (> 20%)
3	Penurunan Tingkat Kemiskinan	3 D	3 E ada (kurang signifikan)	3 F kecil (< rata2 propinsi/nasional)
4	Penurunan Tingkat Pengangguran	4 D	4 E ada (kurang signifikan)	4 F optimal (< rata2 propinsi/nasional)
5	Pemenuhan Dokumen Perizinan	5 D kurang	5 E cukup (sebagian)	5 F lengkap
6	Teknologi Reduksi Pencemaran Udara	6 D kurang/tdk ada	6 E ada (kurang optimal)	6 F ada dan efektif
7	Teknologi Reduksi Pencemaran Air	7 D	7 E ada (kurang optimal)	7 F ada dan efektif

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Dengan mengacu pada kondisi (state) tersebut selanjutnya dapat dirumuskan beberapa alternatif pengembangan seperti ditunjukkan pada Tabel 8.3 dengan tiga skenario strategi pengembangan kawasan industri maupun perusahaan non kawasan industri di wilayah perkotaan Gresik untuk mencapai kondisi keberlanjutan yang lebih baik pada masa yang akan datang yaitu:

- (1) Skenario konservatif-pesimistik dengan mempertahankan kondisi yang ada saat ini dan melakukan perbaikan secara terbatas pada faktor tertentu
- (2) Skenario moderat-optimistik dengan melakukan perbaikan sekitar 50% faktor kunci tetapi kemungkinan hasilnya belum seluruhnya optimal
- (3) Skenario progresif-holistik dengan melakukan peningkatan secara keseluruhan faktor kunci sehingga berhasil sampai maksimal.

Tabel 8.3 Skenario Pengembangan Kawasan Industri dan Non Kawasan Industri Berkelanjutan di Wilayah Perkotaan Gresik

No	Skenario Strategi	Susunan Faktor	
		Kawasan Industri	Non Kawasan Industri
0	Kondisi Eksisting	1B,2A,3B,4C,5B,6A,7A,8B	1D,2D,3E,4E,5D,6D,7E
1	Konservatif -Pesimistik	1B,2B,3B,4C,5B,6A,7B,8B	1E,2D,3E,4E,5D,6E,7E
2	Moderat - Optimistik	1C,2B,3B,4C,5C,6B,7B,8C	1F,2E,3F,4F,5E,6E,7F
3	Progresif-Holistik	1C,2C,3C,4C,5C,6C, 7C,8C	1F,2F,3F,4F,5F,6F,7F

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Penyusunan skenario sebagaimana tercantum dalam Tabel 8.3 di atas, didasarkan atas beberapa pertimbangan antara lain; (1) kemampuan pemerintah melalui dinas/instansi terkait sebagai fasilitator dalam mendukung pengembangan industri berkelanjutan; (2) kesiapan dari semua stakeholder terutama pengelola kawasan industri dan manajemen tenant industri untuk mencapai target perbaikan pada indikator-indikator penting sebagai faktor kunci keberlanjutan; dan (3) kemungkinan alokasi waktu yang dibutuhkan yang dapat dikategorikan ke dalam jangka pendek untuk skenario konservatif-pesimistik yaitu sekitar 1 - 3 tahun, jangka menengah untuk skenario moderat-optimistik dengan waktu sekitar 3 - 5 tahun, dan jangka panjang untuk skenario progresif-holistik dengan waktu 5 - 10 tahun. Berikut dapat diuraikan kondisi dan strategi yang dapat dicapai untuk masa yang akan datang pada kawasan industri dan non kawasan industri (Tabel 8.4).

Tabel 8.4 Kondisi dan Strategi Pengembangan Kawasan Industri dan Perusahaan Non Kawasan Industri menuju Berkelanjutan

Skenario	Kondisi dan Strategi	
	Kawasan Industri	Non Kawasan Industri
1. Konservatif-Pesimistik Mempertahankan kondisi saat ini dengan melakukan perbaikan secara terbatas	(1B) Penatagunaan lahan sebagian masih belum sesuai peruntukan (2B) Pengelolaan wilayah pesisir (sempadan) secara terbatas (3B) Tingkat pendapatan perkapita di atas rata-rata propinsi (4C) Jumlah pekerja di sektor industri paling banyak dari sektor lain	(1E) Penatagunaan lahan sebagian masih belum sesuai peruntukan (2D) Penyediaan RTH masih di bawah standar kebutuhan (< 10%) (3E) Ada kontribusi penurunan tingkat kemiskinan tetapi belum signifikan (4E) Ada kontribusi penurunan tingkat pengangguran tetapi belum

	(5B) Sudah mempunyai Tata Tertib kawasan tetapi implementasinya belum efektif (6A) Belum ada program mengikuti PROPER dari kementerian LHK (7B) Sudah ada instalasi pengolahan polusi udara tetapi belum optimal (8B) Sudah ada instalasi pengolahan limbah cair tetapi belum optimal	signifikan (5D) Pemenuhan perizinan masih sebagian kecil yang dilaksanakan (6E) Sudah ada instalasi pengolahan polusi udara tetapi belum optimal (7E) Sudah ada instalasi pengolahan limbah cair tetapi belum optimal
2. Moderat – Optimistik Melakukan perbaikan sekitar 50 % faktor kunci	(1C) Penatagunaan lahan sudah sesuai dengan regulasi dan peruntukannya (2B) Pengelolaan wilayah pesisir (sempadan) secara terbatas (3B) Tingkat pendapatan perkapita di atas rata-rata propinsi (4C) Jumlah pekerja di sektor industri paling banyak dari sektor lain (5C) Sudah mempunyai Tata Tertib kawasan dan berjalan efektif (6B) Mengikuti program PROPER Kementerian LHK dengan target penilaian cukup (biru/hijau) (7B) Sudah ada instalasi pengolahan polusi udara tetapi belum optimal (8C) Sudah ada IPAL komunal kawasan dan berfungsi efektif untuk pengelolaan limbah cair	(1F) Penatagunaan lahan sudah sesuai dengan regulasi dan peruntukannya (2E) Penyediaan RTH sudah cukup standar kebutuhan (10% - 20 %) (3F) Kontribusi penurunan tingkat kemiskinan cukup optimal (< rata-rata propinsi) (4F) Kontribusi penurunan tingkat pengangguran cukup optimal (< rata-rata propinsi) (5E) Pemenuhan perizinan sudah sebagian besar yang dilaksanakan (6E) Sudah ada instalasi pengolahan polusi udara tetapi belum optimal (7F) Sudah ada teknologi/IPAL yang berfungsi efektif untuk pengelolaan limbah cair
3. Progresif-Holistik Melakukan peningkatan secara keseluruhan faktor kunci sampai maksimal	(1C) Penatagunaan lahan harus sesuai dengan regulasi dan peruntukannya (2C) Pengelolaan kawasan pesisir secara baik melalui program konservasi (3C) Tingkat pendapatan perkapita bisa maksimal dan tertinggi regional (4C) Jumlah pekerja di sektor industri paling banyak dari sektor lain (5C) Sudah mempunyai Tata Tertib kawasan dan berjalan efektif (6C) Mengikuti program PROPER kementerian LHK dengan target penilaian maksimal (gold) (7C) Sudah ada instalasi pengolahan polusi udara dan berfungsi efektif (8C) Sudah ada teknologi/IPAL komunal kawasan dan berfungsi efektif untuk pengelolaan limbah cair	(1F) Penatagunaan lahan sudah sesuai dengan regulasi dan peruntukannya (2F) Penyediaan RTH sudah optimal dari kebutuhan (> 20 %) (3F) Kontribusi penurunan tingkat kemiskinan cukup optimal (≤ rata-rata propinsi) (4F) Kontribusi penurunan tingkat pengangguran cukup optimal (< rata-rata propinsi) (5F) Pemenuhan perizinan sudah dilaksanakan sesuai regulasi (6F) Sudah ada instalasi pengolahan polusi udara dan berfungsi efektif (7F) Sudah ada teknologi/IPAL yang berfungsi efektif untuk pengelolaan limbah cair

Selanjutnya berdasarkan uraian kondisi dan strategi pada Tabel 8.4 dapat dijelaskan masing-masing skenario dan status keberlanjutan yang dapat dicapai untuk masa yang akan datang sebagai berikut:

8.1.1 Skenario 1 (Konservatif – Pesimistik)

Target dari skenario 1 ini adalah untuk mencegah dan atau mengurangi dampak negatif lebih besar yang akan ditimbulkan oleh kegiatan industri dengan melakukan pengelolaan pada indikator penting secara terbatas terutama pada dimensi lingkungan ekologis yaitu; (a) untuk kawasan industri diperlukan tindakan *pertama* rehabilitasi dan penataan area pesisir pantai dengan moratorium eksploitasi pesisir yang berpotensi mengganggu ekosistem, *kedua* diupayakan adanya rekayasa teknis dan mekanisme proses produksi yang dapat mengurangi potensi polusi udara; (b) untuk non kawasan industri diperlukan tindakan *pertama* mencegah dan mengantisipasi kegiatan pembangunan industri yang tidak sesuai dengan tata ruang maupun peruntukan lahan, *kedua* diupayakan perbaikan teknis mesin-mesin produksi yang berpotensi menghasilkan polusi udara. Dengan Adanya treatment terhadap 3 faktor kunci tersebut diharapkan dalam waktu 1-3 tahun dapat mengantisipasi kondisi lingkungan ekologis yang semakin menurun dan sekaligus dapat meningkatkan keberlanjutan aspek lingkungan sebagaimana tercantum dalam Tabel 8.5.

Berdasarkan analisis *multidimensional scalling* (MDS) terhadap skenario 1 dengan memasukkan perubahan skor masing-masing menunjukkan adanya sedikit peningkatan indeks keberlanjutan multidimensi yaitu; (1) pada kawasan industri mengalami peningkatan dari kondisi eksisting sebesar 52,47 menjadi 56,59 yang berada pada kategori cukup berkelanjutan; (2) pada perusahaan non

kawasan industri dapat meningkatkan dari kondisi eksisting 48,44 (kurang berkelanjutan) menjadi 53,66 (cukup berkelanjutan).

Tabel 8.5 Perubahan Nilai Skor dan Indeks Keberlanjutan pada Skenario 1

Indikator Kunci	Skor Skenario Keberlanjutan	
	Kondisi Eksisting	Skenario 1
Indek Keberlanjutan Kawasan industri	52,47	56,59
1. Kesesuaian Lahan/Tata Guna Lahan	2	2
2. Pengelolaan Kawasan Pesisir	1	2
3. Pendapatan Perkapita	2	2
4. Penyerapan Tenaga Kerja	3	3
5. Pelaksanaan Tata Tertib Kawasan	2	2
6. Monev Kinerja Lingkungan (PROPER)	1	1
7. Teknologi Reduksi Pencemaran Udara	1	2
8. Teknologi Reduksi Pencemaran Air	2	2
Indeks keberlanjutan Non Kawasan Industri	48,44	53,66
1. Kesesuaian Lahan/Tata Guna Lahan	1	2
2. Pemenuhan RTH	1	1
3. Penurunan Tingkat Kemiskinan	2	2
4. Penurunan Tingkat Pengangguran	2	2
5. Pemenuhan Dokumen Perizinan	1	1
6. Teknologi Reduksi Pencemaran Udara	1	2
7. Teknologi Reduksi Pencemaran air	2	2

Sumber : Hasil Analisis, 2018

8.1.2 Skenario 2 (Moderat – Optimistik)

Pada skenario 2 dilaksanakan secara bertahap untuk meningkatkan status keberlanjutan dalam jangka menengah yaitu sampai dengan 5 tahun. Pemilihan skenario ini ditargetkan untuk dapat mencapai skor optimal dari sekitar 50% indikator/faktor kunci terutama pada dimensi lingkungan ekologis dan manajemen kelembagaan (Tabel 8.6). Kondisi ini juga mempertimbangkan aspek sinkronisasi dengan siklus perencanaan pembangunan daerah lima tahunan seperti Renstra, RPJM maupun evaluasi berkala Rencana Tata Ruang Wilayah

(RTRW). Sehingga secara realistis ada potensi akomodasi pengembangan kawasan industri berkelanjutan dalam program-program pembangunan daerah.

Tabel 8.6 Perubahan Nilai Skor dan Indeks Keberlanjutan pada Skenario 2

Indikator Kunci	Skor Skenario Keberlanjutan	
	Kondisi Eksisting	Skenario 2
Indek Keberlanjutan Kawasan industri	52,47	65,60
1. Kesesuaian Lahan/Tata Guna Lahan	2	3
2. Pengelolaan Kawasan Pesisir	1	2
3. Pendapatan Perkapita	2	2
4. Penyerapan Tenaga Kerja	3	3
5. Pelaksanaan Tata Tertib Kawasan	2	3
6. Monev Kinerja Lingkungan (PROPER)	1	2
7. Teknologi Reduksi Pencemaran Udara	1	2
8. Teknologi Reduksi Pencemaran Air	2	3
Indeks keberlanjutan Non Kawasan Industri	48,44	63,84
1. Kesesuaian Lahan/Tata Guna Lahan	1	3
2. Pemenuhan RTH	1	2
3. Penurunan Tingkat Kemiskinan	2	3
4. Penurunan Tingkat Pengangguran	2	3
5. Pemenuhan Dokumen Perizinan	1	2
6. Teknologi Reduksi Pencemaran Udara	1	2
7. Teknologi Reduksi Pencemaran air	2	3

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Beberapa indikator kunci yang akan ditarget dengan skor maksimal pada skenario moderat-optimistik untuk kawasan industri adalah; (a) Penatagunaan lahan (*landuse*) kawasan industri harus sudah sesuai dengan regulasi dengan ketentuan teknis yaitu maksimum 70% lahan untuk kavling industri dan 30% lahan untuk realisasi penyediaan sarana prasarana dan utilitas umum yang memadai; (b) Optimalisasi fungsi dan peran pengelola kawasan dalam memberikan fasilitasi terhadap *tenant-tenant* industri dalam menerapkan konsep industri berkelanjutan yang diatur dalam peraturan kawasan (*estate regulation*); (c) Reduksi secara bertahap terhadap potensi limbah cair dengan menerapkan

pola pengelolaan limbah cair secara terpadu (komunal) dalam satu kawasan secara efektif dan efisien.

Sedangkan indikator kunci yang akan ditarget mencapai skor maksimal pada perusahaan non kawasan industri adalah; (a) penataan guna lahan industri non kawasan yang tumbuh secara sporadis yang sebagian masih bercampur/berhimpitan dengan kawasan peruntukan lainnya seperti permukiman, perdagangan jasa maupun pertanian dengan membuat buffer/delineasi dalam cluster yang relevan; (b) pengurangan tingkat pengangguran harus dapat berjalan linier dengan perkembangan industri sehingga mampu berkontribusi terhadap penurunan tingkat kemiskinan daerah; (c) upaya mempertahankan kualitas air permukaan maupun air tanah dapat tercapai dengan mewajibkan semua kegiatan industri untuk melaksanakan pengelolaan limbah cair dalam bentuk IPAL Komunal atau pembangunan IPLT.

Berdasarkan analisis *multidimensional scalling* (MDS) terhadap skenario 2 dengan perubahan skor maksimal pada sekitar 50% indikator kunci menunjukkan adanya peningkatan cukup signifikan terhadap indeks keberlanjutan multidimensi yaitu; (1) pada kawasan industri mengalami peningkatan dari kondisi eksisting sebesar 52,47 menjadi 65,60 yang berada pada kategori cukup berkelanjutan; (2) pada perusahaan non kawasan industri dapat meningkatkan dari kondisi eksisting 48,44 (kurang berkelanjutan) menjadi 63,84 (cukup berkelanjutan).

8.1.3 Skenario 3 (Progresif – Holistik)

Pada skenario 3 ini, upaya perbaikan dilakukan terhadap seluruh indikator (8 dan 7 faktor kunci) dalam waktu jangka panjang sampai 10 tahun. Upaya perbaikan pada skenario progresif – holistik ini ditargetkan untuk mencapai indeks keberlanjutan yang optimal, namun demikian upaya perbaikan ini membutuhkan komitmen yang kuat dari seluruh stakeholder seperti pemerintah

dengan regulasi dan program-program pembangunan yang dapat menjadi fasilitator/katalisator, para pengelola kawasan dan *tenant-tenant* industri sebagai pelaku utama dalam melaksanakan kegiatan usaha serta dukungan masyarakat/publik pada umumnya sebagai pihak yang merasakan dampak secara langsung maupun tidak langsung aktifitas industri.

Tabel 8.7 **Perubahan Nilai Skor dan Indeks Keberlanjutan pada Skenario 3**

Indikator Kunci	Skor Skenario Keberlanjutan	
	Kondisi Eksisting	Skenario 3
Indek Keberlanjutan Kawasan industri	52,47	80,43
1. Kesesuaian Lahan/Tata Guna Lahan	2	3
2. Pengelolaan Kawasan Pesisir	1	3
3. Pendapatan Perkapita	2	3
4. Penyerapan Tenaga Kerja	3	3
5. Pelaksanaan Tata Tertib Kawasan	2	3
6. Monev Kinerja Lingkungan (PROPER)	1	3
7. Teknologi Reduksi Pencemaran Udara	1	3
8. Teknologi Reduksi Pencemaran Air	2	3
Indeks keberlanjutan Non Kawasan Industri	48,44	76,22
1. Kesesuaian Lahan/Tata Guna Lahan	1	3
2. Pemenuhan RTH	1	3
3. Penurunan Tingkat Kemiskinan	2	3
4. Penurunan Tingkat Pengangguran	2	3
5. Pemenuhan Dokumen Perizinan	1	3
6. Teknologi Reduksi Pencemaran Udara	1	3
7. Teknologi Reduksi Pencemaran air	2	3

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan analisis *multidimensional scalling* (MDS) terhadap skenario 3 dengan perubahan skor maksimal pada semua indikator kunci menunjukkan adanya peningkatan signifikan terhadap indeks keberlanjutan multidimensi yaitu;

(1) pada kawasan industri mengalami peningkatan dari kondisi eksisting sebesar 52,47 (cukup berkelanjutan) menjadi 80,43 dengan kategori status berkelanjutan;

(2) pada perusahaan non kawasan industri dapat meningkatkan dari kondisi eksisting 48,44 (kurang berkelanjutan) menjadi 76,22 yang berada pada kategori status berkelanjutan (Tabel 8.7).

8.1.4. Komparasi antar Skenario

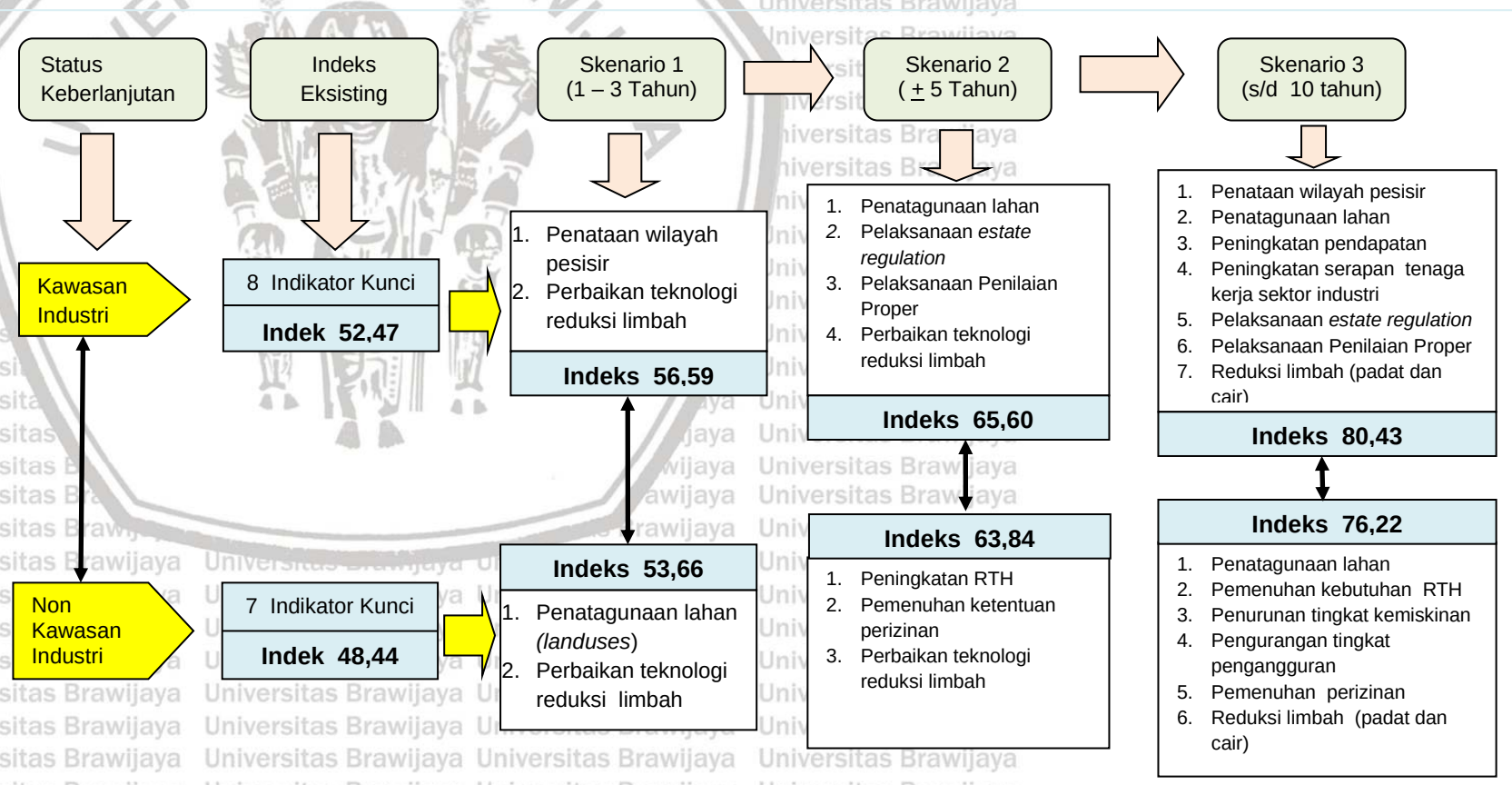
Berdasarkan deskripsi dari masing-masing tiga skenario tersebut, selanjutnya dapat diuraikan komparasi sebagai berikut; pada skenario pertama (*konservatif-pesimistik*) masih didominasi beberapa kondisi atribut/indikator yang belum dilakukan perbaikan atau belum tercapai sehingga peluang ketidakberlanjutan beberapa dimensi masih cukup besar. Pada skenario kedua (*moderat-optimistik*) diupayakan perbaikan terhadap sekitar 50% atribut yang penting namun pencapaian secara umum masih belum optimal sehingga peningkatan keberlanjutan akan berjalan secara gradual. Pada skenario ketiga (*progresif-holistik*) merupakan skenario yang paling maksimal untuk mewujudkan kawasan industri berkelanjutan (*eco industrial park*), namun demikian pada tataran implementasi membutuhkan prasyarat kondisi dari banyak aspek dan sumber daya. Adapun perubahan indeks keberlanjutan dari kondisi eksisting dan 3 skenario dapat dilihat pada Tabel 8.8 berikut:

Tabel 8.8 Rekapitulasi Hasil Tiga Skenario Keberlanjutan

Keberlanjutan Multidimensi	Indeks Keberlanjutan			
	Kondisi Eksisting	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
1. Kawasan Industri	52,47	56,59	65,60	80,43
2. Non Kawasan Industri	48,44	53,66	63,84	76,22

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Dengan berlandaskan pada capaian, perubahan indeks dan prasyarat yang dibutuhkan dari ketiga skenario tersebut, maka upaya mewujudkan kawasan industri berkelanjutan secara bertahap dalam jangka menengah (*moderat-optimistik*) yang didukung oleh program dan komitmen semua *stakeholder* akan lebih realistis untuk diwujudkan. Hal tersebut karena waktu pelaksanaan perbaikan relatif cukup 5 tahunan sejalan dengan siklus rencana pembangunan jangka menengah (RPJM) dengan jumlah indikator yang menjadi target perbaikan juga relatif dapat tercapai (7 – 8 indikator).



Gambar 8.1 Schema Strategi Peningkatan Status dan Indeks Keberlanjutan

Sumber : Hasil Analisis, 2018

8.2 Strategi Pengembangan Spasial Kawasan Industri Berkelanjutan

Dinamika spasial lahan industri di perkotaan Gresik seperti ditunjukkan dalam peta prediksi dan data alih fungsi lahan yang cukup signifikan, maka diperlukan pengendalian, pengaturan dan pengawasan pemanfaatan ruang agar perkembangan lahan industri tidak menjadi faktor pendorong penurunan kapasitas sumber daya alam maupun degradasi kualitas lingkungan. Secara umum skenario yang dibangun membutuhkan intervensi pemerintah sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 Pasal 35 tentang Penataan Ruang yang menjelaskan program pengendalian pemanfaatan ruang dapat dilakukan melalui penetapan peraturan zonasi, perizinan, pemberian insentif dan disinsentif, serta pemberian sanksi terhadap setiap pelanggaran tata ruang.

Berdasarkan data potensi lahan yang terkonversi menjadi lahan industri pada tahun 2037 dari ketiga skenario pengembangan, menunjukkan bahwa masing-masing skenario memberikan dampak dan skala perubahan spasial yang berbeda-beda yaitu; (1) **skenario 1** yang bersifat *konservatif* diprediksikan mempunyai dampak yang relatif paling rendah yaitu terdapat penambahan keluasan lahan industri sebesar 1,352,99 Ha atau 43% dari lahan industri eksisting sebesar 3.102, 96 Ha. Kontribusi penambahan lahan industri tersebut didominasi oleh alih fungsi lahan tambak sebesar 965,54 Ha; (2) **Skenario 2** yang cenderung *progresif-ekspansif* diprediksikan akan memberikan dampak yang paling besar dengan penambahan lahan industri sebesar 1.992,02 Ha atau 64,20% dari lahan eksisting Tahun 2017. Kontribusi tertinggi berasal dari adanya perluasan wilayah daratan di beberapa area pesisir laut yang wilayah daratannya sudah berkembang industri eksiting seluas 856,33 Ha dan dari lahan tambak

sebesar 754,67 Ha; (3) **skenario 3** yang pengaruhnya lebih *moderat* karena disamping memperhitungkan adanya faktor pendorong dari kegiatan investasi, tetapi saat yang bersamaan juga menggunakan instrumen regulasi tata ruang untuk pengendalian. Penambahan luas lahan industri pada periode 20 tahun ke depan sebesar 1360,89 Ha atau 43,86% dari kondisi eksisting yang berasal dari dominasi konversi lahan tambak seluas 1.017,35 Ha sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 8.9.

8.2.1 Strategi Pengaturan Spasial

Berdasarkan hasil prediksi perkembangan spasial lahan industri tersebut, maka diperlukan strategi pengembangan spasial untuk mewujudkan penataan ruang kawasan industri dan perkotaan yang berkelanjutan. Dengan mengacu kepada intensitas dan pola perubahan spasial yang terjadi, maka dapat dirumuskan tiga bentuk **strategi pengaturan spasial** (Tabel 8.9) yaitu;

1. Tata guna lahan (*landuse*), melalui pengaturan komposisi penggunaan lahan dalam satu areal industri maupun satu kawasan industri (*industrial estate*), disamping itu juga upaya pemenuhan prasarana sarana dan utilitas (PSU) dengan keluasan spasial yang sesuai dengan standar teknis yang ditentukan;
2. Integrasi tata ruang, melalui pemaduserasian struktur dan pola ruang kawasan peruntukan industri dengan peruntukan lainnya seperti; permukiman, perdagangan jasa, pertanian dan wilayah pesisir pantai yang bertujuan untuk meminimalisir potensi eskternalitas perkembangan lahan industri; dan
3. Konsolidasi zona industri, melalui penataan ulang (*redesign*) area industri yang tersebar menjadi kluster-kluster yang sejenis dengan proses konsolidasi lahan/koridor jalan/PSU bersama yang difasilitasi dalam bentuk peraturan zonasi tata ruang kawasan industri sehingga terjadi transformasi dari industri non kawasan menjadi bentuk kawasan industri (*reaglomerasi*).

Tabel 8.9 **Prediksi Konversi Lahan Industri dan Strategi Pengembangan Spasial**

Skenario / Kebijakan	Prediksi Konversi Lahan Tahun 2037				Total Lahan	Strategi Pengaturan
	Sawah (ha)	Tambak (ha)	Vegetasi (ha)	Pesisir (ha)	Industri (ha)	
Skenario 1 <i>Konservatif</i>	50,40	965,54	63,67	-	4.455,95	Tata Guna Lahan (<i>Landuse Plan</i>)
Skenario 2 <i>Progresif</i>	2,41	754,67	72,18	856,33	5.094,98	Integrasi Tata Ruang (<i>Integrated Spatial</i>)
Skenario 3 <i>Moderat</i>	3,24	1.017,35	56,28	-	4.463,85	Konsolidasi zona industri (<i>industrial clustering</i>)
Strategi Pengendalian	- industri agropolitan - pengendalian LP2B - insentif lahan sawah	- industri minapolitan - akomodasi alih profesi petani tambak - relokasi area tambak	- penertiban sempadan - menambah komposisi RTH - pengaturan perizinan	- tata ruang pesisir (RZWP) - redesign reklamasi - estate regulation	Output Model Spasial	▪ Kawasan industri berkelanjutan (<i>sustainable industrial estate</i>) ▪ Kota industri terpadu (<i>integrated industrial city</i>) ▪ Daerah industri ramah lingkungan (<i>sustainable industrial district</i>)

Sumber : Hasil Analisis, 2018

8.2.2 Strategi Pengendalian Sektoral

Dalam rangka pengendalian ruang untuk mengeliminir potensi ketidaksesuaian pemanfaatan ruang dengan dokumen perencanaan (RTRW) serta untuk mitigasi dampak negatif akibat perubahan spasial secara signifikan pada penggunaan lahan tertentu seperti sawah, tambak, area terbuka hijau dan pesisir pantai, perlu diterapkan **strategi pengendalian sektoral** (Tabel 8.9) yang tepat terhadap masing-masing klasifikasi pemanfaatan ruang yaitu;

- 1) untuk pengendalian lahan sawah, diperlukan penerapan pengawasan lahan pertanian pangan berkelanjutan (LP2B) yang mengacu pada Undang-undang Nomor 41 Tahun 2009 dan Peraturan Daerah Kabupaten Gresik Nomor 7 tahun 2015 tentang Perlindungan LP2B melalui mekanisme perizinan yang didukung schema insentif terhadap lahan sawah. Sedangkan untuk meningkatkan nilai tambah (*added value*) agar tidak mudah terkonversi adalah dengan inisiasi pengembangan industri atau usaha berbasis pertanian (agroindustri/agropolitan);
- 2) untuk pengendalian lahan tambak, diperlukan pendekatan dari semua aspek yaitu aspek ekologis dengan mengupayakan pembentukan/relokasi tambak baru yang dapat berfungsi sebagai area tampungan/resapan air juga untuk keseimbangan ekosistem. Sedangkan dari aspek ekonomi perlu dikembangkan industri yang berbasis hasil perikanan (industri minapolitan) dan dari aspek sosial harus diantisipasi penggantian lapangan pekerjaan untuk alih profesi petani tambak yang lahannya sudah dikonversi menjadi kawasan industri.
- 3) untuk pengendalian lahan vegetasi dan wilayah pesisir laut, diperlukan pendekatan tata ruang dan teknis secara komprehensif. Penataan pola ruang kawasan pesisir dan sempadan harus dilakukan review disesuaikan

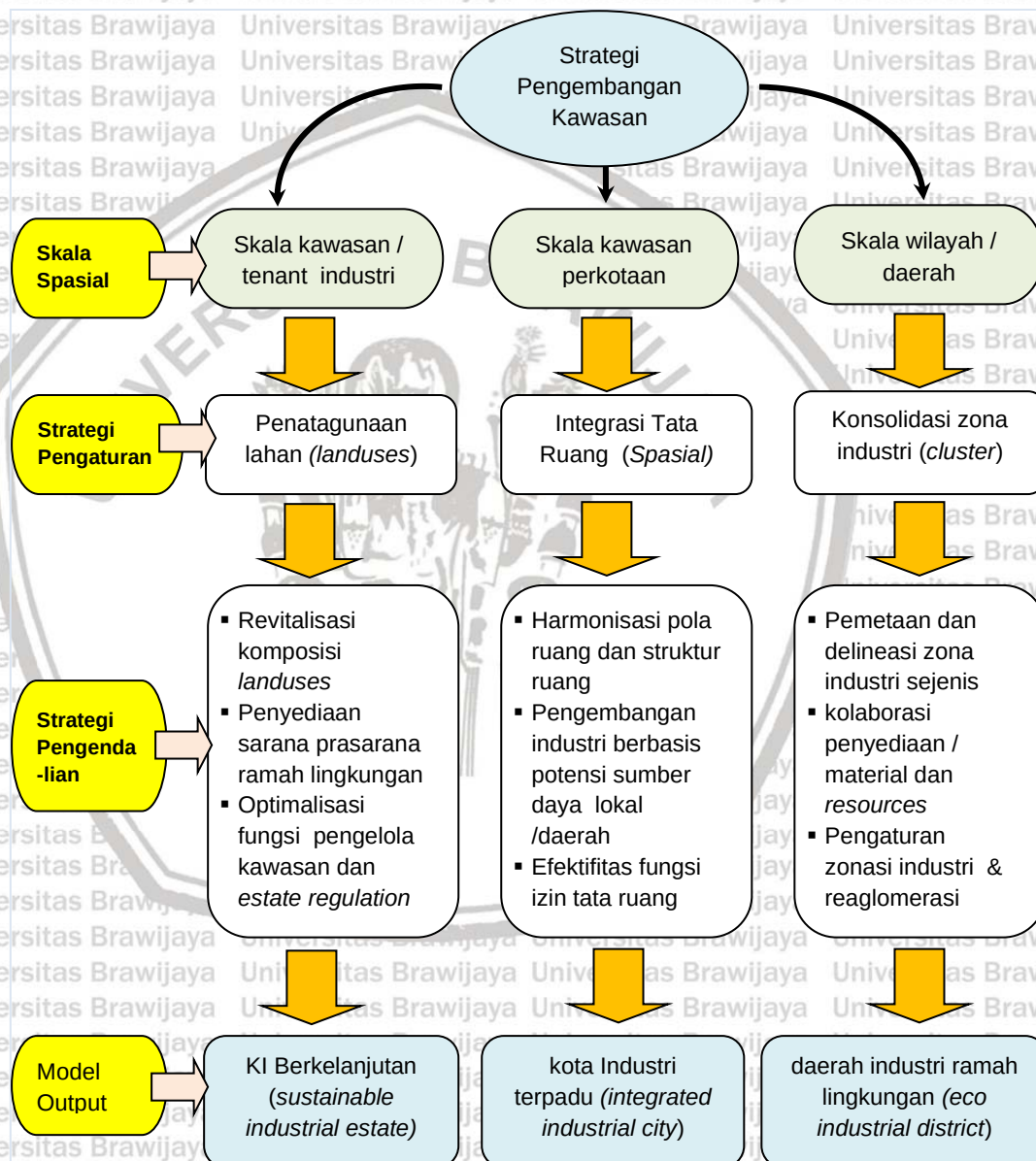
dengan rencana tata ruang wilayah (RTRW/RDTR) maupun rencana tata ruang pesisir (RZWP) dengan mempertimbangkan aspek kelayakan ekologis, kelestarian sumber daya alam dan sosial ekonomi masyarakat. Dari aspek teknis bahwa kegiatan reklamasi harus dalam kerangka untuk penataan dan peningkatan nilai tambah kawasan pesisir sehingga *design* reklamasi harus layak secara teknis dan sesuai dengan konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*).

8.2.3 Strategi Pengembangan Kawasan

Pelaksanaan strategi pengaturan spasial dan strategi pengendalian sektoral dalam mengantisipasi perkembangan perubahan lahan industri di wilayah perkotaan Gresik pada periode 20 tahun ke depan diharapkan dapat mewujudkan model pengembangan kawasan industri berkelanjutan. Sedangkan pilihan skenario pengembangan yang mempunyai potensi dan relevan untuk diaplikasikan adalah skenario 3 yang lebih *moderat optimistik* karena dapat memberikan fasilitasi pertumbuhan kawasan melalui investasi industri dengan penerapan instrumen pengendalian secara efektif, sehingga **strategi pengembangan kawasan** adalah sebagaimana Tabel 8.9 dan Gambar 8.2 dengan uraian penjelasan sebagai berikut:

- (1) Pengembangan skala kawasan/tenant industri berwawasan lingkungan (*eco industrial estate*), dengan revitalisasi penggunaan lahan (*landuse plan*) secara bertahap yang terakomodir dalam peraturan kawasan (*estate regulation*), maka diharapkan dapat terwujud kawasan industri berkelanjutan (*eco industrial park*), meskipun kondisi faktual belum dapat sepenuhnya mengadopsi konsep Lowe (2001) dan Desrochers (2004) terutama pada paradigma ekologi industri (*industrial symbiosis*) dalam aspek pertukaran bahan baku/limbah. Oleh karena dalam penataan kawasan industri terutama

yang baru berkembang harus diakomodasi dalam *estate regulation* tentang pengelompokan industri dalam kluster-kluster yang berlandaskan pada kesamaan jenis produksi atau berdasarkan kemampuan membentuk mata rantai kegiatan sehingga terwujud simbiosis bahan baku ataupun limbah untuk mewujudkan produksi bersih (*cleaner production*);



Gambar 8.2 **Schema Strategi Pengembangan Spasial Kawasan Industri Berkelanjutan**

Sumber : Hasil Analisis, 2018

(2) Pengembangan skala perkotaan industri terpadu (*integrated industrial city*), dengan integrasi tata ruang baik secara struktur (jalan, saluran dan PSU lainnya) maupun jenis fungsi penggunaan lahan akan mewujudkan sinergi pemanfaatan ruang dan penataan kawasan secara terpadu (*integrated spasial*). Upaya tersebut juga sebagai bagian dari implementasi Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 35 tahun 2010 tentang Pedoman Teknis Kawasan Industri dan sejalan dengan konsep dari Eriawan, T (2012) yang menyatakan bahwa penataan kawasan industri dapat menjadi salah satu faktor penting dalam pembentukan /pengembangan struktur dan pola ruang kota yang berkelanjutan melalui mekanisme insentif disinsentif pemanfaatan ruang (amanat Undang-undang No. 26 Tahun 2007 pasal 38), penyediaan infrastruktur, peningkatan aksesibilitas dan ketersediaan sarana prasarana yang memadai.

(3) Pengembangan skala wilayah/daerah industri berkelanjutan (*sustainable industrial district*), dengan pertumbuhan industri kawasan dan non kawasan secara sporadis di banyak wilayah/daerah dapat didesain melalui proses *reaglomerasi* kawasan dan cluster industri berdasarkan karakteristik usaha dan atau kedekatan wilayah maupun kolaborasi daya dukung lahan sehingga secara bertahap industri non kawasan dapat bertransformasi menjadi *cluster-cluster* kawasan industri. Sedangkan bentuknya dapat mengikuti model ; (a) Teori Marshall yang menyatakan bahwa kluster industri pada dasarnya merupakan kelompok aktivitas produksi yang terkonsentrasi secara spasial dan terspesialisasi pada satu atau dua industri utama saja, yang berarti bahwa penentuan kelompok industri hanya difokuskan pada kriteria industri-industri yang sejenis (homogen); (b) Teori Porter yang menyatakan bahwa kluster industri tidak hanya dibatasi pada industri yang sejenis tetapi dapat menjadi daerah/wilayah dengan dominasi kegiatan industri yang beragam jenis kegiatan produksi (*industrial district*).

8.3 Strategi Implementasi Model Dinamik untuk Pengembangan EIP

Model dinamik yang telah tersusun dengan variasi masing-masing submodel yang menjadi kebaruan (*novelty*) dalam penelitian ini pada prinsipnya dapat diimplementasikan untuk wilayah atau kawasan tertentu dengan asumsi data yang dibutuhkan terpenuhi, sehingga operasionalisasi dari model tersebut akan dapat menghasilkan output yang menggambarkan perkembangan wilayahnya. Sedangkan untuk mewujudkan pengembangan kawasan industri berkelanjutan dengan model sesuai skenario yang ditetapkan, membutuhkan prasyarat kondisi sebagai berikut: (1) Kebijakan masing-masing submodel yang berlandaskan pada pemenuhan faktor kunci yang berpengaruh terhadap indeks keberlanjutan; (2) Strategi dengan melaksanakan program-program yang berkaitan dengan variabel-variabel yang digunakan untuk menyusun *stock flow diagram* (SFD) masing-masing submodel dinamik; (3) Manajemen kelembagaan yang bertanggungjawab terhadap rencana aksi (*action plan*) yang disimulasikan dari *stakeholder* dominan yang mampu merealisasikan kebijakan dan strategi dengan uraian sebagai berikut:

8.3.1 Program Keberlanjutan Submodel Penggunaan Lahan

Berdasarkan hasil simulasi submodel dinamik penggunaan lahan pada periode 20 tahun yang akan datang menunjukkan adanya perubahan fungsi lahan antara 40% - 60% dari tambak dan sawah serta area terbuka lainnya (RTH, pesisir) menjadi area terbangun dengan kegiatan dominasi sektor industri. Kondisi tersebut sejalan dengan konsep dari Soemarwoto (2003) dan Kristianto (2013) yang menjelaskan bahwa karakteristik negara berkembang seperti Indonesia akan terjadi pergeseran orientasi pembangunan ekonomi dari sektor primer (pertanian) ke sektor modern (industri manufaktur).

Fenomena tersebut sulit dihindarkan ketika kegiatan industri juga menjadi sektor unggulan untuk mendorong pertumbuhan ekonomi nasional, sehingga sangat potensial akan menimbulkan perubahan struktural maupun pola ruang yang mengarah pada degradasi kualitas lingkungan dan potensi penurunan produksi pertanian, perikanan di wilayah Gresik. Oleh karena itu untuk mengantisipasi trend negatif dari hasil submodel tersebut diperlukan pengaturan dan pengendalian alih fungsi lahan (konversi) melalui kebijakan penatagunaan lahan (*landuses*) dan konservasi kawasan hijau eksisting. Adapun beberapa strategi untuk mengarahkan perkembangan kawasan industri pada submodel penggunaan lahan agar tetap memenuhi kriteria industri berkelanjutan adalah sebagai berikut:

a. Optimalisasi Fungsi Rencana Tata Ruang (RTRW/RDTR)

Konsistensi implementasi RTRW/RDTR menjadi faktor penting untuk memastikan bahwa kegiatan pengembangan industri yang berimplikasi pada konversi lahan telah ditetapkan dalam rencana pola ruang dan didukung dengan kajian teknis yang memadai. Kondisi tersebut juga diperkuat dengan data analisis spasial dinamik (Bab VI) yang menunjukkan bahwa sampai 20 tahun yang akan datang, di wilayah penelitian terjadi potensi simpangan (ketidaksesuaian) penggunaan lahan industri dengan rencana tata ruang sebesar 15%-20% tahun 2017 (masih batas toleransi) akan meningkat menjadi 30%-40% pada tahun 2037 (sudah harus ada perubahan/penggantian), artinya bahwa area terbangun yang sesuai dengan RTRW hanya mencapai $\pm 60\%$. Oleh karena itu strategi optimalisasi fungsi RTWR/RDTR perlu dilaksanakan melalui alternatif kegiatan antara lain;

- Redesign pola ruang pada substansi RTRW/RDTRW terutama zona peruntukan industri,

- Diseminasi regulasi tata ruang terhadap *stakeholder* pengguna ruang utama (pelaku industri)
- Pengaturan mekanisme pengendalian dan sanksi pelanggaran secara efektif

b. Pengaturan Insentif- Disinsentif pada KI dan KPI

Salah satu instrumen pengendalian pemanfaatan ruang (pasal 38 UU 26 Tahun 2007) adalah penerapan insentif dan disinsentif untuk memberikan keteraturan dan keadilan setiap pelaksanaan pembangunan yang menggunakan lahan/ruang. Pengaturan tersebut penting karena realisasi pengembangan industri yang berlokasi di Kawasan Industri (KI) maupun Kawasan Peruntukan Industri (KPI) belum sepenuhnya mengacu pada Undang-undang Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian maupun Peraturan Pemerintah Nomor 142 Tahun 2015 tentang Kawasan Industri, sehingga secara sporadis masih terdapat pembangunan industri menengah besar tidak berada di Kawasan Industri. Oleh karena itu untuk meminimalkan pengembangan industri di luar peruntukannya, maka diperlukan strategi pengaturan insentif disinsentif melalui alternatif kegiatan antara lain:

- Pembentukan regulasi tentang implementasi insentif disinsentif pengembangan industri
- Fasilitasi proses perijinan pengembangan industri yang sesuai dengan peruntukannya
- Skema intervensi infrastruktur atau finansial (pajak/retribusi) terhadap pengembangan industri
- Rasionalisasi peraturan kawasan industri (*estate regulation*) sehingga lebih mempunyai *business plan* yang menarik banyak investor.

c. Integrasi KLHS pada Program Pengembangan Kawasan

Pentingnya Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) atau *Strategic Environment Assessment* (SEA) adalah untuk memastikan bahwa perencanaan dan pelaksanaan pengembangan kawasan industri di Gresik sebagai sektor strategis tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan hidup dan tetap dapat mengadopsi prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) sebagaimana ditetapkan dalam undang-undang 32 Tahun 2009 dan Peraturan Pemerintah Nomor 46 Tahun 2016. Pada prinsipnya tujuan KLHS dalam setiap program pembangunan termasuk pengembangan kawasan industri yang tertuang dalam rencana tata ruang adalah untuk memberikan kepastian hukum, keterpaduan dan keharmonisan antar sektor, antar wilayah dan antar kewenangan (*stakeholder*). Kondisi tersebut dapat tercapai apabila substansi dari KLHS dirumuskan dari isu-isu strategis lingkungan ekologis, ekonomi, sosial dan kelembagaan, sehingga pelaksanaan pembangunan yang tidak sesuai dengan daya dukung dan daya tampung dapat diminimalisir. Oleh karena itu strategi mengintegrasikan KLHS dalam program pembangunan perlu dilaksanakan melalui alternatif kegiatan antara lain:

- Integrasi penyusunan KLHS dengan penyusunan / review RPJP/RPJMD
- Integrasi penyusunan KLHS dengan penyusunan / review RTRW/RDTR
- Sinkronisasi Substansi KLHS dengan dokumen lingkungan lainnya (AMDAL/UKL-UPL)

d. Penataan Wilayah Pesisir, Sempadan dan RTH

Kondisi geografis sebagian wilayah perkotaan Gresik merupakan kawasan pesisir dengan rona penggunaan lahan eksisting didominasi untuk pengembangan industri dan fasilitas pendukungnya seperti berdirinya 11 unit

dermaga/pelabuhan. Disamping itu juga terdapat beberapa sungai dari wilayah daratan yang bermuara ke laut dengan alur sungai melintasi kawasan industri. Berdasarkan hasil analisis spasial dinamik (penjelasan pada Bab VII) memproyeksikan akan terjadi pengalihan wilayah perairan menjadi area terbangun (reklamasi) sampai ± 800 ha untuk pengembangan industri dan fasilitas pendukungnya. Kondisi tersebut sangat potensial memberikan implikasi terhadap terganggunya ekosistem pantai, area mangrove, kenaikan air laut (rob air laut), penurunan fungsi dan dimensi aliran sungai ke muara laut serta area/jalur perahu para nelayan. Oleh karena itu untuk tetap menjaga keberlanjutan wilayah perkotaan Gresik tersebut diperlukan strategi penataan wilayah pesisir, sempadan dan RTH dengan beberapa alternatif kegiatan antara lain:

- Sinkronisasi deliniasi dan regulasi pemanfaatan wilayah pesisir, sungai dan RTH sesuai dengan peraturan yang berlaku.
- Revitalisasi fungsi sempadan pantai dan sempadan sungai sesuai dengan rencana tata ruang (RTRW/RZWP).
- Redesain tata guna lahan kawasan hasil reklamasi dengan mengadopsi konsep keseimbangan area terbangun dan area hijau.

e. Perlindungan Lahan Pertanian Produktif (LP2B)

Proses alih fungsi lahan produktif seperti lahan pertanian dan tambak di wilayah penelitian seluas 750 – 100 ha pada periode 20 tahun ke depan, yang tidak hanya berimplikasi pada aspek lingkungan fisik saja, tetapi juga berpengaruh pada aspek sosial dan ekonomi karena terjadinya pergeseran mata pencaharian penduduk. Syahrudin (2010) dalam penelitiannya juga merekomendasikan perlunya pengawasan dan antisipasi multidimensi atas konversi lahan pertanian menjadi lahan industri. Kondisi tersebut dapat terjadi karena keberadaan industri tidak dapat secara simultan mengatasi seluruh

dampak negatif akibat alih fungsi lahan. Disamping itu dalam konteks kebijakan dan kebutuhan pengamanan stok produksi pangan secara nasional juga harus menjadi pertimbangan. Oleh karena itu diperlukan strategi perlindungan lahan pertanian produktif melalui alternatif kegiatan antara lain:

- Integrasi regulasi tentang LP2B dalam setiap proses perijinan pengembangan industri.
- Inisiasi pengembangan industri hulu-hilir yang berbasis pada potensi sumber daya setempat (industri agropoplitan dan industri minapolitan).
- Kajian potensi lokasi industri baru yang tidak *overlapping* dengan lahan produktif.
- Pengaturan pola insentif-disinsentif sebagai upaya mempertahankan lahan produktif.

8.3.2 Program Keberlanjutan Submodel Lingkungan (Beban Limbah)

Berdasarkan hasil simulasi submodel dinamik beban limbah pada periode 20 tahun yang akan datang dari ketiga skenario menunjukkan peningkatan volume antara 48% - 68% (61.809 ton/hari). Kondisi tersebut juga telah diuraikan dalam laporan komisi WHO dalam dokumen OECD (1991) bahwa sektor industri pada umumnya memberikan kontribusi beberapa jenis bahan polutan ke dalam lingkungan secara signifikan. Keterangan yang sama oleh Daldjoeni (2003) dan Sharma (2013) bahwa di negara-negara yang terdapat aktifitas industri sebagian besar mengalami penurunan kualitas lingkungan akibat adanya infiltrasi polutan ke dalam media air, tanah maupun udara.

Peningkatan beban limbah berdasarkan hasil model dinamik tersebut terus bertambah setiap tahun ketika jumlah dan luasan industri mengalami peningkatan, sedangkan di sisi lain instrumen dan mekanisme pengelolaan limbah belum berfungsi secara efektif. Fenomena yang terjadi di wilayah perkotaan Gresik tersebut pada akhirnya akan berpotensi mempengaruhi kualitas

hidup penduduk yang disebabkan adanya akumulasi bahan pencemar lingkungan. Oleh karena itu untuk mengantisipasi trend negatif dari hasil submodel tersebut diperlukan pengaturan dan pengelolaan beban limbah dari hulu hilir melalui kebijakan penerapan konsep produksi bersih (*green industry-cleaner production*) dan peningkatan kapasitas minimasi limbah secara individual maupun kolektif. Adapun beberapa strategi untuk mengatur operasional kawasan industri pada submodel lingkungan (beban limbah) agar dapat memenuhi kriteria industri berkelanjutan adalah sebagai berikut:

a. Aktualisasi Pengaturan Ijin Lingkungan (AMDAL/UKL-UPL)

Fungsi AMDAL dan atau ijin lingkungan sebagaimana amanat Undang-Undang 32 tahun 2009 pada dasarnya adalah untuk menjamin bahwa pelaksana kegiatan industri akan melakukan pencegahan, pengelolaan dan penanganan dampak lingkungan. Namun demikian peranan AMDAL pada umumnya, termasuk di wilayah perkotaan Gresik belum sepenuhnya dapat memberikan manfaat maksimal dengan masih adanya kecenderungan penurunan parameter kelayakan lingkungan hidup akibat operasional industri. Kondisi tersebut sejalan dengan penjelasan Hermin Rosita (2009), bahwa terdapat lebih dari 9.000 dokumen AMDAL yang telah disetujui oleh pemerintah, namun demikian dokumen lingkungan tersebut belum dapat menjadi jaminan atas pencegahan kerusakan lingkungan. Hal tersebut karena penyusunan dokumen yang bersifat normatif formalitas, distorsi substansi dan lemahnya pengawasan maupun penegakan hukum di bidang lingkungan. Oleh karena itu diperlukan aktualisasi fungsi pengaturan ijin lingkungan (AMDAL) melalui beberapa alternatif kegiatan antara lain:

- Verifikasi substansi RPL-RKL pada proses penyusunan AMDAL dengan prioritas penyediaan teknologi ramah lingkungan.

- Pengaturan mekanisme monitoring, evaluasi dan pelaporan pelaksanaan AMDAL secara efektif.
- Pemberlakuan sistem penghargaan dan penindakan (*reward and punishment*) secara konsisten.

b. Pengaturan Desain Produksi Bersih (*Cleaner Production*)

Konsep pengembangan industri ramah lingkungan selayaknya dilakukan sejak proses awal (produksi) yang mampu menekankan manajemen efisiensi energi dan sumber bahan bakunya untuk mewujudkan kegiatan industri yang menghasilkan sedikit limbah. Dalam konteks pengelolaan limbah industri harus dilakukan pergeseran orientasi dari pengelolaan limbah yang dihasilkan proses produksi (*end of pipe treatment*) menjadi tindakan minimasi dan reduksi limbah yang bersifat pencegahan. Definisi minimasi adalah upaya mengurangi volume, konsentrasi dan toksisitas yang berasal dari proses produksi dengan jalan pengurangan atau pemanfaatan limbah dari sumbernya untuk meminimalisir penyebaran dan tingkat bahaya limbah bagi lingkungan maupun manusia. Oleh karena itu diperlukan strategi pengaturan desain produksi bersih (*cleaner production*) terhadap kawasan/perusahaan industri melalui beberapa kegiatan antara lain:

- Inisiasi penggunaan energi dan bahan baku produksi terbarukan yang ramah lingkungan.
- Penguatan sistem produksi yang ramah lingkungan setiap kegiatan industri dengan konsep 3 R (*reduce, reuse, recycle*).
- Penguatan sistem pengelolaan limbah B3 yang efektif yaitu limbah yang bersifat beracun, sangat reaktif, mudah meledak, mudah terbakar, korosif dan dapat menyebabkan penyakit/infeksi).

c. Penerapan Konsep Simbiosis Industri

Penataan industri dalam suatu kawasan industri pada dasarnya dimaksudkan untuk efisiensi sumber daya, kemudahan penyediaan infrastruktur dan efektifitas dalam pengelolaan lingkungan. Kondisi tersebut seperti diuraikan oleh Dasroches (2004) dan Sudanti (2013) bahwa dengan penempatan dalam satu kawasan diharapkan terjadi kerjasama antara industri dalam bentuk penyediaan instalasi pengolahan limbah bersama, pemanfaatan kelebihan pasokan air dan energi, pertukaran produk samping (*waste exchange*) dan pemanfaatan limbah sebagai bahan baku (*waste to product*). Namun demikian, di wilayah penelitian dengan berbagai latar belakang permasalahannya, belum dapat dijalankan secara maksimal karena masih banyak kegiatan industri di luar kawasan dan peran manajemen pengelola kawasan yang belum optimal. Oleh karena itu diperlukan strategi penerapan konsep simbiosis industri untuk mereduksi potensi beban limbah melalui alternatif kegiatan antara lain:

- Internalisasi substansi penerapan simbiosis industri dalam dokumen lingkungan.
- Optimalisasi peran pengelola kawasan dalam mendorong simbiosis industri yang dituangkan dalam *estate regulation*.
- Fasilitasi kemitraan pengelolaan limbah (daur ulang 3R) dengan perusahaan lokal yang memenuhi kualifikasi.

d. Penguatan Mekanisme Money dan Audit Lingkungan

Upaya untuk mengurangi laju pertumbuhan beban limbah akibat operasional industri eksisting akan lebih maksimal jika dilaksanakan secara kolaboratif antara perangkat pemerintah dengan pelaku industri. Undang-undang 32

Tahun 2009 tentang PPLH, mengamanatkan kepada pemerintah dengan instrumen dinas terkait untuk melaksanakan pemantauan dan pengawasan, sedangkan pelaku industri diberikan arahan untuk dapat melakukan audit lingkungan dalam rangka meminimalisir potensi limbah dan eksternalitas negatif lainnya. Di wilayah perkotaan Gresik yang telah beroperasi ratusan industri besar menengah secara akumulatif akan berkontribusi terhadap volume polutan yang menjadi beban lingkungan pada masa yang akan datang. Oleh karena itu diperlukan strategi penguatan mekanisme monitoring dan evaluasi serta audit lingkungan melalui beberapa alternatif kegiatan antara lain:

- Sinkronisasi sistem pelaporan, pemantauan, pengawasan dan audit lingkungan dengan standar prosedur (SOP) yang mudah dan efektif.
- Fasilitasi pencapaian standar mutu emisi dan limbah industri sesuai dengan ketentuan peraturan yang berlaku.
- Advokasi dan peningkatan kapasitas divisi pengelolaan lingkungan pada perusahaan industri.

e. Pemenuhan PSU Pengelolaan Limbah

Efektifitas pengelolaan limbah industri sangat dipengaruhi ketersediaan dan fungsi prasarana, sarana dan utilitas (PSU) dari masing-masing industri dan atau PSU kawasan. Upaya minimasi limbah dari hulu dengan rekayasa terhadap perangkat mesin produksi menjadi domain setiap industri, sedangkan pengelolaan limbah cair dan limbah padat hasil proses produksi (hilir) dapat dikelola secara komunal sehingga pengelola kawasan harus menyediakan instalasi pengolahan limbah cair (IPLT) dan tempat pengolahan sampah terpadu (TPST). Ketersediaan dan fungsi PSU limbah tersebut di wilayah penelitian belum sesuai standar kebutuhan sehingga upaya minimasi

limbah tidak akan berjalan efektif. Oleh karena itu diperlukan strategi pemenuhan PSU pengelolaan limbah dengan beberapa alternatif kegiatan antara lain:

- Fasilitasi peningkatan kapasitas sarana prasarana pengelolaan limbah pada industri polutan.
- Fasilitasi penyediaan dan atau peningkatan kapasitas sarana prasarana pengelolaan limbah komunal untuk kawasan industri.
- Pemberian insentif disinsentif terhadap perusahaan industri dan kawasan industri atas penyediaan PSU pengelolaan limbah.

8.3.3 Program Keberlanjutan Submodel Ekonomi (Pendapatan Perkapita)

Hasil simulasi submodel dinamik ekonomi dengan parameter pendapatan perkapita pada periode 20 tahun yang akan datang menunjukkan adanya peningkatan sebesar 400% yaitu dari 70,71 juta/tahun menjadi 270-280 juta/tahun. Peningkatan tersebut juga linier dengan peningkatan kegiatan investasi, peningkatan PAD, APBD dan PDRB Kabupaten Gresik dengan $\pm 49\%$ dari kontribusi sektor industri. Kondisi tersebut dapat dijelaskan dengan teori pusat pertumbuhan yang diterapkan oleh banyak negara yaitu bahwa dengan pemusatan kegiatan industri dengan aglomerasinya secara signifikan dapat meningkatkan kesejahteraan (pendapatan perkapita) penduduk.

Output model dinamik yang menunjukkan korelasi antara perkembangan industri dengan pendapatan perkapita tersebut dapat berlaku secara konsisten bilamana asumsi variabel-variabel lainnya yang mempengaruhi model dapat dipenuhi. Oleh karena itu untuk dapat mempertahankan trend positif dari hasil submodel tersebut diperlukan kebijakan peningkatan investasi sektor industri, peningkatan PAD dari sektor industri serta keberpihakan alokasi APBD untuk sektor ekonomi produktif. Adapun beberapa strategi untuk mengarahkan

perkembangan kawasan industri pada submodel ekonomi sehingga dapat mendukung tercapainya industri berkelanjutan adalah sebagai berikut:

a. Penyederhanaan Sistem Perijinan Usaha

Perijinan usaha secara filosofis berfungsi untuk memberikan panduan agar pelaksanaan pembangunan dan operasional kegiatan industri dapat mengakomodir peraturan yang berlaku sehingga dapat meminimalisir potensi dampak negatif terhadap aspek yang lain. Namun demikian di sisi yang lain, proses dan sistem perijinan seringkali tidak linier dengan tujuan tersebut dan sebagian dipersepsikan sebagai faktor penghambat pelaksanaan investasi.

Pemerintah telah berupaya untuk mendorong agar indeks kemudahan kegiatan berusaha (*ease of doing business*) melalui Peraturan Pemerintah Nomor 24 tahun 2018 tentang Pelayanan Perizinan Berusaha Terintegrasi Secara Elektronik). Secara faktual pelaksanaan kebijakan tersebut belum dapat diimplementasikan secara optimal oleh pemerintah daerah dan stakeholder terkait, disamping itu juga terdapat permasalahan teknis selain aspek regulasi seperti aspek kelembagaan, aspek teknologi dan sosial budaya. Oleh karena itu diperlukan strategi penyederhanaan sistem perijinan usaha melalui alternatif kegiatan antara lain:

- Sinkronisasi regulasi terkait perijinan usaha dalam bentuk Standar Operasional Prosedur (SOP) yang efektif.
- Redesain mekanisme pelayanan dan kelembagaan perijinan usaha yang efektif dan efisien.
- Optimalisasi penggunaan perangkat multimedia digital untuk kecepatan dan kemudahan proses perijinan.
- Optimalisasi fungsi pengelola kawasan untuk fasilitasi proses perijinan *tenant* industri.

b. Pemberdayaan UMKM (*Linkage Program*)

Usaha mikro, kecil dan menengah (UMKM) mempunyai kontribusi terhadap perekonomian dalam kemampuan menyerap tenaga kerja lebih dari 60%,

Disamping itu UMKM tersebut merupakan kegiatan ekonomi yang relatif *sustainable* terhadap pengaruh fluktuasi kondisi ekonomi makro, seperti bukti

yang terjadi pada krisis ekonomi Indonesia tahun 1998. Sedangkan dari

klasifikasi UMKM tersebut menurut data BPS tahun 2015 adalah didominasi

oleh usaha mikro (lebih dari 95%). Wilayah perkotaan Gresik dengan

pertumbuhan 3 (tiga) kawasan industri eksisting dengan klasifikasi industri

yang berkembang merupakan industri besar dan multinasional, diharapkan

tidak kontraproduktif terhadap UMKM, tetapi sebaliknya dapat menciptakan

multiplier effect positif bagi kegiatan UMKM. Oleh karena itu untuk

memastikan peran UMKM dalam peningkatan pendapatan perkapita

sebagaimana output model dinamik tersebut, diperlukan strategi

pemberdayaan dengan pola kemitraan (*linkage program*) UMKM dengan

Industri besar melalui alternatif kegiatan antara lain:

- Optimalisasi penggunaan *corporate social responsibility* (CSR) untuk pemberdayaan UMKM
- Peningkatan skema kemudahan akses permodalan untuk UMKM
- Peningkatan program kemitraan usaha dengan skema pemanfaatan bahan residu/limbah produksi
- Pelatihan teknis para pelaku UMKM untuk peningkatan skill dan kualitas produk usaha.

c. Peningkatan Kapasitas Ekonomi Lokal (Industri dan Pariwisata)

Perekonomian nasional yang mengandalkan peran industri manufaktur dalam periode 5 tahun terakhir belum mampu mendorong pertumbuhan ekonomi yang stagnan berkisar $\pm 5\%$, dengan komposisi kontribusi sektor manufaktur menurun dari $\pm 30\%$ menjadi $\pm 20\%$ (Kemenperind, 2018). Selanjutnya untuk menggerakkan perekonomian di era digital ini, maka dikembangkan konsep industri 4.0 dalam bentuk industri kreatif yang disinergikan dengan pengembangan potensi sektor pariwisata. Di wilayah penelitian juga terdapat beberapa potensi lokasi pariwisata dan ekonomi kreatif yang dapat dikembangkan seperti pariwisata ziarah sunan dan heritage, kerajinan, moment budaya dan kuliner khas Gresik yang ditargetkan untuk mengantisipasi bilamana terjadi penurunan peran industri manufaktur dalam meningkatkan pendapatan perkapita masyarakat. Oleh karena itu diperlukan strategi peningkatan kapasitas ekonomi lokal dengan sinergi sektor industri dan pariwisata melalui alternatif kegiatan antara lain:

- Revitalisasi lokasi destinasi wisata baru yang berbasis karakteristik alam, budaya lokal dan tematik industri.
- Penyelenggaraan event-event budaya untuk promosi destinasi wisata, produk khas lokal dan tema industri khusus.
- Fasilitasi pembentukan media komunikasi dan promosi antar *stakeholder* terkait.
- Fasilitasi pengembangan industri kreatif yang berbasis komunitas lokal dan teknologi digital.

d. Optimalisasi PAD dan Rasionalisasi Pelaksanaan APBD

Perkembangan Pendapatan Asli Daerah (PAD) dan Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) menjadi salah satu ukuran kapasitas pemerintah daerah dalam menggerakkan pembangunan. Besarnya PAD menggambarkan potensi kegiatan ekonomi daerah, sedangkan besarnya APBD menunjukkan potensi kemampuan intervensi pemerintah daerah untuk melaksanakan program dan kegiatan pembangunan. Berdasarkan asumsi submodel dinamik ekonomi menjelaskan bahwa kontribusi PAD Gresik terhadap APBD sebesar $\pm 33\%$ yang dominasinya bersumber dari pajak dan retribusi kegiatan industri, sehingga jika kegiatan industri mengalami fluktuasi akan berimplikasi terhadap besarnya PAD, APBD, PDRB dan akhirnya berpengaruh pada besarnya pendapatan perkapita masyarakat serta tingkat keberlanjutan ekonomi. Oleh karena itu diperlukan strategi optimalisasi PAD dan rasionalisasi pelaksanaan APBD dengan alternatif kegiatan antara lain:

- Intensifikasi dan ekstensifikasi sumber pendapatan asli daerah (PAD) yang belum optimal.
- Peningkatan kapasitas kelembagaan, media dan sistem pembayaran PAD yang cepat dan mudah.
- Penerapan mekanisme *reward and punishment* secara proporsional dan berkeadilan.
- Peningkatan alokasi anggaran untuk pemberdayaan ekonomi lokal yang produktif dan berdampak luas.

8.3.4 Program Keberlanjutan Submodel Sosial (Pengangguran)

Berdasarkan hasil simulasi submodel dinamik sosial (tingkat pengangguran) pada periode 20 tahun yang akan datang menunjukkan adanya penurunan angka pengangguran hingga mencapai 0-1 % atau bahkan sampai angka negatif (-3.583 jiwa). Kondisi tersebut mendeskripsikan bahwa perkembangan luas lahan dan jumlah industri berpengaruh signifikan terhadap upaya mengurangi angka pengangguran di wilayah penelitian. Kecenderungan data tersebut sejalan dengan penelitian Purwasih, H dan Soesatyo, Y (2017) yang menjelaskan bahwa salah satu ukuran keberhasilan pembangunan ekonomi dengan industrialisasi adalah terbukanya lapangan kerja sampai pada kondisi tidak ada pengangguran (*unemployment*), meskipun sulit dicapai, tetapi jika prasyarat terpenuhi maka kondisi ideal tersebut dapat terwujud.

Prasyarat kondisi untuk operasionalisasi model dinamik tersebut bersumber dari beberapa aspek yang berpengaruh seperti; laju pertumbuhan penduduk dan prosentase penduduk usia produktif, laju pertumbuhan industri baik industri besar, menengah maupun industri kecil yang membutuhkan tenaga kerja. Disamping itu juga didukung dengan kebijakan bahwa penyerapan tenaga kerja sektor industri dapat diprioritaskan bagi penduduk di wilayah penelitian. Oleh karena itu untuk memastikan output model tersebut dapat diwujudkan secara berkelanjutan, maka diperlukan kebijakan peningkatan kapasitas modal sosial (*social capital*) masyarakat setempat dan peningkatan skill angkatan kerja agar sesuai dan adaptif dengan kebutuhan industri melalui beberapa strategi sebagai berikut:

a. Perluasan Penciptaan Lapangan Kerja Sektor Industri

Penyerapan tenaga kerja dari sektor industri manufaktur berdasarkan data nasional menunjukkan dari 3 tahun terakhir masih cukup besar yaitu sekitar

15 - 17 %, sedangkan upaya yang dilakukan untuk memacu pertumbuhan industri adalah pembenahan aspek investasi, teknologi dan sumber daya manusia (Kemenperin, 2018). Tingkat penyerapan tenaga kerja sektor industri manufaktur tersebut juga terjadi di wilayah penelitian dengan proporsi lebih tinggi yaitu sekitar 25%-27% dari jumlah penduduk, meskipun angka tersebut belum maksimal sesuai dengan target yang diharapkan jika dibandingkan dengan banyaknya jumlah perusahaan yang beroperasi dan kontribusi sektor industri terhadap PDRB sebesar ± 49 %. Oleh karena itu diperlukan strategi untuk mengoptimalkan penciptaan lapangan pekerjaan secara langsung maupun tidak langsung terkait dengan aktifitas industri di wilayah perkotaan Gresik dengan beberapa alternatif kegiatan antara lain:

- Pengelolaan dana CSR perusahaan untuk peningkatan kuantitas dan kualitas lapangan pekerjaan baru
- Pengaturan insentif fiskal terhadap perusahaan industri padat karya (*labor intensive*)
- Rasionalisasi Upah Minimum untuk Peningkatan Kapasitas Perusahaan Menyerap tenaga Kerja

b. Peningkatan Ketrampilan dan Teknologi untuk Angkatan Kerja

Era perkembangan global dari sektor industri berlangsung cepat dari model industri konvensional akan terus bertransformasi menjadi industri yang berorientasi teknologi tinggi dengan paradigma revolusi industri 4.0. Perubahan kategori industri tersebut akan berimplikasi pada tuntutan peningkatan kualitas SDM ketenagakerjaan, penguasaan teknologi dan penyesuaian ekosistem industri. Selanjutnya sangat potensial akan terjadi pergeseran alokasi investasi dari industri manufaktur berganti menjadi industri

kreatif berbasis teknologi digital. Kondisi tersebut tidak diperhitungkan dengan asumsi submodel sosial (tingkat pengangguran) di wilayah penelitian dan dapat mengalami disorientasi output (tidak berkelanjutan) jika tidak ada penyesuaian dan antisipasi menghadapi perubahan besar paradigma tersebut. Oleh karena itu diperlukan strategi peningkatan ketrampilan dan teknologi untuk angkatan kerja melalui beberapa alternatif kegiatan antara lain:

- Optimalisasi fungsi balai latihan kerja milik pemerintah maupun milik perusahaan industri.
- Pelaksanaan standarisasi keahlian dan kompetensi angkatan kerja sesuai kebutuhan
- Deregulasi untuk akselerasi pertumbuhan lapangan kerja dari sektor ekonomi digital.

c. Penguatan *Link and Match* Sektor Pendidikan dan Sektor Industri

Pertambahan angka pengangguran pada prinsipnya bersumber dari jumlah lapangan pekerjaan yang tersedia lebih sedikit dibanding dengan jumlah pencari kerja. Dalam kondisi dan wilayah tertentu, pengangguran juga dapat disebabkan adanya kompetensi pencari kerja tidak sesuai dengan yang dibutuhkan dan ketidakmampuan tenaga kerja untuk memenuhi kualifikasi teknis sesuai perkembangan, sehingga berpotensi adanya pemutusan hubungan kerja. Fenomena nasional yang terjadi, termasuk di wilayah penelitian adalah meningkatnya jumlah pengangguran terdidik, yaitu pengangguran yang berlatar belakang lulusan sekolah menengah kejuruan, program diploma dan universitas. Hal tersebut mengindikasikan adanya kesenjangan kualitas suplai tenaga kerja (lulusan pendidikan) dengan

kualitas permintaan (tenaga kerja) dari dunia usaha. Untuk meminimalisir kecenderungan negatif tersebut dan memastikan output model dinamik pengurangan pengangguran tetap memenuhi kategori berkelanjutan, maka diperlukan strategi penguatan *link and match* sektor pendidikan dengan sektor industri melalui beberapa alternatif kegiatan antara lain:

- Penyesuaian muatan khusus kurikulum pendidikan vokasi berbasis pada pasar tenaga kerja (*labour market based*) dan kewirausahaan (*entrepreneur*).
- Peningkatan kegiatan magang kerja pelajar/mahasiswa pada perusahaan/institusi sesuai dengan bidangnya
- Fasilitasi pelaksanaan bursa kebutuhan kerja (*Job Fair*) bagi perusahaan/industri

d. Optimalisasi Penyerapan Tenaga Kerja Lokal

Proses pembangunan suatu daerah/kawasan dapat berjalan efektif jika menerapkan pola kemitraan antara pemerintah (government), masyarakat (citizen/people/ community) dan dunia usaha (corporate). Sinergi dari ketiga *stakeholder* utama tersebut sebagai jaminan adanya keberlanjutan lingkungan, ekonomi dan sosial. Salah satu aspek sosial yang harus diperhatikan dalam pembangunan kawasan industri adalah melibatkan warga setempat dalam proses awal perencanaan, kegiatan konstruksi sampai operasional perusahaan sebagai bagian komponen produksi (tenaga kerja). Untuk memastikan asumsi model dinamik sosial dapat berlaku efektif di wilayah penelitian yang sampai saat ini masih tinggi akan penganggurannya ($\pm 5\%$), maka informasi Jumlah kebutuhan tenaga kerja, proses penerimaan tenaga kerja dan penggunaan sumber daya harus memprioritaskan potensi

lokal. Jika tidak terpenuhi, maka akan berimplikasi pada ketidakharmonisan hubungan industrial dengan masyarakat dan pada akhirnya dapat mengganggu keberlanjutan usaha. Oleh karena itu diperlukan strategi optimalisasi penyerapan tenaga kerja lokal melalui beberapa alternatif kegiatan antara lain:

- Pengaturan ketentuan teknis penggunaan material lokal (*local content*) dan tenaga kerja lokal.
- Pembentukan media informasi dan komunikasi neraca ketenagakerjaan (*stock and demand*) untuk Rekrutment Tenaga Kerja
- Pemantauan dan Pengawasan Pelaksanaan Regulasi Ketenagakerjaan sektor Industri.

8.4. Kebijakan dan Rekomendasi Implementasi Model Dinamik

Berdasarkan analisa terhadap sumber data dari prasyarat kondisi pada uraian di atas dapat di rumuskan matrik kebijakan dan rekomendasi implementasi model dinamik pengembangan kawasan industri berkelanjutan sebagaimana Tabel 8.10. Sedangkan arahan kebijakan umum untuk mewujudkan keberlanjutan berpedoman pada kecenderungan (trend) hasil output model yang dapat dikategorikan menjadi 2 yaitu; (1) kebijakan pengendalian laju model dinamik dan mitigasi dampak negatif yang diterapkan pada submodel penggunaan lahan dan submodel lingkungan. Kondisi tersebut diperlukan karena kedua subomdel menghasilkan kecenderungan menimbulkan eksternalitas negatif bagi keberlanjutan; (2) kebijakan peningkatan laju model dinamik dan optimalisasi faktor pendorong (*driving factors*) yang diberlakukan pada submodel ekonomi dan submodel sosial. Kondisi tersebut dapat dilaksanakan karena kedua submodel menghasilkan kecenderungan dampak

positif terhadap indeks keberlanjutan perkembangan kawasan industri di wilayah perkotaan Gresik.

Tabel 8.3 Kebijakan dan Rekomendasi Implementasi Model Dinamik Pengembangan Kawasan Industri Berkelanjutan

Output Model (Tujuan)	Kebijakan (Sasaran Faktor Kunci)	Strategi (Program)
Penggunaan Lahan (Pengendalian Alih Fungsi Lahan)	1. Penatagunaan Lahan (<i>Landuses</i>) 2. Konservasi Kawasan Lindung	a. Optimalisasi Fungsi Rencana Tata Ruang (RTRW/RDTR) b. Pengaturan Insentif- Disinsentif pada KI dan KPI c. Integrasi KLHS pada Program Pengembangan Kawasan d. Penataan Wilayah Pesisir, Sempadan dan RTH e. Perlindungan Lahan Pertanian Produktif (LP2B)
Lingkungan (Pengelolaan Limbah)	1. Penerapan Teknologi Bersih (<i>Green Industry</i>) 2. Peningkatan Kapasitas Minimasi Limbah	a. Aktualisasi Pengaturan Ijin Lingkungan (AMDAL/UKL-UPL) b. Pengaturan Desain Produksi Bersih (<i>Cleaner Production</i>) c. Penerapan Konsep Simbiosis Industri d. Penguatan Mekanisme Monev dan Audit Lingkungan e. Pemenuhan PSU Pengelolaan Limbah
Ekonomi (Peningkatan Pendapatan Perkapita)	1. Peningkatan Ekonomi Produktif (PDRB) 2. Peningkatan PAD dan Efektifitas Alokasi APBD	a. Penyederhanaan Sistem Perijinan Usaha b. Pemberdayaan UMKM (<i>Linkage System</i>) c. Peningkatan Kapasitas Ekonomi Lokal (Industri dan Pariwisata) d. Optimalisasi PAD dan Rasionalisasi APBD
Sosial (Penurunan Pengangguran)	1. Pemberdayaan Kapasitas Sosial (<i>Social Capital</i>) 2. Peningkatan Kapasitas Ketenagakerjaan	a. Optimalisasi Penciptaan Lapangan Kerja Sektor Industri b. Peningkatan Ketrampilan dan Teknologi Angkatan Kerja c. Penguatan <i>Link and Match</i> Sektor Pendidikan dan Sektor Industri d. Optimalisasi Penyerapan Tenaga Kerja Lokal

Keterangan : Masing-masing Strategi (Program) Dijabarkan dengan Kegiatan yang Bersifat Teknis

BAB IX PENUTUP

Model dinamik pengembangan kawasan industri berkelanjutan di wilayah perkotaan Gresik disusun dengan berlandaskan pada penilaian kondisi eksisting dan faktor-faktor penguangkit yang dihasilkan dari analisis sistem dinamik dan spasial dinamik. Pengukuran status keberlanjutan industri di wilayah perkotaan Gresik dan prediksi perkembangannya di masa yang akan datang diperlukan sebagai acuan kebijakan untuk mewujudkan sektor industri yang menguntungkan secara ekonomi, layak secara sosial dan pengelolaan yang ramah dari aspek lingkungan dan teknologi.

Untuk mewujudkan dan atau mempertahankan kawasan industri, kota industri maupun daerah industri berkelanjutan saat ini dan masa yang akan datang, maka diperlukan strategi yang harus dijalankan secara kolektif dan berkesinambungan oleh semua *stakeholder* yaitu; pemerintah melalui perangkat dinas teknis terkait, pengelola kawasan/*tenant* industri, tokoh masyarakat dan pakar/pemerhati lingkungan dengan acuan program dan kegiatan sebagaimana hasil model dinamik penelitian ini.

Pengembangan kawasan (spasial) industri yang terpusat di sepanjang jalur pantura dan pesisir pada waktu mendatang akan mencapai batas daya dukung dan daya tampung kawasan, sehingga dalam waktu 20 tahun ke depan diperlukan kajian alternatif lokasi di wilayah/kecamatan lain yang memenuhi kriteria kesesuaian lokasi, aksesibilitas dan ketersediaan sarana prasarannya.

Sedangkan perkembangan lahan industri yang masif dan mengkonversi lahan tambak maupun sawah akan membawa implikasi pergeseran profesi (jenis pekerjaan) masyarakat yang harus diantisipasi oleh dinas instansi terkait karena

tidak semuanya dapat tertampung atau memenuhi kualifikasi bekerja di sektor industri supaya tidak terjadi permasalahan sosial (*social conflict*).

Berdasarkan simulasi model dinamik dan trend hasil indikator lingkungan, maka yang harus dikendalikan adalah peningkatan produksi limbah yang potensial semakin menurunkan kualitas ekologis dengan penerapan mekanisme insentif-disinsentif dan atau jasa ekosistem terhadap setiap kegiatan industri.

Disamping itu diperlukan review terhadap beberapa regulasi (undang-undang, peraturan pemerintah dan peraturan teknis menteri) yang saat ini lebih dominan mengatur tentang ketentuan pembangunan (baru) kawasan industri dengan menambahkan substansi untuk pengaturan dan penataan kawasan/zona industri lama agar dapat bertransformasi menjadi kawasan industri yang ramah lingkungan (*eco industrial park*).

Penelitian ini telah menghasilkan penilaian indikator keberlanjutan kawasan industri dan perusahaan non kawasan industri sekaligus yang dianalisis dengan asumsi data terbanyak (modus) terhadap dua jenis kelompok industri, sehingga tidak mutlak berlaku untuk semua perusahaan industri. Sedangkan implementasi beberapa model dinamik yang disusun dalam penelitian ini menggunakan asumsi-asumsi dan data pada wilayah penelitian dan bilamana diterapkan untuk wilayah lain diperlukan penyesuaian asumsi dan data yang relevan untuk mendapatkan hasil proyeksi yang lebih akurat.

Penelitian keberlanjutan dan sistem dinamik bersifat multidimensi, kompleks dan dinamis. Oleh karena itu untuk dapat menghasilkan output dan rekomendasi yang akurat, maka untuk penelitian sejenis atau untuk kebutuhan perencanaan selanjutnya dilakukan dengan dukungan data informasi dan metode analisis yang terintegrasi.





DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Hal
1	Skoring Kuesioner Penilaian Status Keberlanjutan	323
2	Rekapitulasi Data Kuesioner untuk Analisis Prospektif (PPA) Kawasan Industri	336
3	Rekapitulasi Data Kuesioner untuk Analisis Prospektif (PPA) untuk Non Kawasan Industri	337
4	Rekapitulasi Data Kuesioner untuk Analisis AHP Penentuan Faktor faktor yang berpengaruh dalam Perkembangan Kawasan Industri ..	338
5	Data Analisis Sistem Dinamik Pengembangan Kawasan Industri	339
6	Jurnal Analisis Keberlanjutan Perkembangan Kawasan Industri	
7	Jurnal Dinamika Spasial Kawasan Industri di Perkotaan Gresik	
8	Jurnal Model Dinamik Pengembangan Kawasan Industri Berkelanjutan	

Lampiran 1. Skoring Kuesioner Penilaian Status Keberlanjutan

PETUNJUK PENGISIAN

1. Pengertian **Kawasan Industri (KI)** adalah : Tempat pemusatan beberapa kegiatan/tenant industri pengolahan yang dilengkapi sarana prasarana dan dikelola oleh perusahaan kawasan industri : contoh Kawasan Industri di Gresik adalah (Kawasan Industri Gresik/KIG; Kawasan Industri Maspion/KIM; Kawasan Industri JIPE).
2. Sedangkan **Industri Non Kawasan (NKI)** adalah perusahaan industri yang telah beroperasi dan berlokasi pada zona peruntukan industri di luar ketiga kawasan industri tersebut pada point 1.
3. Setelah mengisi kuesioner ini mohon Bapak/Ibu dapat memberikan kembali kepada yang menyerahkan kuesioner ini.
4. Keterangan Alternatif Jawaban dan Skor sesuai dengan kriteria :
 - a. Baik : skor 3
 - b. Sedang : skor 2
 - c. Rendah : skor 1

No	Dimensi & Indikator	Rekapitulasi Skor		Kriteria Penilaian
A	Dimensi Ekologi & Spasial	KI	NKI	
1	Kesesuaian peruntukan tata ruang untuk industri	3	3	<u>Baik</u> Lebih dari 80% bangunan industri terletak pada wilayah/kawasan yang sesuai Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Gresik <u>Sedang</u> Antara 50% - 80% bangunan industri terletak pada wilayah/kawasan yang sesuai Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Gresik <u>Rendah</u> Kurang dari 50% bangunan industri terletak pada wilayah/kawasan yang sesuai Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Gresik
2	Pengaturan tata guna lahan (<i>landuse</i>) industri dan kawasan sekitarnya	2	1	<u>Baik</u> Area industri terpisah dengan penggunaan lahan untuk kegiatan lainnya seperti; permukiman atau perdagangan jasa <u>Sedang</u> Area industri berdekatan dengan penggunaan lahan untuk kegiatan lainnya seperti; permukiman atau perdagangan jasa

				tetapi sudah ada batas pemisah (<i>buffer zone</i>) <u>Rendah</u> Area industri berdekatan/ berdampingan dengan penggunaan lahan untuk kegiatan lainnya seperti permukiman atau perdagangan jasa dan tidak terdapat <i>buffer zone</i>
3	Pengaturan Koefisien Dasar Bangunan / KDB (<i>prosentase lahan yang didirikan bangunan dari keseluruhan lahan yang diijinkan</i>)	2	2	<u>Baik</u> Maksimal luasan 50% lahan yang didirikan bangunan atau dijadikan kavling industri dan selebihnya untuk sarana prasarana <u>Sedang</u> Luasan antara 50% - 70% lahan yang didirikan bangunan atau dijadikan kavling industri dan selebihnya untuk sarana prasarana <u>Rendah</u> Luasan lebih dari 70% lahan yang didirikan bangunan / kavling industri dan selebihnya untuk sarana prasarana
4	Kecukupan Ruang Terbuka Hijau (RTH)	2	1	<u>Baik</u> Luasan lebih dari 20% ketersediaan ruang terbuka hijau (RTH) dengan komposisi pohon peneduh yang cukup <u>Sedang</u> Luasan antara 10% - 20% ketersediaan ruang terbuka hijau (RTH) dengan komposisi pohon peneduh yang cukup <u>Rendah</u> Kurang dari 10% ketersediaan ruang terbuka hijau (RTH) dengan komposisi pohon peneduh yang tidak memadai
5	Keterpaduan ekosistem alam dan bangunan area industri	2	2	<u>Baik</u> Dalam pembangunan Area industri tetap mempertahankan landsekap dan hidrologi alami (seperti danau, sungai, embung, bukit atau lainnya) <u>Sedang</u> Dalam pembangunan area industri hanya mempertahankan sebagian landsekap dan hidrologi alami (seperti danau, sungai, embung, bukit atau lainnya) <u>Rendah</u> Dalam pembangunan area industri merubah sebagian besar landsekap dan hidrologi alami (seperti danau, sungai, embung, bukit atau lainnya)
6	Pengelolaan wilayah pesisir / sempadan dan keanekaragaman	1	2	<u>Baik</u> Melaksanakan konservasi kawasan perairan/pesisir atau sempadan dan

	hayati			mempertahankan keanekaragaman hayati <u>Sedang</u> Melaksanakan konservasi kawasan perairan/pesisir atau sempadan dan mempertahankan keanekaragaman hayati secara terbatas <u>Rendah</u> Keberadaan industri banyak merubah keberadaan dan fungsi kawasan perairan / sempadan dan keanekaragaman hayati
7	Penggunaan energi terbarukan	2	2	<u>Baik</u> Kegiatan industri menggunakan energi (bahan bakar dan listrik) yang terbarukan secara lebih efisien <u>Sedang</u> Kegiatan industri menggunakan sebagian energi (Bahan bakar atau listrik) yang terbarukan secara efisien <u>Rendah</u> Kegiatan industri tidak menggunakan energi (BBM maupun listrik) terbarukan
8	Tingkat pemanfaatan air tanah	2	2	<u>Baik</u> Kegiatan industri tidak menggunakan air bawah tanah (ABT) tetapi dari air permukaan / PDAM <u>Sedang</u> Kegiatan industri menggunakan air bawah tanah tetapi ada upaya konservasi dengan resapan air/biopori <u>Rendah</u> Kegiatan industri masih menggunakan air bawah tanah selama masih memungkinkan
9	Pengelolaan limbah domestik (sampah) dan limbah B3	2	2	<u>Baik</u> Telah melaksanakan proses pengolahan limbah domestik (sampah) sendiri dan mempunyai TPS limbah B3 dalam area pabrik <u>Sedang</u> Tidak ada pengolahan sendiri, tetapi sampah langsung diangkut ke TPS/TPA secara berkala dan atau mempunyai TPS limbah B3 <u>Rendah</u> Tidak ada pengolahan sampah sendiri, pengangkutan sampah ke TPS/TPA tidak kontinyu dan tidak mempunyai TPS limbah B3
10	Tingkat pencemaran air dan sanitasi lingkungan	1	1	<u>Baik</u> Kegiatan produksi tidak menghasilkan limbah cair sehingga tidak menimbulkan pencemaran air maupun merusak sanitasi

				lingkungan
				<u>Sedang</u> Kegiatan produksi menghasilkan limbah cair tetapi sudah dilakukan pengelolaan sehingga masih dibawah ambang batas
				<u>Rendah</u> Kegiatan produksi menghasilkan limbah cair yang belum maksimal pengelolaannya
11	Tingkat pencemaran udara	1	1	<u>Baik</u> Kegiatan produksi tidak menghasilkan polutan maupun kebisingan sehingga tidak menimbulkan pencemaran udara <u>Sedang</u> Kegiatan produksi menghasilkan polutan dan atau kebisingan tetapi telah dilokalisir dalam media/sarana yang memadai <u>Rendah</u> Kegiatan produksi menghasilkan pencemaran udara (polutan dan atau kebisingan) yang belum dapat teratasi
B	Dimensi Ekonomi			
12	Tingkat pendapatan dan keuntungan perusahaan	3	3	<u>Baik</u> Biaya produksi dan operasional perusahaan lebih rendah dari pendapatan hasil penjualan produksi, sehingga memperoleh keuntungan dan BEP yang relatif cepat <u>Sedang</u> Biaya produksi dan operasional perusahaan lebih rendah atau sama dengan pendapatan hasil penjualan produksi dengan BEP yang relatif lama <u>Rendah</u> Biaya produksi dan operasional perusahaan lebih tinggi dari pendapatan hasil penjualan produksi
13	Tingkat kesejahteraan karyawan industri	3	3	<u>Baik</u> Semua karyawan industri memperoleh pendapatan di atas nilai upah minimum (UMR) <u>Sedang</u> Hanya sebagian karyawan industri memperoleh pendapatan sesuai nilai upah minimum (UMR) <u>Rendah</u> Tidak ada karyawan industri yang memperoleh pendapatan di atas nilai upah minimum (UMR)
14	Tingkat pertumbuhan ekonomi	2	2	<u>Baik</u> Tingkat pertumbuhan ekonomi selalu lebih

				tinggi propinsi/nasional
				<u>Sedang</u> Tingkat pertumbuhan ekonomi berada di rata-rata propinsi/nasional
				<u>Rendah</u> Tingkat pertumbuhan ekonomi selalu di bawah propinsi/nasional
15	Tingkat kontribusi terhadap PDRB	2	2	<u>Baik</u> Kontribusi sektor industri terhadap PDRB Kabupaten Gresik selalu meningkat dan tertinggi dari sektor lainnya (dominan) <u>Sedang</u> Kontribusi sektor industri terhadap PDRB Kabupaten Gresik stagnan tetapi masih relatif tinggi dari sektor lainnya <u>Rendah</u> Kontribusi sektor industri terhadap PDRB Kabupaten Gresik cenderung mengalami penurunan
16	Tingkat Kontribusi terhadap pajak dan retribusi daerah	3	2	<u>Baik</u> Tingkat pembayaran pajak/ retribusi ke pemerintah daerah sebagai PAD dari perusahaan industri selalu mengalami kenaikan <u>Sedang</u> Tingkat pembayaran pajak/retribusi ke pemerinath daerah sebagai PAD dari perusahaan industri relatif tetap <u>Rendah</u> Tingkat pembayaran pajak/retribusi ke pemerintah daerah sebagai PAD dari perusahaan industri cenderung mengalami penurunan
17	Kontribusi terhadap penurunan tingkat Kemiskinan	2	3	<u>Baik</u> Kontribusi penurunan angka kemiskinan cukup besar (angka kemiskinan turun di wilayah sekitar industri di banding daerah lainnnya) <u>Sedang</u> Kontribusi penurunan angka kemiskinan (angka kemiskinan di wilayah sekitar industri sama dengan daerah lain non industri) <u>Rendah</u> Kontribusi penurunan angka kemiskinan tidak signifikan (angka kemiskinan lebih besar di wilayah sekitar industri)
18	Pertumbuhan UMKM di sekitar area industri	2	2	<u>Baik</u> Jumlah UMKM dan atau aktifitas usaha di sekitar area industri lebih banyak daripada di daerah non area industri <u>Sedang</u> Jumlah UMKM dan atau aktifitas usaha di

				sekitar area industri relatif tidak berbeda dengan daerah lainnya <u>Rendah</u> Jumlah UMKM dan atau aktifitas usaha di sekitar area industri lebih sedikit daripada di daerah non area industri
19	Kegiatan kemitraan usaha antara industri dan pelaku usaha lainnya	1	2	<u>Baik</u> Adanya program pembinaan/kemitraan antara perusahaan industri dengan pelaku usaha lainnya secara berkelanjutan <u>Sedang</u> Adanya program pembinaan/kemitraan antara perusahaan industri dengan pelaku usaha lainnya tetapi hanya bersifat insidentil <u>Rendah</u> Belum ada program pembinaan /kemitraan antara area industri dengan pelaku usaha lainnya
20	Pertumbuhan UMKM	2	2	<u>Baik</u> Pertumbuhan UMKM sekitar industri sangat/ lebih banyak dibanding di wilayah lain non area industri <u>Sedang</u> Pertumbuhan UMKM sekitar industri sama/rata-rata dibanding di wilayah lain non area industri <u>Rendah</u> Pertumbuhan UMKM sekitar industri kecil/ lebih sedikit dibanding di wilayah lain non area industri
21	Ketersediaan suplai energi (BBM dan air)	2	2	<u>Baik</u> Suplai energi (untuk produksi maupun domestik/sanitasi) kegiatan industri selalu terpenuhi sesuai kebutuhan <u>Sedang</u> Suplai energi (untuk produksi maupun domestik/sanitasi) kegiatan industri sebagian saja terpenuhi dari yang dibutuhkan <u>Rendah</u> Suplai energi (untuk produksi maupun domestik/sanitasi) kegiatan industri seringkali mengalami kesulitan untuk memenuhinya
22	Ketersediaan suplai bahan baku produksi	2	2	<u>Baik</u> Suplai bahan baku produksi untuk kegiatan industri selalu terpenuhi sesuai kebutuhan <u>Sedang</u> Suplai bahan baku untuk kegiatan industri sebagian saja terpenuhi dari yang dibutuhkan <u>Rendah</u> Suplai bahan baku untuk kegiatan industri

				seringkali mengalami kesulitan untuk memenuhinya
C	Dimensi Sosial Budaya			
23	Tingkat penyerapan tenaga kerja lokal	3	3	<u>Baik</u> Jumlah tenaga kerja lokal proporsinya lebih banyak daripada tenaga kerja dari luar daerah dan atau asing <u>Sedang</u> Jumlah tenaga kerja lokal proporsinya relatif berimbang dengan tenaga kerja dari luar daerah dan atau asing <u>Rendah</u> Jumlah tenaga kerja lokal proporsinya lebih sedikit daripada tenaga kerja dari luar daerah dan atau asing
24	Penurunan Tingkat Pengangguran	2	3	<u>Baik</u> Tingkat penurunan pengangguran besar/ signifikan di wilayah kawasan industri di banding daerah lainnya <u>Sedang</u> Tingkat penurunan pengangguran cukup/ rata-rata di wilayah kawasan industri di banding daerah lainnya <u>Rendah</u> Tingkat penurunan pengangguran rendah/ lebih kecil di wilayah kawasan industri di banding daerah lainnya
25	Pemberdayaan masyarakat / bantuan sosial perusahaan (CSR)	1	1	<u>Baik</u> Jumlah program bantuan sosial perusahaan (CSR) Rata-rata cukup banyak dan dilaksanakan secara kontinyu <u>Sedang</u> Jumlah program bantuan sosial perusahaan (CSR) sebagian ada tapi bersifat insidental <u>Rendah</u> Sebagian besar industri belum melaksanakan program bantuan sosial perusahaan (CSR) / relatif kecil
26	Tingkat pelayanan dan kualitas kesehatan karyawan	2	2	<u>Baik</u> Semua karyawan industri dicover asuransi kesehatan dan mempunyai fasilitas kesehatan/klinik sendiri yang memadai <u>Sedang</u> Sebagian besar karyawan industri dicover asuransi kesehatan dengan rujukan ke rumah sakit/klinik umum <u>Rendah</u> Sebagian besar industri belum mengcover program asuransi kesehatan bagi karyawan perusahaan
27	Tingkat kualitas SDM dan pendidikan	2	2	<u>Baik</u> Proporsi pegawai industri dengan

				pendidikan/skill memadai (SMA/SMK dan Sarjana) lebih banyak <u>Sedang</u> Proporsi pegawai industri dengan berpendidikan tinggi (SMA dan Sarjana) hampir seimbang dengan pegawai unskill <u>Rendah</u> Proporsi pegawai industri dengan pendidikan rendah/unskill lebih dominan
28	Tingkat rawan konflik sosial	2	2	<u>Baik</u> Tidak ada konflik sosial / warga sekitar dengan perusahaan – perusahaan industri <u>Sedang</u> Adanya konflik sosial/warga sekitar dengan perusahaan industri tetapi dapat dicapai jalan penyelesaiannya <u>Rendah</u> Banyaknya konflik sosial/warga sekitar dengan perusahaan industri yang belum dicapai jalan penyelesaiannya
29	Tingkat kriminalitas	2	2	<u>Baik</u> Jumlah kejadian kriminal (pelanggaran hukum) di area industri dan sekitarnya relatif kecil dan lebih sedikit dibanding dengan wilayah lainnya <u>Sedang</u> Jumlah kejadian kriminal (pelanggaran hukum) di area industri dan sekitarnya tidak berbeda dengan wilayah lainnya <u>Rendah</u> Jumlah kejadian kriminal (pelanggaran hukum) di area industri dan sekitarnya relatif lebih tinggi dibanding dengan wilayah lainnya
30	Perkembangan Indeks Pembangunan Manusia (IPM)	3	3	<u>Baik</u> Perkembangan IPM di wilayah Gresik mengalami kenaikan dan relatif tinggi di atas rata-rata Propinsi/nasional <u>Sedang</u> Perkembangan IPM di wilayah Gresik berada di angka rata-rata IPM Propinsi/nasional <u>Rendah</u> Perkembangan IPM di wilayah Gresik berada di bawah rata-rata IPM Propinsi/nasional
D	Dimensi Manajemen dan Kelembagaan			
31	Pelaksanaan ISO manajemen industri	3	2	<u>Baik</u> Rata-rata mempunyai sertifikat ISO manajemen industri dan operasionalnya

				sudah berjalan efektif <u>Sedang</u> Rata-rata mempunyai sertifikat ISO manajemen industri tetapi operasionalnya belum berjalan efektif <u>Rendah</u> Rata-rata belum mempunyai sertifikat ISO manajemen industri
32	Pelaksanaan peraturan / tata tertib industri (<i>estate regulation</i>)	3	2	<u>Baik</u> Mempunyai peraturan / tata tertib perusahaan yang implementasinya berjalan efektif dan dipatuhi oleh semua stakeholder <u>Sedang</u> Sebagian mempunyai peraturan / tata tertib perusahaan tetapi implementasinya tidak berjalan efektif <u>Rendah</u> Sebagian besar belum mempunyai peraturan / tata tertib perusahaan sebagai pedoman /pengaturan semua stakeholder
33	Pelaksanaan Dokumen Pengelolaan lingkungan (AMDAL / UKL UPL)	2	1	<u>Baik</u> Mempunyai dokumen Amdal atau UKL-UPL yang dilaksanakan secara konsisten oleh perusahaan industri <u>Sedang</u> Mempunyai dokumen Amdal atau UKL-UPL tetapi tidak dilaksanakan secara konsisten <u>Rendah</u> Sebagian besar belum mempunyai dokumen Amdal atau UKL-UPL sebagai pedoman untuk pengelolaan dampak lingkungan
34	Monitoring pelaksanaan pengelolaan lingkungan (PROPER)	1	2	<u>Baik (2)</u> Sudah melaksanakan monitoring dan pelaporan pengelolaan lingkungan dengan keikutsertaan dalam PROPER KLHK dengan predikt Gold <u>Sedang</u> Melaksanakan monitoring dan pelaporan pengelolaan lingkungan dengan keikutsertaan dalam PROPER KLHK dengan predikat Hijau/Biru <u>Rendah</u> melaksanakan monitoring dan pelaporan pengelolaan lingkungan secara insidetil dan tidak ada partisipasi di PROPER KLHK
35	Koordinasi dan kerjasama dengan lembaga pemerintah dan antar perusahaan	2	2	<u>Baik</u> Terbentuknya forum kerjasama /jejaring komunikasi yang baik antara perusahaan industri dengan lembaga pemerintah <u>Sedang</u> Terlaksananya relasi/ kerjasama antara perusahaan industri dengan lembaga

				pemerintah sesuai kebutuhan
				<u>Rendah</u> Belum adanya relasi yang baik antara perusahaan industri dengan lembaga pemerintah
36	Peran dan fungsi Asosiasi Serikat Pekerja	2	2	<u>Baik</u> Terbentuknya asosiasi serikat pekerja industri yang efektif sebagai media kepentingan semua stakeholder <u>Sedang</u> Terbentuknya asosiasi serikat pekerja industri tetapi tidak berfungsi optimal dalam mediasi kepentingan bersama <u>Rendah</u> Belum adanya asosiasi serikat pekerja industri yang efektif sebagai media kepentingan semua stakeholder
37	Kepastian regulasi dalam pelaksanaan usaha (investasi)	2	2	<u>Baik</u> Tidak adanya konflik atau hambatan yang berarti dalam kegiatan industri karena sudah efektifnya regulasi/iklim investasi baik <u>Sedang</u> Masih adanya hambatan dalam kegiatan industri tetapi dapat diselesaikan dengan ketentuan teknis/kebijakan <u>Rendah</u> Banyaknya hambatan dalam kegiatan usaha yang masih perlu solusi yang efektif
38	Pemenuhan ketentuan perizinan yang berlaku	3	1	<u>Baik</u> Kegiatan industri telah melengkapi semua jenis perizinan dan rekomendasi teknis sesuai dengan ketentuan yang berlaku <u>Sedang</u> Kegiatan industri melengkapi hanya sebagian jenis perizinan dan rekomendasi teknis yang seharusnya dipenuhi <u>Rendah</u> Kegiatan industri masih belum melengkapi semua/sebagian besar jenis perizinan yang diwajibkan
39	Penerapan sangsi pelanggaran hukum	2	3	<u>Baik</u> Telah dilakukan pemberian sangsi (<i>punishment</i>) yang tegas oleh pemerintah kepada kegiatan industri yang melakukan pelanggaran hukum <u>Sedang</u> Pemberian sangsi (<i>punishment</i>) oleh pemerintah kepada kegiatan industri yang melakukan pelanggaran hukum tetapi belum konsisten <u>Rendah</u> Belum adanya sangsi (<i>punishment</i>) oleh pemerintah kepada kegiatan industri yang

				melakukan pelanggaran hukum /peraturan
40	Pemberian insentif (<i>reward</i>) kepada kegiatan industri	1	1	<u>Baik</u> Sudah ada sistem/mekanisme yang berlaku untuk pemberian insentif atau penghargaan lainnya oleh pemerintah kepada kegiatan industri yang telah kontribusi positif terhadap lingkungan, ekonomi dan sosial <u>Sedang</u> Sudah ada sistem/mekanisme pemberian insentif atau penghargaan lainnya oleh pemerintah kepada kegiatan industri yang telah kontribusi positif terhadap lingkungan, ekonomi dan sosial tetapi belum efektif <u>Rendah</u> Belum ada sistem/mekanisme pemberian insentif maupun penghargaan lainnya oleh pemerintah kepada kegiatan industri yang telah kontribusi positif terhadap lingkungan, ekonomi dan sosial
E	Dimensi Teknologi			
41	Pertukaran dan aliran material bahan baku antar industri (<i>symbiosis industri</i>)	1	2	<u>Baik</u> Adanya proses penggunaan sisa produksi untuk bahan baku industri lainnya secara berkesinambungan yang berbentuk jejaring antar industri <u>Sedang</u> Adanya proses penggunaan sisa produksi untuk bahan baku industri lainnya tetapi hanya bersifat insidental <u>Rendah</u> Belum memungkinkan adanya proses penggunaan sisa produksi untuk bahan baku industri lainnya
42	Design industri dan bangunan yang ramah lingkungan (<i>green construction / green buiding</i>)	2	2	<u>Baik</u> Konstruksi bangunan industri sudah mengikuti design yang hemat energi, mudah dan murah pembuatan maupun perawatannya <u>Sedang</u> Konstruksi bangunan industri sebagian mengikuti design yang hemat energi tetapi mahal dalam pembuatan maupun perawatannya <u>Rendah</u> Konstruksi bangunan industri secara konvensional belum memperhitungkan tingkat efisiensi energi dan perawatannya
43	Penyediaan sarana prasarana yang ramah lingkungan (<i>green infrastructure</i>)	2	1	<u>Baik</u> Pembangunan jalan dan PSU lainnya lengkap dan sudah menggunakan material yang ramah lingkungan dan murah dalam

				perawatannya <u>Sedang</u> Pembangunan jalan dan PSU lainnya masih sebagian menggunakan material yang ramah lingkungan tetapi relatif mahal dalam perawatannya <u>Rendah</u> Pembangunan jalan dan PSU lainnya belum lengkap dan menggunakan material yang tidak ramah lingkungan dan mahal dalam perawatannya
44	Teknologi pengolahan dan efisiensi air	2	2	<u>Baik</u> Mempunyai instalasi daur ulang air bekas produksi (recycle) untuk dipakai lagi dalam proses produksi <u>Sedang</u> Pemanfaatan air bekas produksi hanya untuk kegiatan domestik (penyiraman taman, sarana lainnya) <u>Rendah</u> Penggunaan air sekali pakai dan sisanya tidak layak untuk dimanfaatkan lagi
45	Teknologi pengelolaan dan pemantauan kualitas udara	1	1	<u>Baik</u> Mempunyai sarana prasarana / teknologi sendiri yang efektif untuk reduksi dan pemantauan berkala tingkat pencemaran udara dan suara di area industri <u>Sedang</u> Tidak mempunyai sarana prasarana sendiri untuk pemantauan tingkat pencemaran udara dan suara di area industri tetapi melakukan kerjasama pengukuran dengan pihak lain <u>Rendah</u> Belum adanya sarana prasarana yang memadai maupun kerjasama dalam pemantauan tingkat pencemaran udara dan suara di area industri
46	Teknologi pengelolaan dan pemantauan kualitas air	2	2	<u>Baik</u> Mempunyai sarana prasarana (IPAL) Komunal dan teknologi sendiri untuk pengelolaan dan pemantauan berkala tingkat pencemaran air di area industri <u>Sedang</u> Mempunyai sebagian sarana prasarana sendiri untuk pengelolaan pemantauan tingkat pencemaran air di area industri tetapi kurang/belum efektif <u>Rendah</u> Belum adanya sarana prasarana maupun kerjasama dalam pengelolaan maupun

				pemantauan tingkat pencemaran air di area industri
47	Teknologi informasi (sistem IT)	2	2	<u>Baik</u> Proses produksi maupun operasional kegiatan industri telah didukung dengan teknologi informasi/digital <u>Sedang</u> Salah satu dari proses produksi atau operasional kegiatan industri yang telah didukung dengan teknologi informasi /digital <u>Rendah</u> Proses produksi maupun operasional kegiatan industri belum didukung dengan teknologi informasi/digital
48	Penyediaan sarana transportasi yang ramah lingkungan	2	2	<u>Baik</u> Proses mobilisasi barang dan personel lebih mengutamakan angkutan masal /bersama yang hemat energi <u>Sedang</u> Angkutan barang dan pegawai sebagian diprioritaskan menggunakan angkutan masal perusahaan dari pada kendaraan pribadi <u>Rendah</u> Belum ada pengaturan dan pembatasan khusus tentang sarana transportasi barang maupun pegawai.
49	Penanggulangan bahaya kebakaran	3	1	<u>Baik</u> Tersedianya hidrant, alat pemadam dan tim/devisi khusus penanggulangan kebakaran yang memadai di area industri <u>Sedang</u> Tersedianya hidrant dan alat pemadam kebakaran yang memadai di area industri tetapi sistemnya belum mantab <u>Rendah</u> Belum adanya sistem maupun sarana prasarana penanggulangan kebakaran di area industri
50	Sistem tanggap darurat bencana /kecelakaan kerja	3	1	<u>Baik</u> Sistem tanggap darurat dan K3 dalam operasional kegiatan industri sudah terlatih dan zero accident <u>Sedang</u> Adanya sistem tanggap darurat dan K3 dalam operasional kegiatan industri tetapi masih terdapat kecelakaan kerja <u>Rendah</u> Sistem tanggap darurat dan K3 dalam operasional kegiatan industri belum mantab (masih adanya kecelakaan kerja)



Lampiran 2 : Rekapitulasi Data Kuesioner untuk Analisis Prospektif (PPA) Kawasan Industri

Copyright: CIRAD/CAPSA - 2004 Authors: Franck Jésus and Robin Bourgeois

Keterangan:

0	berarti	tidak ada pengaruh
3		pengaruhnya kuat
2		pengaruhnya sedang
1		pengaruhnya lemah



	dari ↓ terhadap →	RTRW	Landuse	Pesisir	Kualitas air	Kualitas udara	UMK	Profit usaha	PAD	Perkapita	Kemitraan	Tenaga Kerja	IPM	CSR	Tata Tertib	PROPER	Perizinan	Simbiosis produksi	Green building	Teknologi udara	Teknologi air	Kebakaran	K3	-
1	RTRW		3	3	2	2	-	1	1	-	-	-	-	-	1	2	2	2	2	1	1	1	1	
2	Landuse	3		3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	1	2	2	2	3	3	
3	Pesisir	3	3		3	2	-	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	2	1	1	
4	Kualitas air	1	2	2		1	1	-	-	-	-	-	2	-	1	2	2	1	1	1	3	1	2	
5	Kualitas udara	1	1	1	1		2	-	-	-	-	-	2	1	1	2	2	1	2	3	1	1	2	
6	UMK	-	-	-	-	-		2	2	3	1	1	3	2	1	1	1	1	-	-	-	-	-	
7	Profit usaha	1	1	1	1	1	2		2	2	1	1	1	1	-	-	1	1	1	2	2	2	2	
8	PAD	-	1	-	-	-	2	2		2	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	
9	Perkapita	1	2	1	2	1	3	2	3		3	3	2	2	-	2	2	2	1	1	1	1	1	
10	Kemitraan	1	1	1	1	1	2	2	2	2		2	2	2	1	1	1	-	1	2	1	2	2	
11	Tenaga Kerja	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2		3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
12	IPM	1	1	1	1	1	3	2	-	2	2	1		2	1	1	1	-	-	-	-	-	-	
13	CSR	-	1	1	1	1	2	2	1	3	3	2	2		1	1	1	1	-	-	-	1	1	
14	Tata Tertib	3	2	2	2	2	1	2	2	-	1	1	-	1		3	3	1	2	2	2	3	3	
15	PROPER	3	3	3	3	3	1	2	2	1	1	1	2	1	3		3	1	2	3	3	2	2	
16	Perizinan	2	2	1	1	1	1	1	2	-	1	1	-	1	2	2		1	2	2	2	2	2	
17	Simbiosis produksi	-	1	-	1	1	1	2	2	2	2	2	-	2	1	1	1		1	2	2	1	1	
18	Green building	1	2	1	2	2	-	1	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-		2	2	2	2	
19	Teknologi udara	2	2	2	2	3	1	1	-	-	-	1	2	1	2	3	2	1	2		2	2	2	
20	Teknologi air	2	2	3	3	1	1	1	1	-	1	1	2	1	2	3	2	1	2	2		2	2	
21	Kebakaran	1	2	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	2	2	2	-	3	2	2		3	
22	K3	1	1	-	1	1	1	1	-	-	-	1	-	1	2	3	2	-	1	1	1	3		

Variables' influence Variables' total influ Feuil1 Variables' total strength graph Variables' indir.strength graph

Ready 50%

Lampiran 3 : Rekapitulasi Data Kuesioner untuk Analisis Prospektif (PPA) Non Kawasan Industri

Copyright: CIRAD/CAPSA - 2004 Authors: Franck Jésus and Robin Bourgeois

Keterangan:

0	berarti	tidak ada pengaruh
3		pengaruhnya kuat
2		pengaruhnya sedang
1		pengaruhnya lemah

dar	terhadap	RTRW	Landuse	RTH	Kualitas A	Kualitas U	Profit Us	Perkapita	Kemiskinan	Tenaga Kerja	Pengangguran	IPM	CSR	Dokling	Perizinan usaha	Punishment	PSU	Teknologi Udara	Teknologi Air	Kebakaran	0	0	-
1	RTRW		3	3	2	2	-	1	1	-	-	-	-	-	1	2	2	2	2	1			
2	Landuse	3		3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	2	2			
3	RTH	3	3		3	3	1	1	1	-	-	2	1	2	2	2	2	2	2	2			
4	Kualitas Air	1	2	2		1	1	-	-	-	-	-	2	-	1	2	2	1	1	1			
5	Kualitas Udara	1	1	1	1		2	-	-	-	-	-	2	1	1	2	2	1	2	3			
6	Profit Usaha	-	-	-	-	-		2	3	1	1	1	3	2	1	1	1	1	-	-			
7	Perkapita	1	1	1	1	1	3		2	2	1	2	1	2	-	1	1	1	1	2			
8	Kemiskinan	2	3	2	2	2	2	3		3	3	3	2	1	1	1	2	1	1	1			
9	Tenaga Kerja	1	1	1	1	1	2	2	2		2	2	2	1	-	1	1	-	1	1			
10	Pengangguran	1	1	2	2	1	3	2	3	3		3	3	3	1	2	2	2	2	2			
11	IPM	1	1	-	1	1	2	2	2	1	2		2	1	1	1	1	1	1	2			
12	CSR	1	1	1	1	1	3	2	-	2	2	1		2	1	1	1	-	-	-			
13	Dokling	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	2	1		2	1	1	1	1	2	2		
14	Perizinan usaha	3	2	2	2	2	1	2	2	-	1	1	-	1		3	3	1	2	2			
15	Punishment	1	1	1	2	2	-	-	1	1	1	1	1	1	3		1	1	2	2			
16	PSU	2	2	1	1	1	1	1	2	-	1	1	-	1	2	2		1	2	2			
17	Teknologi Udara	1	1	3	2	3	1	1	1	2	2	2	1	3	2	2	3		1	2			
18	Teknologi Air	1	2	2	3	2	-	-	1	1	2	2	-	3	3	2	3	2		3			
19	Kebakaran	1	1	2	2	3	1	-	-	-	-	1	2	1	2	2	2	1	2				

Variables' influence Variables' total influ Feuil1 Variables' total strength graph Variables' indir.strength graph

Ready 50%

Lampiran 4 : Rekapitulasi Data Kuesioner untuk Analisis AHP Penentuan Faktor-faktor yang berpengaruh dalam Perkembangan Kawasan Industri

P19													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
19	REKAPITULASI DATA KUESIONER AHP (EXPERTS JUGDMNT)												
20	FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH DALAM PERKEMBANGAN KAWASAN INDSTURI DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK												
21	FAKTOR-FAKTOR	Jalan Arteri	Toll	Pelabuhan	Pusat Kota	Permukiman	Industri eksisting	Sungai	laut/pantai	Rawan banjir	Topografi	Ketinggian	
22	Jalan Arteri	1,000	4,000	4,000	5,000	6,000	1,000	7,000	4,000	3,000	6,000	3,000	
23	Jl. Toll	0,250	1,000	2,000	4,000	3,000	2,000	4,000	3,000	4,000	5,000	3,000	
24	Pelabuhan	0,250	0,500	1,000	2,000	3,000	2,000	4,000	1,000	4,000	3,000	2,000	
25	Pusat Kota	0,200	0,250	0,500	1,000	0,333	0,250	2,000	2,000	0,333	2,000	3,000	
26	Permukiman	0,167	0,333	0,333	3,000	1,000	0,250	0,333	0,500	2,000	3,000	1,000	
27	Industri eksisting	1,000	0,500	0,500	4,000	4,000	1,000	4,000	4,000	2,000	2,000	1,000	
28	Sungai	0,143	0,250	0,250	0,500	3,000	0,250	1,000	2,000	1,000	2,000	1,000	
29	laut/pantai	0,250	0,333	1,000	2,000	2,000	0,250	0,500	1,000	0,333	3,000	2,000	
30	Rawan banjir	0,333	0,250	0,250	3,000	0,500	0,500	1,000	3,000	1,000	3,000	3,000	
31	Topografi	0,167	0,200	0,333	0,500	0,333	0,500	0,500	0,333	0,333	1,000	0,333	
32	Ketinggian	0,333	0,333	0,500	0,333	1,000	1,000	1,000	0,500	0,333	3,000	1,000	
33	Sumber : Hasil Pengolahan data dari 9 Responden (experts)												
34													

expert

indikat

AHP 1

AHP 2

indikator

hasil ahp

Sheet3

Ready

Lampiran 5. Data Analisis Model Sistem Dinamik dengan Vensim

- (01) total prosentase lahan = prosentase lahan industri+prosentase lahan pemukiman+prosentase Badan Air+prosentase sawah+prosentase tambak+ Prosentase area terbuka
Units: ha
- (02) luas badan air = (prosentase Badan Air/100)*luas lahan
Units: ha
- (03) luas lahan = 13.663.4
Units: ha
- (04) luas lahan area terbuka = Prosentase area terbuka/100*luas lahan
Units: ha
- (05) luas lahan industri = (prosentase lahan industri/100)*luas lahan
Units: ha
- (06) luas lahan pemukiman = (prosentase lahan pemukiman/100)*luas lahan
Units: ha
- (07) luas lahan sawah = (prosentase sawah/100)*luas lahan
Units: ha
- (08) luas lahan tambak = (prosentase tambak/100)*luas lahan
Units: ha
- (09) Pengurangan area terbuka = Prosentase area terbuka*0.027613
Units: rata/tahun
- (10) pengurangan badan air=
IF THEN ELSE(Time>2007 :AND: Time<2018, prosentase Badan Air*0.00031 , 0)
Units: ha / tahun}
- (11) pengurangan penduduk = (Penduduk-penduduk pergi)*laju kematian
Units: jiwa/tahun
- (12) pengurangan sawah = prosentase sawah*0.0021697
Units: ha/tahun
- (13) pengurangan tambak = prosentase tambak*0.006721
Units: ha/ tahun}
- (14) pertumbuhan APBD = 0.076*((rasio PAD thd APBD+rasio pendapatan lainnya)*APBD)
Units: milyar
- (15) pertumbuhan lahan industri = 0.039889*prosentase lahan industri
Units: ha/tahun
- (16) pertumbuhan lahan pemukiman = prosentase lahan pemukiman*0.00889724
Units: ha/tahun (01) APBD= INTEG (pertumbuhan APBD, 169)
Units: milyar
- (17) Prosentase area terbuka =
INTEG (IF THEN ELSE (total prosentase lahan<100:AND:Prosentase area terbuka>0,- Pengurangan area terbuka ,0), 16.76)
Units: ha
- (18) prosentase Badan Air =
INTEG (IF THEN ELSE(total prosentase lahan<100 :AND: prosentase Badan Air>0, - pengurangan badan air , 0) , 1.97)
Units: ha

- (19) prosentase lahan industri =
 $\text{INTEG (IF THEN ELSE(total prosentase lahan} < 100, \text{ pertumbuhan lahan industri, } 0), 10.33)$
 Units: ha
- (20) prosentase lahan pemukiman=
 $\text{INTEG (IF THEN ELSE(total prosentase lahan} < 100, \text{ pertumbuhan lahan pemukiman, } 0), 12.83)$
 Units: ha
- (21) rasio area industri terbangun = 0.7
 Units: ha
- (22) rasio area terbangun = 0.7
 Units: ha
- (23) prosentase limbah cair tidak terkelola = $0.5 * \text{limbah cair}$
 Units: ton/hari
- (24) prosentase sampah tidak terkelola = $0.3 * \text{limbah padat}$
 Units: ton/hari
- (25) prosentase sawah =
 $\text{INTEG (IF THEN ELSE(total prosentase lahan} < 100 : \text{AND: prosentase sawah} > 0, - \text{pengurangan sawah, } 0), 3.1)$
 Units: ha
- (26) prosentase tambak =
 $\text{INTEG (IF THEN ELSE(total prosentase lahan} < 100 : \text{AND: prosentase tambak} > 0, - \text{pengurangan tambak, } 0), 55)$
 Units: ha
- (27) limbah cair =
 $\text{INTEG (jumlah produksi limbah cair-kapasitas pengelolaan limbah cair, } 11.392)$
 Units: ton/hari
- (28) limbah padat =
 $\text{INTEG (jumlah produksi limbah padat-kapasitas pengelolaan limbah padat, } 161)$
 Units: ton/hari
- (29) produksi limbah cair per hektar = 18.2
 Units: ton/hari
- (30) produksi limbah padat per Ha = 0.25
 Units: ton/hari
- (31) beban limbah polutan sektor industri =
 $\text{prosentase limbah cair tidak terkelola} + \text{prosentase sampah tidak terkelola}$
 Units: ton/hari
- (32) tingkat minimasi limbah cair = 0.5
 Units: ton/hari
- (33) tingkat minimasi limbah pada = 0.7
 Units: ton/hari
- (33) total beban polutan ke lingkungan= (beban limbah polutan sektor industri*100)/rasio polutan sektor industri
 Units: ton/hari
- (34) jumlah produksi limbah cair =
 $\text{luas lahan industri} * \text{produksi limbah cair per hektar} * \text{rasio area industri terbangun}$

- Units: ton/hari
- (35) jumlah produksi limbah padat =
produksi limbah padat per Ha*luas lahan industri*rasio area terbangun
- Units: ton/hari
- (36) kapasitas pengelolaan limbah cair =
tingkat minimasi limbah cair*limbah cair
- Units: ton/hari
- (37) kapasitas pengelolaan limbah padat =
tingkat minimasi limbah padat*limbah padat
- Units: ton/hari
- (38) rasio polutan sektor industri = 30 %
- Units: ton/hari
- (39) jumlah industri = luas lahan industri/12
- Units: unit
- (40) Investasi = INTEG (laju investasi, 4.303)
- Units: milyar
- (41) PAD = (pajak daerah+retribusi daerah)/90
- Units: milyar
- (42) pajak daerah = jumlah industri*"rata-rata pajak per industri"*Pertumbuhan pajak
- Units: milyar
- (43) PDRB = (APBD+Investasi)*rasio APBD dan Investasi thd PDRB + rasio sektor lainnya*(APBD+Investasi)
- Units: milyar
- (44) laju investasi = 0.0783*Investasi
- Units: rata2/tahun
- (45) Tingkat pertumbuhan investasi = 0.112
- Units: milyar/tahun
- (46) Pertumbuhan pajak = 0.116
- Units: milyar /tahun
- (47) pendapatan perkapita = (PDRB/Penduduk)
- Units: milyar
- (48) rasio PAD thd APBD = 0.32*PAD
- Units: milyar
- (49) rasio pendapatan lainnya = 0.672
- Units: milyar
- (50) rasio sektor lainnya = 0.362
- Units: milyar
- (51) pertumbuhan retribusi = 0.134
- Units: milyar /tahun
- (52) "rata-rata pajak per industri" = 0.775
- Units: milyar/tahun
- (53) "rata-rata retribusi per industri" = 0.109
- Units: milyar/tahun
- (65) retribusi daerah = jumlah industri*"rata-rata retribusi per industri"*pertumbuhan retribusi
- Units: milyar/tahun

- (54) rasio APBD dan Investasi thd PDRB = 0.737
Units: milyar
- (55) pertumbuhan penduduk = (Penduduk+penduduk datang)*laju kelahiran
Units: jiwa/tahun
- (56) laju kelahiran = 0.01741
Units: rata2/tahun
- (57) laju kematian = 0.0088
Units: rata2/tahun
- (58) Penduduk= INTEG (pertumbuhan penduduk-pengurangan penduduk, 229.667)
Units: jiwa
- (59) penduduk datang = 0.0195
Units: jiwa/tahun
- (60) penduduk pergi = 0.0119
Units: jiwa/tahun
- (61) prosentase usia kerja = 698
Units: jiwa (per 1000)
- (62) kebutuhan lapangan pekerjaan baru = prosentase usia kerja*(Penduduk+Pengangguran)
Units: jiwa
- (63) kebutuhan tenaga kerja = jumlah industri*kebutuhan tenaga kerja per industri
Units: jiwa
- (64) kebutuhan tenaga kerja per industri = 105*Tingkat pertumbuhan
Units: jiwa
- (65) serapan tenaga kerja = kebutuhan tenaga kerja
Units: jiwa
- (66) Pengangguran = INTEG (kebutuhan lapangan pekerjaan baru-serapan tenaga kerja, 9.386)
Units: jiwa

Lampiran 5. Jurnal Analisis Keberlanjutan Perkembangan Kawasan Industri

International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)

Volume 10, Issue 08, August 2019, pp. 12-29, Article ID: IJCIET_10_08_002

Available online at

<http://www.iaeme.com/ijciyet/issues.asp?IType=IJCIET&VType=10&IType=08> ISSN

Print: 0976-6308 and ISSN Online: 0976-6316

© IAEME Publication

SUSTAINABILITY ANALYSIS OF INDUSTRIAL ESTATE DEVELOPMENT IN THE GRESIK URBAN AREA OF EAST JAVA

Achmad Hadi, Soemarno, Arief Rachmansyah, Abdul Wahid Hasyim

Department of Environment, Brawijaya University, Malang

ABSTRACT

Industrial development is a strategic sector in driving national economic growth, but on the other hand industrial activities also have an impact on environmental quality. Therefore an effort is needed to realize the design of an eco-industrial park. Gresik Regency is one of the industrial growth areas in Indonesia since the 1970s that has developed in the form of industrial estates and non-industrial estates. This study aims to (1) analyze the level of sustainability of industrial development in the Gresik City region from 5 dimensions and 50 indicators of sustainability, (2) determine the factors that influence the development of sustainable industrial estates. Sustainability analysis uses the Multi-Dimensional Scaling (MDS) method with the Rap industrial (Rapid Appraisal for Industrial) software and Prospective Analysis to formulate key sustainability factors. The results of multidimensional analysis for industrial estates show a fairly sustainable status (52,47) which is supported by 3 dimensions including a fairly sustainable category namely; economic dimensions (58.12), socio-cultural dimensions (51.76) and institutional management dimensions (51.99). Whereas the other 2 dimensions include the less sustainable category, namely; ecological dimensions (45.56) and infrastructure technology dimensions (49.47). The results of multi diemnnical analysis for non-industrial estates are in a less sustainable status (48.59) with a 3-dimensional composition of less sustainable categories namely; ecological dimensions (44,67), institutional management dimensions (44,37) and infrastructure technology dimensions (41,59). While the other 2 dimensions are quite sustainable, namely; economic dimensions (52.79) and socio-cultural dimensions (56.09). Based on the leverage factor analysis in the industrial

area, there were 22 leveraging indicators of sustainability, while 19 non-industrial areas produced sustainability indicators. To improve the level of sustainability of industrial development in Gresik, it can be done with scenarios, starting from conservative- pessimistic, moderate optimistic and progressive-holistic factors to key factors resulting from prospective analysis of the combined indicators of industrial and non- industrial areas, namely; industrial land use, green space composition and coastal area boundaries, per capita income, poverty level, industrial sector employment, unemployment, fulfillment of permit documents and regional regulations (estate regulation), monitoring environmental performance evaluation (PROPER), pollution reduction technology water and air pollution reduction technology.

Keywords: Sustainability Status; Eco Industrial Park; Lever Indicator; Multi-Dimensional Scaling (MDS)

Cite this Article: Achmad Hadi, Soemarno, Arief Rachmansyah, Abdul Wahid Hasyim, Sustainability Analysis of Industrial Estate Development in the Gresik Urban Area of East Java. International Journal of Civil Engineering and Technology, 10(08), 2019, pp.12-29

<http://www.iaeme.com/IJCIET/issues.asp?JType=IJCIET&VType=10&IType=08>

1. INTRODUCTION

Development of the industrial sector in Indonesia is an important sector as a support for national economic growth. The industrial sector has contributed more than 25% to GDP (Gross Domestic Product) with a total of more than 280 industrial zones that have obtained industrial estate business licenses that are spread over the territory of Indonesia. Whereas on the other hand, the industrialization process that has been managed conventionally by relying on exploitation of natural resources has become a global phenomenon as one of the potential causes of various ecological environmental problems (Sujiman, 2016).

Anticipating negative impacts on environmental sustainability over the rapid development of industries in various countries, a strategy is needed to harmonize economic growth and the protection of natural and ecological resources, known as the green industry concept. According to Fleigh (2000) and Lowe (2001), green industrial parks are collections of factories / industries that apply clean production technology, process industrial waste and / or reduce greenhouse gas emissions in areas where the industry operates. In addition, the concept of an eco-industrial park (EIP) was also developed, namely the concept of industrial estates implemented by integrating economic, social and ecological interests.

Efforts to reduce the potential negative impacts due to industrialization as well as a manifestation of the implementation of the concept of sustainable industrial estate development (EIP) have been anticipated by the government

with the issuance of several regulations related to zoning and industrial zones through Government Regulation Number 24 of 2009, Number 142 of 2015 concerning Industrial Estates. Furthermore, it is emphasized on the aspects of environmental management in the Law on the Protection and Management of the Environment with the latest amendment to Number 32 of 2009 and Government Regulation Number 27 of 2012 concerning Environmental Permits. Whereas with regard to spatial regulations, Law Number 26 of 2007 has also been issued and then confirmed in the Industrial Law Number 3 of 2014 which mandates that every industrial activity must be carried out in industrial estates.

Implementation of the concept of sustainable industry in Indonesia in general until now has not shown a significant development with the average being in a less sustainable status, especially in the ecological environment. This is shown by several research results in the last ten years including; Prasetya (2007) who measured the status of 13 pioneer industrial zones in several regions of Indonesia, Sunaryo (2007) in the Jababeka Industrial Estate; Sulaiman (2008) and Hadiwijoyo (2013) in Cilegon Industrial Estate; Kodrat (2011) in Medan Industrial Area; Susanti (2015) in Semarang Industrial Estate; Budiyanto (2015) in the Jakarta Industrial Area East Pulogadung and Cahyanto (2016) in the Jababeka Cikarang Industrial Zone

Gresik Regency was chosen to be the focus of research for determining the sustainability status of industrial development because based on existing conditions more than 1300 companies operating on a scale of activity and a spectrum of varied types of production also contributed dominantly to Gresik Regency GRDP of 49.95% (Bappeda, 2016) . Besides that, based on the industrial zone space pattern in Gresik Regency, factually it has developed simultaneously between industries in the form of non-regional industrial and industrial zones with a total area of more than 3,102 Ha in the Gresik-Kebomas and Manyar urban areas (BWP) of about 5,193 Ha. Industrial Allotment Areas stipulated in the Gresik District Spatial Plan (RTRW) for 2010-2030.

The objectives of this study are: (1) formulating dimensions and indicators that influence the development of sustainable industrial zones; (2) analyze the level of sustainability of non- regional industrial estates and industries in the urban area of Gresik; (3) formulate the driving attribute of developing sustainable industrial estates.

2. METHODS

The research was conducted in the Gresik urban area which consisted of 3 sub-districts (Gresik, Kebomas, and Manyar) with an area of 13,663 Ha (Figure 1). While the object of research is the development of industrial areas both in the form of industrial estates and non-regional industrial categories. This study uses qualitative and quantitative methods that combine combination data from confirmatory and exploratory data (Sugiono, 2016). In the initial stages of determining the variables and attributes of sustainability analysis comes from secondary data and then confirmed by primary data input from experts through questionnaires (expert surveys), in-depth interviews and Focus Group Discussion (FGD) with predetermined samples / chosen deliberately (purposive sampling).

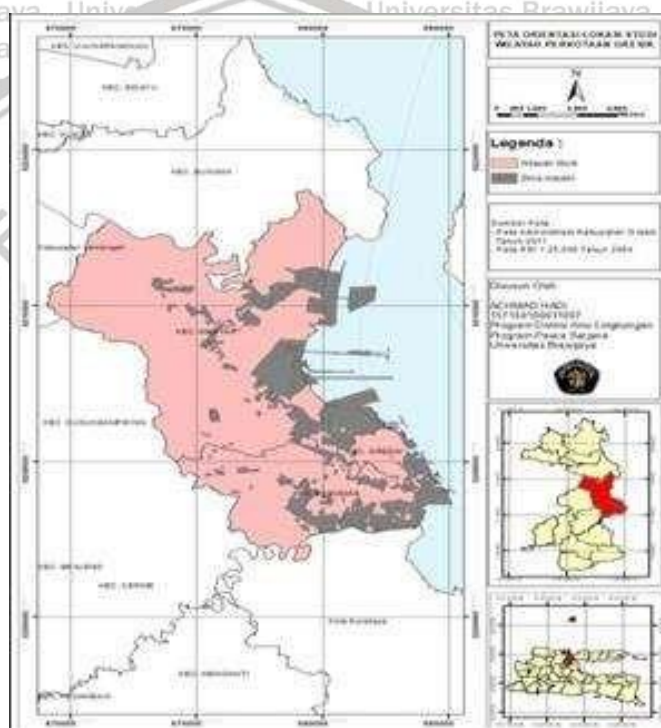


Figure 1. Research Location Map

Source: Processed from RTRW of Gresik Regency 2010-2030

The assessment of the sustainability status of industrial estate development in urban areas of Gresik was analyzed using Multidimensional Scaling (MDS) which according to Kavanagh and Pitcher (2001) was carried out through stages namely: (1) determination of attributes and criteria for sustainable industrial areas covering five dimensions (ecological, economic, socio- cultural , institutional management, as well as technology and infrastructure), (2) assessment of each attribute on an ordinal scale based on the sustainability criteria of each dimension, (3) analysis of ordination of sustainability index values using the MDS method, (4) leverage factor analysis (leverage analysis) and (5) prospective analysis to determine the key factors for sustainable industrial estate development (Figure 2).

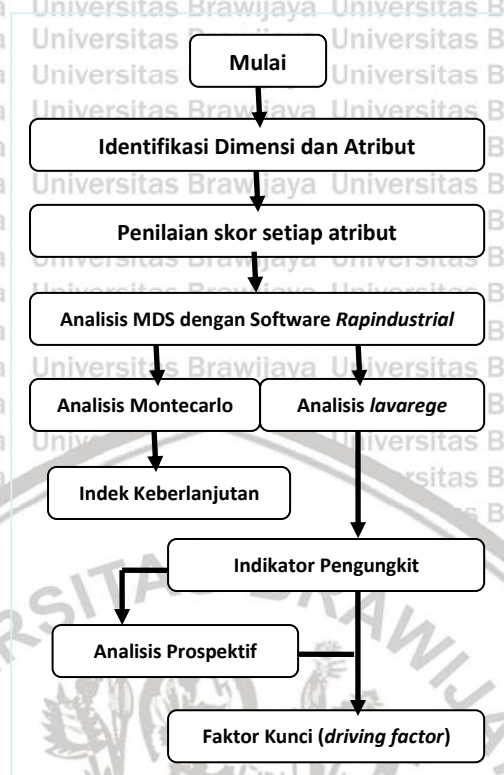


Figure 2. Flow of Research Analysis

Source: Kavanagh Modification (2001); Suwarno (2011)

The initial stage, which is determining the dimensions and sustainability attributes, is formulated from the literature study and the results of several previous studies so that there are 64 attributes / indicators distributed in 5 dimensions. Based on interviews and FGDs with 7 stakeholders and experts can be determined to be 50 indicators of sustainability while formulating criteria for score assessment on each of these indicators. Furthermore, to identify the current conditions of the indicators carried out by data triangulation, namely (a) secondary data from the agency / agency, reports and research results; (b) Competent expert and stakeholder assessments through questionnaires and interviews which include: 9 people from government agencies, 4 industrial estate managers, 10 company management people, 6 regional heads and community leaders and 3 experts (academics, observers and non-governmental organization); (c) Direct observation / field survey data.

Based on the triangulation analysis, the data will be scored for each indicator. In this study, scoring on each attribute used ordinal 1 scale (bad / low), 2 (moderate / sufficient) and 3 (good / maximal) for each criterion of attributes that increased the scale showed that these attributes supported the development of sustainable industrial estates.

The stages of assessing the level of sustainability of industrial estate development in urban areas of Gresik using Multidimensional Scaling (MDS) with Rap-Industrial software (Rapid Appraisal for Industrial). Rap-Industrial is

an adjustment of Rapfish or Rapid Appraisal of Fisheries which is one of the tools to analyze the sustainability status of fisheries resources developed by Fisheries Center, University of British Columbia or UBC Canada (Fauzi and Anna, 2005). The principle of application of this analysis tool is based on the SPSS program with an MDS-based settlement approach with a rating scale of 0 (bad) to 100 (good) (Kavanagh, 2001) and grouped into 4 levels of sustainability status (Table 1).

Table 1. Sustainability Index

No	Sustainable Index	Sustainable Status
1	0,00 - 25,00	Unsustainable
2	25,01 - 50,00	Less Sustainable
3	50,01 - 75,00	Quite Sustainable
4	75,00 - 100,00	Sustainable

Source: Pitcher and Preikshot (2001); Suwarno, (2011)

After obtaining the sustainability index of each dimension and describing the shape of the kite diagram (kite diagram), the next process is to complete the selection of attribute data that affect the level of sustainability using leverage analysis indicated by the value of Root Mean Square (RMS). The greater the change in the value of the RMS, the more sensitive the role of these attributes in improving the sustainability status of industrial management. Determination of lever factors is obtained from attributes that have the highest value up to half the value of each dimension. Whereas to predict random error in the model produced for all dimensions at a 95% confidence level, Monte Carlo analysis is used as a unit in the MDS analysis series (Suwarno et al., 2011).

The level of validity of this analysis can be known by the indicator value of stress (S) and R-square (R²). The smaller the stress value (value <25%) shows a better level of accuracy, as well as the value of R² that approaches value 1. According to Kavanagh (2001) the effect of errors will appear in MDS analysis caused by various things such as errors in scoring because misunderstanding of the attributes or conditions of the location of the study that has not been perfect, the variation in value due to differences in opinion or assessment by the researcher, the MDS analysis process that is repeated, data entry errors or missing data.

The leverage indicators generated from the leverage analysis of each dimension are then carried out prospective analysis to determine key factors as attributes to create a scenario for sustainable industrial estate development in the future with assessment data from expert groups (Bourgeois, 2004; Hardjomidjojo, 2002). All leverage indicators will be assessed as the direct influence between indicators with the assessment guidelines as follows; (a) the value of 0 for the category has no effect; (b) value 1 for the small effect category; (c) value 2 for medium influential category; and (d) value 3 for large influential categories. Furthermore, the combined matrix results from expert opinions are processed with prospective analysis software. The calculation results are visualized in the influence diagram and dependency between factors.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Determination of the sustainability of industrial estate development in the research area is carried out by using sustainability indicators that have been produced through literature studies and expert consultations which are as many as 50 indicators including; 11 indicators of ecological dimensions, 11 indicators of economic dimensions, 8 indicators of socio-cultural dimensions, 10 institutional management indicators and 10 indicators of technology and infrastructure dimensions. By using the Rap-Industrial program software, we get ordination (sustainability index) and leverage factors for each category of non-regional industrial and industrial zones.

Ecological Dimension

The ecological dimensions of industrial estate companies consisting of 11 attributes (Figure 3) based on MDS Rap-Industrial analysis produced an average index value of 45.56 which falls into the less sustainable category.

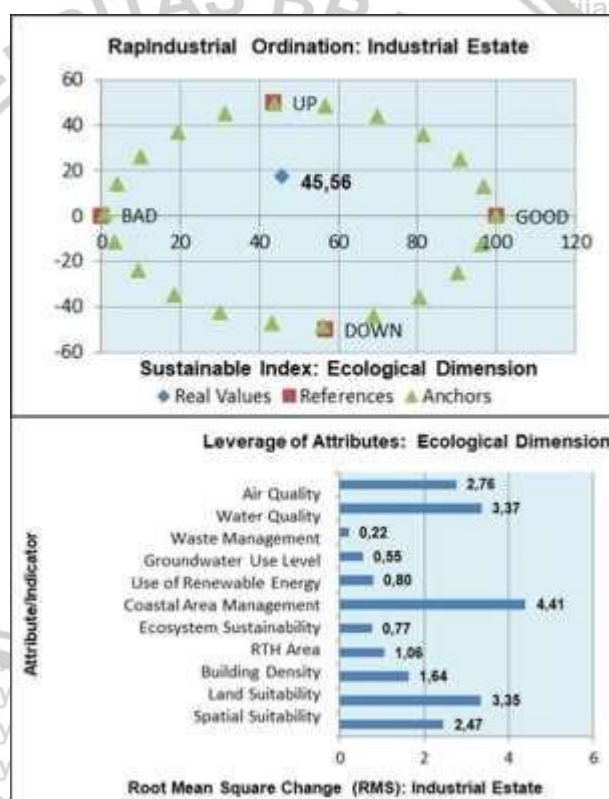


Figure 3. Ecological Dimension Sustainability Index for Industrial area
Source: Results of Analysis (2018)

Based on the leverage factor analysis of the ecological dimension attributes by looking at the dominant values indicated on the Root Mean Square (RMS) number, there are 5 attributes that are used as leverage indicators, namely; Suitability of Spatial / RTRW (2.47), Land Suitability / Land Use (3.35), Management of Coastal Areas (4.41), Water Quality (3.37) and Air Quality

(2.76). The leveraging indicators of the ecological dimension for the sustainability of industrial estates are basically related to two important aspects, namely the policy and implementation of spatial use for industrial development and a description of the condition of important environmental components in the form of water and air.

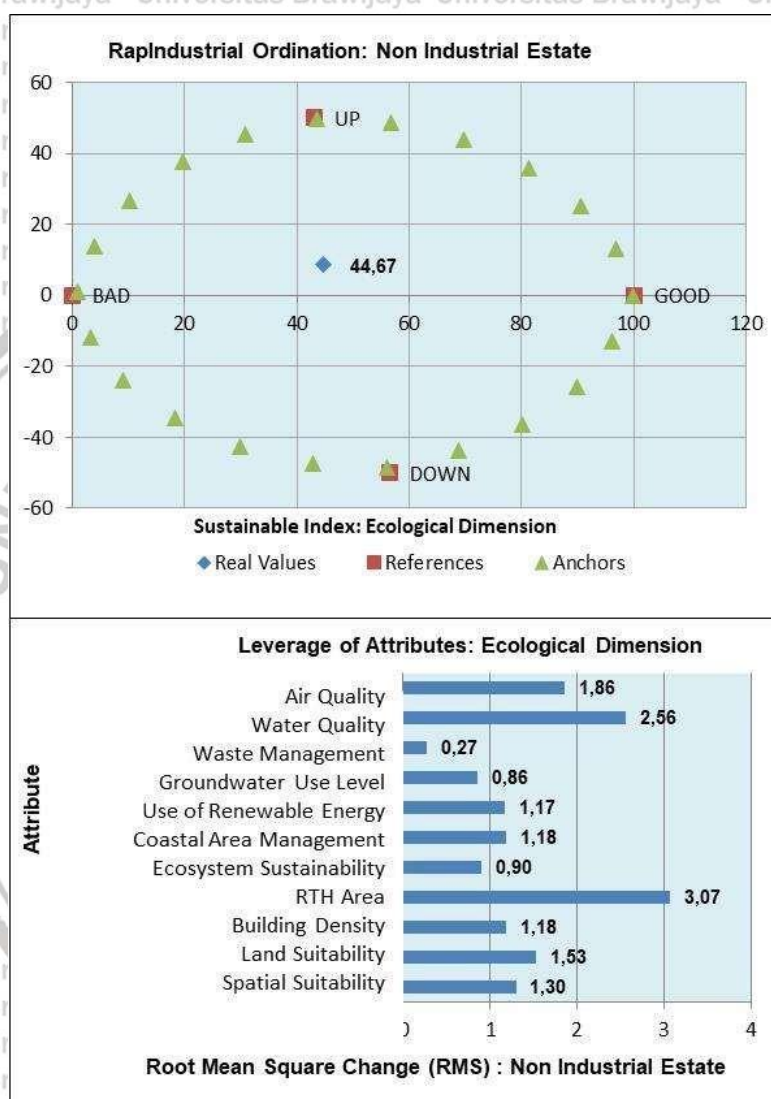


Figure 4. Ecological Dimension Sustainability Index for Non Industrial Estate

Source: Results of Analysis (2018)

The ecological dimensions of non-industrial estate companies show a sustainability index that is slightly lower than the industrial area, which is 44.67 and is categorized as less sustainable. Based on the leverage factor analysis of the ecological dimension attributes of non- industrial estates by looking at the dominant values indicated on the Root Mean Square (RMS) number, there were 5 attributes that were used as leverage indicators, namely; Suitability of Spatial / RTRW (1.30), Land Suitability / Land Use (1.53), Adequacy of Green Open

Space (3.07), Water Quality (2.56) and Air Quality (1.86) as shown in Figure 4.

Regional Spatial Suitability Indicators for industrial estate development are the main prerequisites as stipulated in the provisions of Article 11 of Act Number 3 of 2014 concerning Industry. While the land use pattern of industrial estates in Gresik has been designed in a special area that is not mixed with other activities or spatial use. The condition is different from non-industrial area companies which in some locations are still mixed with residential areas and trade and other services.

The Management of Coastal and Coastal Areas is crucial because in fact the position of the industrial estate in Gresik is predominantly located in the coastal area and controls the land and its waterfront, so that it has the potential to significantly reduce sustainability / biodiversity and public access to coastal benefits. While the indicator of the adequacy of Green Open Space (RTH) in non-industrial estates is a leverage factor because its availability is still below 10% of the total area of urban land. Water Quality and Air Quality are influential indicators because they can correlate directly with the quality of human life. Gresik Regency Water Quality Index (IKA) has increased from 49.01 in 2016 to 53.64 (very poor status) in 2017. While the air quality conditions in Gresik are based on the results of 2017 BLH Regency Gresik monitoring on 12 sample points around the area industry in the study area is relatively better with the average results still below the quality threshold except for dust and noise particles with reference to air quality quality standards in Governor Regulation Number 10 of 2010. Air Quality Index (IKU) in 2016 is 70.06 and increased to 77.84 in 2017 even though the value is still below the average of the East Java IKU of 90.09 (East Java SLHD, 2017).

Economic dimension

The economic dimension of an industrial estate company consisting of 11 attributes (Figure 5) based on MDS Rap-Industrial analysis resulted in an average index of sustainability of 58.12 which was categorized sustainable condition, in a fairly. Based on the leverage factor analysis of the attributes of the economic dimension in the industrial area by looking at the dominant values shown in the Root Mean Square (RMS) figures as in Figure 5, there are 5 attributes that are used as leverage indicators namely; Employee Welfare / MSE (2.44), Corporate Income (3.06), PAD Contributions (regional tax / retribution) of (4.02), Percentage Income (4.08) and Business Partnership Program (4.60). The leveraging indicator of the economic dimension for the sustainability of the industrial estate basically functions to maintain the economic stability of the 3 main stakeholders, namely the interests of the company and its employees, the government's needs for regional income and the real contribution of industrial estates to the general public.

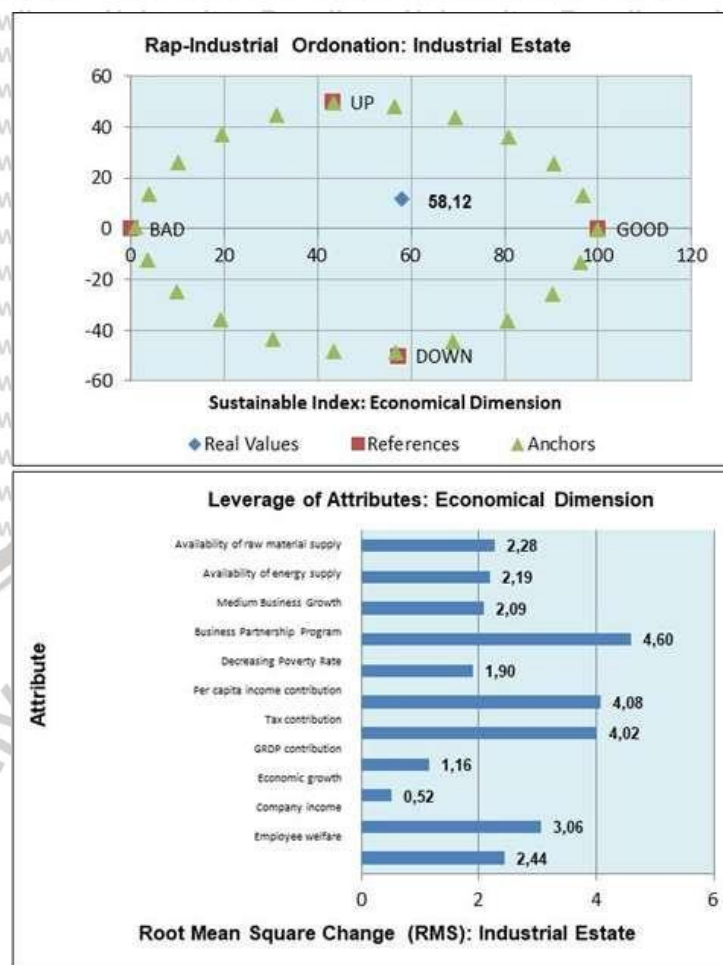


Figure 5. Economic Sustainability Index for Industrial Area

Source: Results of Analysis (2018)

The economic dimension in non-industrial estate companies shows a lower sustainability index compared to industrial estates in a fairly sustainable category, which is 52.79. The lever indicator based on leverage factor analysis of the attributes of the economic dimensions of industrial estates that are shown to be the dominant values on the Root Mean Square (RMS) number obtained 3 attributes, namely; Company Income (2.31), Percentage Income (4.18) and Decrease in Poverty Rate (3.55). The configuration of the role of economic sustainability indicators in non-industrial estate companies is more dominant to function to realize economic balance by decreasing poverty rates, increasing per capita income and business profits as shown in Figure 6.

One of the parameters of the industrial sector employee welfare indicators is the fulfillment of the District Minimum Wage, whose value in Gresik Regency is in the high (second place) in the East Java region and always increases. The contribution of Regional Original Revenue (PAD) in the form of taxes and levies is an important indicator of sustainability from the needs of regional governments with the largest composition of PAD Gresik (57%) originating

from industrial and residential development activities which include UN Tax, BPHTB and IMB Retribution. Whereas the distribution of PAD producing regions is also more than 50% obtained from the research area (Gresik Subdistrict, Kebomas and Manyar) which is dominated by income from the industrial sector and services trade. Per capita income in Gresik Regency whose value is quite high at 84.9 million in 2017 is above the average income per capita of East Java Province of 47.9 million. This condition is linear with the contribution of the industrial sector to Gresik Regency GRDP which has always been dominant since the 2000s in the range of 50%. The poverty level indicator is shown by data on poor families in the study area at least compared to other regions. However, the macro poverty rate in Gresik Regency is 12.8% and is relatively higher than the East Java average of 11.85% in 2017.

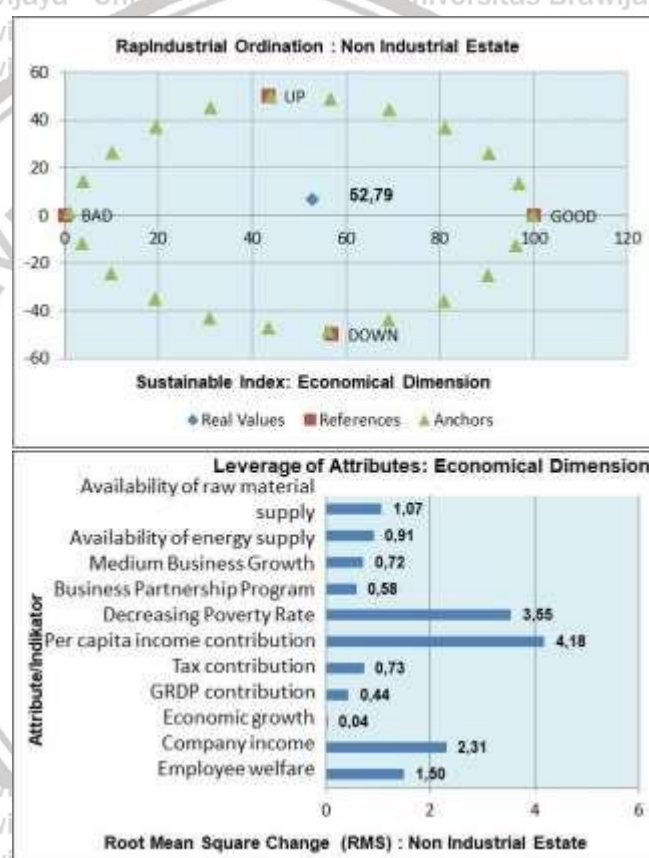


Figure 6. Economic Sustainability Index for Non Industrial Estate
Source: Results of Analysis (2018)

Socio-cultural Dimension

The socio-cultural dimension of the industrial estate company consists of 8 attributes. Based on the MDS Rap industrial analysis the average value of the sustainability index is 51.76 and is included in the fairly sustainable category. While based on leverage factor analysis on the attributes of the socio-cultural dimension in the industrial area by looking at the dominant values indicated on the Root Mean Square (RMS) number, there were 3 attributes that were used as

leverage indicators, namely; Employment Absorption (2.74), HDI Development (4.95) and Community Empowerment / CSR (4.02).

The Socio-Cultural Dimension of non-industrial estate companies shows a higher sustainability index compared to industrial estates, although still in the same category, which is quite sustainable with a value of 56.09. While the number of lever indicators as many as 4 attributes are generated through the analysis of leverage factors which are shown to be the dominant values in the Root Mean Square (RMS) number including; Absorption of Labor (4.29), Decrease in Unemployment Rate (5.44), Development of HDI (5.89) and Community Empowerment (6.78). One lever indicator that differentiates it from industrial estates is the decrease in the unemployment rate, which means that the non-industrial estate companies absorb more labor on average and are dominated by labor intensive industries.

Labor absorption is a leveraging indicator for industrial estates and non-industrial estate companies because in fact in the area of population livelihood research is still dominant in the industrial sector, which is an average of 25%. Besides that, industrial development is still relied upon as an effort to reduce the unemployment rate in Gresik which reached 5.67% in 2016 and is still higher than the East Java average of 4.21% (BPS of East Java Province, 2017).

The Human Development Index (HDI) indicator is an important attribute to measure that the orientation of industrial development is not only focused on the economic dimension, but is designed to be positively correlated in improving the quality of life of its citizens. In the last five years the value of Gresik Regency HDI has always increased and in 2016 it was at 74.46 which was higher than the East Java average of 69.74. One of the industrial contributions to the HDI is through community empowerment through the Corporate Social Responsibility (CSR) program.

Dimensions of Institutional Management

Institutional Management Dimensions in industrial estate companies consist of 10 attributes. Based on MDS Rap-Industrial analysis, the average value of sustainability is 51.99 which is categorized as fairly sustainable. Analysis of leverage factors on the 10 attributes of institutional management dimensions in industrial estates that are shown in the Root Mean Square (RMS) dominant number obtained 3 lever attributes, namely; Implementation of Regional Code of Conduct (3.25), Environmental Performance Monitoring / PROPER (5.03) and Compliance of Business Licensing Documents (3.59).

The index of sustainability in institutional management dimensions in non-industrial estate companies is in a lower position than industrial estates, amounting to 44.37 and is included in the less sustainable category. The analysis of leverage factors shown by the dominant values on the Root Mean Square (RMS) number produced 3 leverage indicators namely; Fulfillment of AMDAL / UKL-UPL Documents (3.14), Compliance with Business Licensing Documents (3.04) and Provision of Sanctions (1.82).

The implementation of industrial estate and PROPER rules as regulated in Government Regulation Number 142 of 2015 and Regulation of the Minister of Environment No. 3 of 2014 are important to realize sustainable industries that are not yet fully implemented by industrial estates and most non-regional industries in Gresik. Whereas the fulfillment of the AMDAL / UKL-UPL document for non-industrial estate companies in Gresik is a factor of sustainability leverage because the document can be a reference for the company's management in minimizing the potential negative impacts (externality) of industrial, environmental and economic activities as stipulated in the Law, Number 32 of 2009 concerning Environmental Protection and Management. While the fulfillment of business licenses which principally regulates production capacity (business permits) and management of buildings and other assets (Registering property), among others, Spatial Permit and Building Construction Permit (IMB). Some of the obligations for fulfilling these permits, especially for non-industrial estate companies in Gresik, are still not fully adhered to, thus becoming an influential factor in efforts to improve the sustainability index.

Dimensions of Technology and Infrastructure

The Technology and Infrastructure Dimensions in industrial estate companies consist of 10 attributes based on MDS Rap-Industrial analysis resulting in an average value of sustainability of 49.94 and categorized in a less sustainable rating scale. While the results of the leverage factor analysis of the 10 attributes of the technology and infrastructure dimensions in the industrial area shown in the Root Mean Square (RMS) dominant number obtained 6 attributes which were used as leverage indicators namely; Exchange of Raw Materials (3.95), Environmentally Friendly Buildings (4.78), Air Pollution Reduction Technology (6.03), Water Pollution Reduction Technology (5.97), Fire Management Systems (4.84) and Emergency Response Systems / K3 (4.01).

Based on the results of the MDS Rap-Industrial analysis of the 10 attributes of the technology and infrastructure dimensions in non-industrial estate companies showing a sustainability index of 41.59 with a less sustainable category. Furthermore, with the analysis of the leverage factor selected from the dominant values on the Root Mean Square (RMS) number, there were 4 leverage indicators namely; Environmentally Friendly PSU (3.69), Air Pollution Reduction Technology (4.79), Water Pollution Reduction Technology (5.92) and Fire Management Systems (2.86).

The raw material exchange indicator (industrial symbiosis) is an attribute that gives a simultaneous impact because with a system of exchanging / trading material, energy and by- products with other industries in one region or with a factory network, it is certain to get economic and environmental benefits at once (Lowe, 2001) . In fact, the practice of industrial networking in industrial estates in Gresik has not yet been developed so much that it needs to be designed in the future in new industrial zones to be able to become a lever factor of the sustainability index. While the air pollution and water reduction

technology indicators are a sensitive factor in the development of industrial estates and non-industrial estates in Gresik because empirical data correlates with the water quality index and air quality index in the central area of industrial growth tends to be lower (worse).

The availability of PSU such as road access, drainage, parking areas, religious facilities, health facilities and environmentally friendly industrial building designs are indicators of leveraging the sustainability of industrial development in Gresik. The fire prevention system and emergency response system (K3) are very important to ensure the health and safety of work for everyone and workers in the ongoing industrial activities. The K3 implementation in Gresik receives appreciation from the government every year, such as the zero accident award in 2016, there are 86 industrial companies and 54 industrial companies in 2017 (Kompas, 2018). But on the other hand almost every year there are also cases of factory fires, therefore creating an established emergency response system will be a leveraging factor for the sustainability of industrial development.

Multi Dimension

Based on the results of the sustainability analysis with MDS Rap-Industrial on all dimensions with 50 attributes in the industrial area, the value of sustainability is 52.47 and is included in the fairly sustainable category. The value of sustainability is supported by 4 dimensions (economic, socio-cultural, institutional management and technology and infrastructure) with the highest economic dimension values, while the ecological dimension is in the lowest position with a less sustainable category (Table 2).

Table 2. Status of Sustainability in Regional Development Industry in Gresik Urban Area

Dimension	Industrial Estate		Non Industrial Estate	
	Index	Status	Index	Status
Ecology	45,56	Less	44,67	Less
Ecoomy	58,12	Enough	52,79	Enough
Social	51,76	Enough	56,09	Enough
Management	51,99	Enough	44,37	Less
Technology	49,94	Less	41,59	Less
Multi-dimension	52,47	Enough	48,44	Less

Source: Results of Analysis (2018)

The index of sustainability of non-industrial estate companies for all dimensions with 50 attributes is in the unsustainable category with a value of 48.44. The condition is derived from the 3-dimensional value (ecological, institutional management and infrastructure technology) that is not sustainable with the lowest-value infrastructure technology dimension, while the 2 dimensions (economic and social culture) are in a fairly sustainable category as shown in the kite diagram kite diagram).

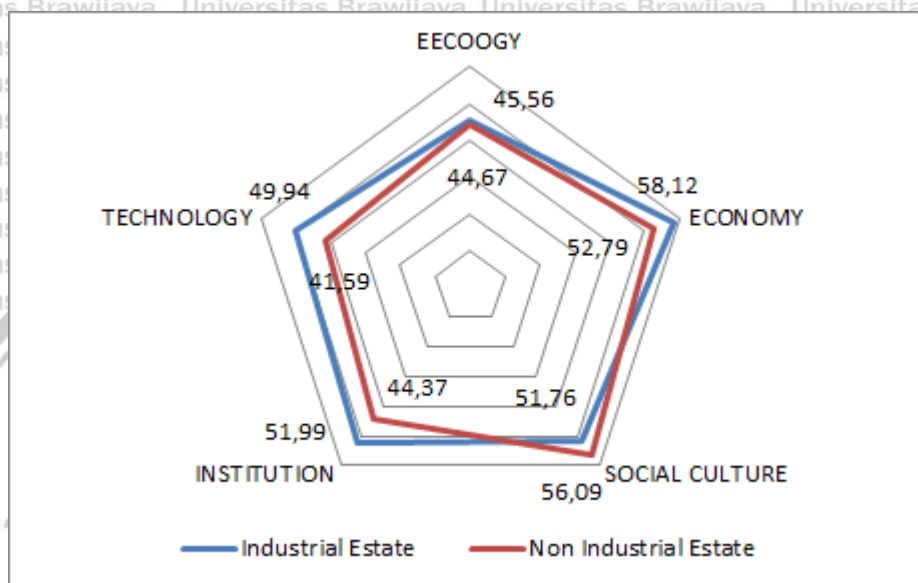


Figure 13. Kite Diagram of the Index for the Sustainability of Industrial Estates and Non Industrial Estates
Source: Results of Analysis (2018)

The results of the Rap-Industrial MDS analysis are considered to be quite accurate according to Kavanagh and Pitcher, (2004) and can be scientifically accounted for based on the average Stress value smaller than 0.25 or 25% and the value of the Determination Coefficient (R^2) approaches 100%, namely 0.95. Whereas the results of the Monte Carlo analysis show that the values at the 95% confidence level for each dimension and multidimensional also have relatively small differences, which are on average less than 1% when compared with the results of the MDS Rap-Industrial in industrial and non-industrial zones. The results of the analysis illustrate that the data used are sufficient, the level of procedural errors and data entry and attribute scoring are relatively small so that the final results of the study can be accounted for (Kavanagh & Pitcher, 2004).

Prospective Analysis

Determination of key factors in a prospective analysis was carried out using lever indicators resulting from the MDS Rap-Industrial process from 5 dimensions of sustainability, namely as many as 22 leverage indicators for industrial estates and 19 leverage indicators for non-industrial estate companies (Gaambar 14). Through expert judgment (expert judgment) with a

model of the level of influence and dependence between factors that are processed using prospective analysis software, the following results are obtained: for industrial estates there are 8 key sustainability factors, namely; (1) land use; (2) management of coastal areas; (3) the contribution of per capita income; (4) employment absorption; (5) implementation of regional regulations; (6) environmental performance monitoring and evaluation (PROPER); (7) air pollution reduction technology; and (8) water pollution reduction technology. While for non- industrial estate companies, there are 7 key factors, namely; (1) land use; (2) fulfillment of green open space; (3) contribution to poverty reduction; (4) contribution to the decline in unemployment; (5) fulfillment of licensing documents; (6) air pollution reduction technology; and (7) water pollution reduction technology.

Scenario Compilation

Based on prospective analysis there are 8 and 7 key factors as shown that must be managed so that the sustainability of industrial development in the urban area of Gresik is achieved by taking into account the state and illustrating several possibilities that occur in the future. The state of each key factor as in Table 3 and Table 4.

Table 3. The circumstances of each of the Factors in the Development of Sustainable Industrial Estate in the Gresik Urban Area

No	Indicator			
1	Land use	1 A	1 B	1 C
			Enough (in part)	According to designation
2	Coastal area management	2 A	2 B	2 C
		Many function	Limited management	Conservation
3	Income per capita	3 A	3 B	3 C
			Enough (> Average province)	optimal (highest province)
4	Total absorption of industrial sector labor	4 A	4 B	4 C
				dominant (highest sector)
5	Implementation of regional code of conduct	5 A	5 B	5 C
			Existing and less effective	Implement and effective
6	Industrial performance monitoring	6 A	6 B	6 C
		None	Enough (blue, green)	Maximal (gold)
7	Air pollutant reduction technology	7 A	7 B	7 C
		Less/non e	Less optimal	Existing and effective
8	Water pollution reduction technology	8 A	8 B	8 C
			Less optimal	Existing and effective

Source: Results of Analysis (2018)

Table 4. The circumstances of each of the Factors in Sustainable Industry Development for the Company Non-Industrial Estate in Gresik Urban Area

No	Indicator			
1	Land use	1 D	1 E	1 F
		Not suitable	Enough (in part)	According to designation
2	RTH fulfillment	2 D	2 E	2 F
		Less than 10%	Sufficient (10-20%)	Optimal (> 20%)
3	Decreasing in poverty level	3 D	3 E	3 F
			Less significant	Optimal (< average per province)
4	Decreasing in unemployment rate	4 D	4 E	4 F
			Less significant	optimal (< average per province)
5	Licensing document fulfillment	5 D	5 E	5 F
		Less	Enough (in part)	Complete
	Air pollution reduction technology	6 D	6 E	6 F
		Less	Less optimal	Effective
7	Water pollution reduction technology	7 D	7 E	7 F
			Less than optimal	Existing and effective

Source: Results of Analysis (2018)

Based on Tables 3 and 4, there are small opportunity conditions that occur mutually incompatible characterized by lines which connects one situation to another. The development of the sustainability level can be done in 3 (three) scenarios as follows:(1) A conservative- pessimistic scenario by maintaining existing conditions or making limited improvements to certain factors (2) Moderate-optimistic scenario by making improvements of about 50% of the key factors but the possibility of the results is not entirely optimal (3) Progressive-Holistic Scenario, namely by increasing overall all key factors to the maximum results.

Based on the description and strategy of the three scenarios outlined in Table 5, the third scenario (progressive-holistic) is the most optimal scenario to realize an eco-industrial park. However, at the implementation level it requires the conditions of many aspects and resources, so that a gradual improvement with the program and commitment of all stakeholders will be more realistic to be realized.

Table 5. Strategies for Developing Sustainable Industrial Estates and Non Industrial Estate Companies in the Gresik Urban Area

No	Scenario	Condition and strategy	
		Industrial estate	Non industrial state
1	Conservative-Pessimistic Maintain current conditions by making limited repairs	(1B) Partial stewardship of land is still not in accordance with the designation (2B) Limited management of watershed areas (3B) The level of income per capita is above the provincial average (4C) The highest number of workers in the industrial sector compared to other sectors (5B) Already have regional rules but have not been effective (6A) There is no program following PROPER from the LHK ministry (7B) There are already air pollution treatment plants but are not optimal (8B) There are already wastewater treatment plants but not optimal	(1E) Partial stewardship of land is still not in accordance with the allocation (2D) Provision of RTH is still below the standard requirements (<10%) (3E) There is a contribution to reducing poverty but not yet significant (4E) There is a contribution to the decline in the unemployment rate but has not been significant (5D) Fulfillment of licensing is still a small part carried out (6E) There are already air pollution processing installations but they are not optimal (7E) There are already wastewater treatment plants but not optimal
2	Moderate – Optimistic Performing improvements of around 50% key factors	(1C) Land stewardship is in accordance with regulations and designation (2B) Limited management of watershed areas (3B) The level of income per capita is above the provincial average (4C) The highest number of workers in the industrial sector compared to other sectors	(1F) Land stewardship is in accordance with regulations and allotments (2E) Provision of RTH is quite a standard requirement (10% - 20%) (3F) Contributions to reducing poverty levels are quite optimal (<provincial average) (4F) Contributions to decrease the unemployment rate are quite optimal (<provincial average)
		(5C) Already has regional rules and runs effectively (6B) Following the PROPER program with sufficient assessment targets (blue / green) (7B) There are already air pollution treatment plants but are not optimal (8C) There is already a communal WWTP and effective functioning	(5E) The fulfillment of licenses has mostly been carried out (6E) There are already air pollution processing installations but they are not optimal (7F) There are already technologies / WWTPs that function effectively

3	Progressive-Holistic Overall improvement of key factors to the maximum	(1C) Land stewardship must be in accordance with regulations and designation (2C) Management of coastal areas properly through conservation programs (3C) Per capita income level can be maximum and highest in the region (4C) The highest number of workers in the industrial sector compared to other sectors (5C) Already has regional rules and runs effectively (6C) Following the PROPER program of the Ministry of Environment and Forestry with a maximum target of gold (gold) (7C) There are already air pollution treatment plants and are functioning effectively (8C) There is already a regional communal technology / IPAL and effective functioning	(1F) Land stewardship is in accordance with regulations and allotments (2F) Provision of RTH is optimal from the need (> 20%) (3F) Contributions to reducing poverty levels are quite optimal (<provincial average) (4F) Contributions to decrease the unemployment rate are quite optimal (<provincial average) (5F) Permit fulfillment has been carried out according to regulations (6F) There are already air pollution treatment plants and are functioning effectively (7F) There is already a technology / IPAL that functions effectively for liquid waste management

4. CONCLUSION

Measuring the sustainability status of industry in the urban area of Gresik is needed as a reference to realize an environmentally friendly industry, economically profitable and socially feasible. Multi dimensionally the development of industrial estates in Gresik is in a fairly sustainable position with a value (52.47) and slightly better compared to non-industrial estate companies that are in the less sustainable category (48.44). In industrial estates, the ecological dimension must be a priority to be increased because it has the lowest value (45.56) with a less sustainable category and the dimension of infrastructure technology with a value (49.94). Whereas in non-industrial estate companies, the technology dimension is considered the lowest with a less sustainable category (41.59), management and institutional dimensions (44.37) and ecological dimensions (44.67). An assessment of 50 selected indicators produced 8 indicators which were key factors for industrial estates and 7 indicators for non-industrial estate companies. While the scenario of industrial estate development can be done starting with the minimum stages, namely (1) conservative - pessimistic, then (2) moderate - optimistic to the maximum stage, namely (3) progressive - holistic.

Focus on increasing the sustainability of each dimension, namely; (1) the ecological dimension prioritizes land use by taking into account the fulfillment of open green space and management of coastal areas; (2) the economic dimension prioritizes welfare aspects by

increasing per capita income while reducing poverty; (3) the socio-cultural dimension considers labor aspects by reducing the unemployment rate through labor absorption in the industrial sector; (4) the institutional management dimension prioritizes the implementation aspects of regulations related to the fulfillment of licensing, implementation of rules and monitoring mechanisms for evaluating company performance; and (5) infrastructure technology dimensions prioritize the availability of technology to reduce the potential for air and water pollution through both production technology and waste processing installations.

This study has assessed the sustainability of industrial estates and non-industrial estate companies as well as carried out assuming average data on two types of industry groups, so that it is not absolutely valid for all industrial companies. Therefore, further research is still needed with case study methods in certain industries which are the locus of research.

ACKNOWLEDGMENT

The author expresses his gratitude for the participation and openness of regional managers and industrial tenants, environmentalists and community leaders around the center of industrial development in Gresik and all parties involved in conducting research and completing the writing of the results of this study.

REFERENCES

- [1] Bourgeois, R. and Jesus, F. (2004). Participatory prospective analysis. Exploring and anticipating challenges with stakeholders. *Center for Alleviation of Poverty through Secondary Crops Development in Asia and the Pacific, Monograph*, 46.
- [2] Budiyo, P., Saefuddin, A., dan Putri, E.K., 2015. Sustainability Analysis of PT East Jakarta Industrial Park in Realizing Environmental Industrial Park. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* Vol. 5 No. 2
- [3] Djajadinirrat, S.T, Hendriani, Y., dan Famiola, M., 2014. *Green Economy*. Bandung: Rekayasa Sains
- [4] Fauzi. A. & Anna. S., 2005. Evaluasi Status Keberlanjutan Pembangunan Perikanan, Aplikasi Pendekatan Rapprofish (Studi Kasus: Perairan Pesisir DKI Jakarta). *Jurnal Pesisir dan Lautan*, 4(3) : 14 – 21.
- [5] Fleig, A.K., 2000. *Eco-Industrial Parks, A Strategy towards Industrial Ecology in Developing and Newly Industrialised Country*, Eschborn, Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit.
- [6] Hadiwijoyo, R. Purwanto dan Sudarto, P.H., 2013. Innovative Green Technology for Sustainable Industrial Estate Development. *International Journal of Renewable Energy Development*. Vol 2 (1).

- [7] Hardjomidjojo H. 2002. *Metode Analisis Prospektif*. Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian. Bogor: IPB.
- [8] Kavanagh. P, & Pitcher. T. J., 2004, *Implementing Microsoft Exel Software for Rapfish: a Technique for the Rapid Appraisal of Fisheries Status*. Fisheries Centre Method. Rev.12 (2): 136-140
- [9] Kwanda, Timoticin, 2000. Pengembangan Kawasan Industri diIndonesia. *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur*, Vol.28, No.1
- [10] Kodrat, K.F. 2011. Analisis Sistem Pengembangan Kawasan Industri Terpadu (Studi Kasus di PT.Kawasan Industri Medan). *Jurnal Manusia dan Lingkungan* Vol 18 (2).
- [11] Lowe, Ernest, 2001. *Eco Industrial Park Handbook for Asian Developping Countries*. Report to Asian Development Bank. Cina Chemical Industry Press.
- [12] Peraturan Pemerintah nomor 24 tahun 2009, Jo Nomor 142 Tahun 2015 tentang Kawasan Industri
- [13] Pitcher, T.J. and Preikshot, D.B. (2001) Rapfish: A rapid appraisal technique to evaluate the sustainability status of fisheries. *Fisheries Research*, 49 (3).
- [14] Prasetya, Hermawan, 2007. Pengukuran Status Kawasan Industri terhadap Konsep Eco Industrial Parks. *Jurnal Teknik Lingkungan* : BPPT. Vol 8 (1).
- [15] Sugiyono, 2016. *Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung. Penerbit Afabeta.
- [16] Sulaiman,F., Asep, S., Rizal,S., dan Alinda FMZ., 2008. Strategi Pengelolaan Kawasan Industri Cilegon Menuju Eco-Industrial Park.*Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota* Vol. 19 No. 2 Hal. 37-57.
- [17] Sujiman, 2016. Kawasan Industri Berbasis Ekologi.*AIUulum Sains dan Teknologi (1) No.2*
- [18] Susanty, A., Puspitasari, NB., dan Sipayung, DL, 2015. Usulan Pengembangan Eco Industrial Park dengan Konsep Waste Exchange. (Studi Kasus: Kawasan Industri Candi Semarang). *Prosiding Seminar Nasional IENACO – 2015*
- [19] Suwarno, J., Kartodihardjo, H., & Pramudya, B. (2011). Pengembangan kebijakan pengelolaan berkelanjutan DAS Ciliwung Hulu Kabupaten Bogor. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 8 (2),
- [20] Cahyanto, A.D. 2016. Pengembangan Kebijakan Sistem Manajemen Mutu dan Lingkungan Berkelanjutan (Studi Kasus Kawasan Industri Jababeka Cikarang Bekasi). *Journal of Env. Engineering & Waste Management* Vol 1 No. 1

TABLE REPORT OF TRANSLATION AND PROOFREADING TEAM CAPA

Plagiarism Detected	Final Plagiarism (After Edit)	Language Improvisation	Status	Notes (ATTENTION)
passed		Improve by editorial proofreader	Submission ok	ok

Spatial Prediction of the Dynamics of Industrial Estate Development Using the Cellular Automata Model (Case Study: Gresik Urban Area, East Java, Indonesia)

Achmad Hadi^{1*}, Soemarno², Arief Rachmansyah³, Abdul Wahid Hasyim⁴

¹ Doctoral Program in Environmental Sciences, Brawijaya University

² Postgraduate Degree in Agriculture, Faculty of Agriculture, Brawijaya University

³ Department of Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering, Brawijaya University

⁴ Department of Regional Planning, Faculty of Civil Engineering, Brawijaya University

Email: Achmadhadiub@gmail.com

Abstract

Since 1960, Gresik urban area, Indonesia, has developed into one of the national industrial estates, with more than 300 medium and large industries and the re-establishment of three existing industrial zones. The growth of industrial areas has an impact on land use such as; open areas, vegetation, ponds, fields, and coastal marine areas, and that's why the magnitude, and pattern, of the land development, needs to be predicted to anticipate the ecological impacts it may cause. This study aims to analyze the industrial estate development spatial dynamics, to compile spatial predictions and scenarios for sustainable industrial estate development, to analyze the level of suitability of industrial estate developments with the Gresik Regency Spatial Plan (Rencana Tata Ruang Wilayah/RTRW) and to formulate industrial spatial development control policies. Analysis of spatial predictions was carried out using Geographic Information Systems (GIS) which are processed using the Cellular Automata (CA) method using the ArcGIS and LanduseSim programs. The development of industrial land spatial dynamics, in the urban area of Gresik between 1997-2017, has increased by 1,691 ha (119.96%), from 1,411 ha in 1997 to 3,102 ha in 2017. The largest contribution to the industrial land is from 844 ha of ponds and 333 ha of open area. The model prediction at 2017 has 88.30% accuracy, so the model can be used to predict land use in 2027 and 2037. The prediction is carried out with three scenarios to show the different implications of the various land use changes. Scenario one encourages the expansion of industrial land by 1,352 ha in 2037 to 4,445 ha (43.60%). Scenario two is the largest expansion to industrial land, increasing the industrial land by 1,992 ha (64.20%) to 5,094 ha by 2037. Scenario three encourages the expansion of industrial land by 1,360 ha, to 4,463 ha (43.86%) in 2037. The suitability analysis result of the Gresik Regency RTRW in 2010-2030, on existing industrial land, is 84.79%. The prediction results of industrial land in 2027 in scenario three shows the highest level of RTRW suitability by 79.38%, the second is scenario one by 73.87%, and the last is scenario two by 66.80%, due to changes in coastal marine land of about 856 ha. The policy to control industrial area use change for scenario one is impact mitigation, synchronization of spatial patterns for scenario two, and regional consolidation policies for scenario three, organizing sustainable industrial areas in the future. The dynamics of the industrial area's development is one of the factors that drive the environmental change and structure of regional space utilization, making it an important consideration when organizing sustainable industrial areas in the future.

Keywords: *Spatial Dynamics, Industrial Area, Cellular Automata, LanduseSim*

INTRODUCTION

The concept of industrial area development can't be separated from spatial planning aspects, because the existing industrial areas land-use pattern is the result of spatial planning and the implementation of the spatial licensing. According to Mukaryanti et al. (2006) and Djajadiningrat et al. (2014), the planning and design of sustainable urban areas, or industrial areas, should be based on sustainable spatial planning principles.

To achieve sustainable spatial structure and a pattern of the industrial area, a plan, that is in accordance with the basic principles of regulating the utilization of industrial estate in accordance with Minister of Industry Regulation Number 35 of 2010, is needed. This is: (a) spatial suitability; (b) the availability of infrastructure, facilities, and utilities; (c) physiography, topography, hydrology and land use suitability.

According to Barlowe (1986), Daldjoeni (1992), Martopo (2003), Eriawan (2012) and Sitorus (2015), spatial dynamics and land suitability for area like industrial and settlements area development can be influenced by several factors including: (a) physical and biological aspects which are related to the physical condition of the land and its environment; (b) economic and technological aspects which are related to basic needs, labor and transport infrastructure to reach the optimum location; (c) spatial and institutional regulation aspects, which are related to regional strategic policies that establish regional development areas and licensing systems.

The spatial development dynamics, of industrial areas, can be predicted by integrating Geographic Information Systems (GIS) and Cellular Automata methods, through spatial modeling (Susilo, 2011). The

Cellular Concept of Automata (CA) was originally introduced by Ulam and Neuman in the 1940s. Furthermore, in the 1980s CA modeling was widely used for geographical research, and the first simulation, used for urban development, was carried out in the 1990s (Coucleis, 1997). The concept of CA continues to grow until its application can be used for land-use planning (Li and Yeh, 2000) and urban and regional planning (White and Engelen, 2000).

CA models are dynamic by integrating the dimensions of space and time, functioning projectively by integrating spatial and non-spatial aspects. The modeling results can be used as considerations in spatial evaluation and planning activities so that various scenarios can be prepared to minimize the negative impacts of future land use changes (Susilo, 2011).

Some studies, related to changes in land use, are more focused on the topic of predictions of land cover and the development of urban areas, like: WuFulong, and David, Martin (2002) about simulating the development of cities in the UK; Wibowo and Semedi (2011) on simulating land suitability for industrial estates; Fajarini et al. (2015) about the development of Bogor; Wijaya and Umam (2015) on the Yogyakarta locus; Fadillaet al. (2017) on the locus in Semarang and Fitriana et al. (2017) on the Surakarta locus. All of these studies used the Cellular Automata method with Geographic Information Systems (GIS).

The Gresik urban area, which is the research locus, is an industrial city that has been built, since the 1960s, and now operates more than 300 medium and large industrial companies with a dominant contribution to the Gresik Regency GRDP of 49.95% (BPS Gresik, 2017). Spatially, the existing industrial growth, of 3,102 ha in

industrial estates and non-regional industries, has implications for the change of land-use from open land, rice fields, ponds, and coastal seas to become industrial areas with their supporting facilities. The tendency of functional change, for industrial land, continues to be linear with the policy of opening new industrial zones and industrial deregulation by the government. Therefore, we need spatial predictions and patterns of development of industrial land in urban Gresik in the future. The results of spatial predictions are expected to be the basis of spatial control and environmentally friendly industrial estate management policy strategies.

The objectives of this study are: (1) to analyze the development of spatial dynamics of industrial estates in the urban area of Gresik with influential dominant factors; (2) Compile spatial predictions based on the scenario of sustainable industrial estate development; (3) Analyze the level of suitability of the development of industrial estates with the Gresik Regency Spatial Plan (RTRW) and (4),

develop strategies to control the development of industrial estates.

RESEARCH METHODS

This research was carried out in the urban area of Gresik, which consists of three sub-districts (Gresik, Kebomas, and Manyar) with an area of 13,663 ha (Figure 1). While the object of the research is the development of industrial estates in the form of industrial estates and non-regional industries. This research has used remote sensing research through three main stages, which are: (1) making a map of land use changes; (2) prediction and validation of map modeling and (3) prediction of changes in industrial land use based on the development scenario. The tools and analytical methods that were used are the ARCGIS10.4 software for spatial data analysis (mapping), cellular automata (CA) analysis, Landuse Sim software to predict the land-use, and an Analysis Hierarchy Process (AHP) to determine the type and weight of the main factors that influence the development of industrial estates.

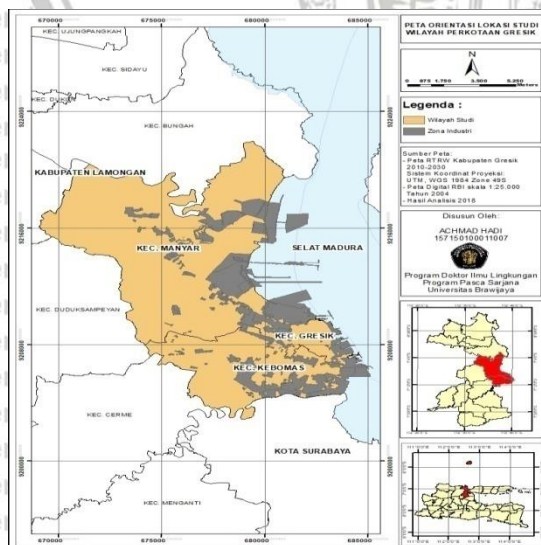


Figure 1. Research Location Map

Source: Processed from Gresik Regency RTRW, 2017

The data used includes primary data and secondary data related to land use maps and spatial pattern maps in the Gresik Regency, including:

1. Landsat 7 imagery of urban Gresik ETM in 1997 and 2007, SPOT 6 imagery in 2017.
2. Map of Rupa Bumi Indonesia (RBI) in Gresik Regency in 2004 with a scale of 1: 25,000.
3. Shapefile map of Gresik Regency RTRW for 2010-2030 (spatial structure and spatial pattern).
4. Shapefile map of Licensing Services for Use of Space and Permits urban area of Gresik.
5. Shapefile map Gresik urban area in 2017.

Step 1. Construct a Land Use Map

The initial stage of this research is to get the industrial estates' development dynamics over the past 20 years and find out its suitability level for the Gresik Regency RTRW applies in 2010-2030. Data input uses the results of the interpretation of Landsat7 ETM Imagery in 1997, 2007, and SPOT 6 in 2017. To get the same position of map coordinates with the actual position on the earth's surface, a geometric and radiometric correction process, with an RMS standard, must be accurate to less than 1 pixel.

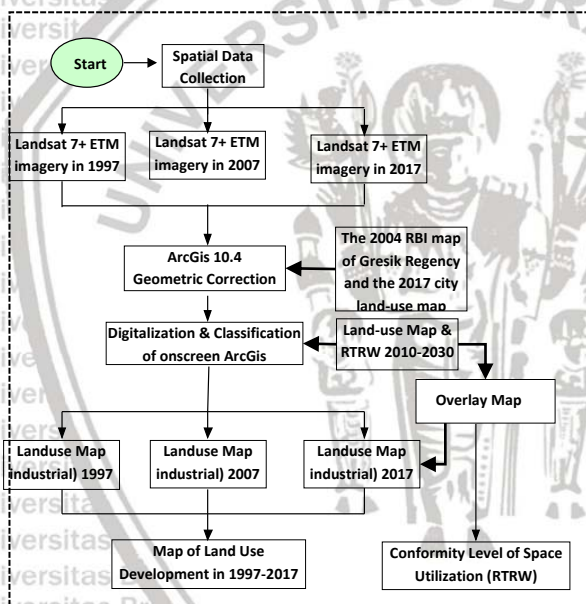


Figure 2. The Process of Making a Land Use Map

Source: Modifications from Prasetyo, etal (2017)

Based on the corrected image map (rectification) the next stage was the on-screen digitalization using ArcGIS 10.4 for each land-use in the research area. The interpretation and classification of land use were based on SNI 7645:2010, which concerns the classification of land cover, especially for industrial land. The results of the digitalization process were validated through ground check sampling, secondary land-use map data for 2017, 2010 RTRW

documents, and the existing industrial land-use maps that were produced in 1997, 2007 and 2017. The suitability of industrial land use, up to 2017, was determined by overlaying the map of Gresik RTRW land use (Figure 2).

Step 2. Modeling The Prediction and Validation Maps

Using on the 1997 land use map, as the base year, and the 2017 map as the second year, a modeling map can be produced, predict land-use changes, using the cellular automata (CA MarkovChain) method. To determine the main factors that influence the development of industrial estates, the method is derived from several literature reports and results of previous studies, with the weight of each factor being determined through multi-criteria analysis (AHP method). The main factors that influence the development of industrial estates are; (1) accessibility; (2) distance to the center of activity; (3) hydrology; and (4) land physiography. Furthermore, after determining the influential factors, each transition map (Euclidean distance) is used as a sub-model for land-use change maps using ArcGIS.

The 2017 industrial land-use prediction maps can be compiled from the model map by entering all transition maps with the weight of each variable with the Cellular Analysis (CA) LanduseSim software. The 2017

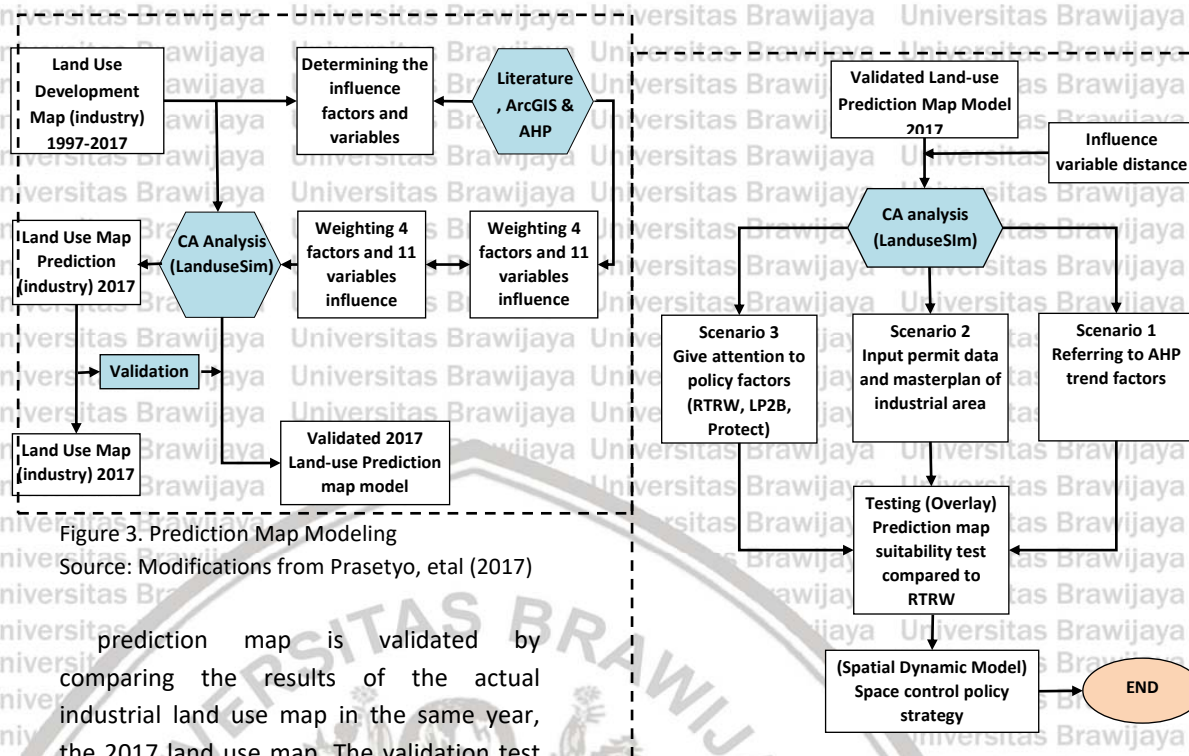


Figure 3. Prediction Map Modeling

Source: Modifications from Prasetyo, etal (2017)

prediction map is validated by comparing the results of the actual industrial land use map in the same year, the 2017 land use map. The validation test is measured by the Kappa Index of Agreement with more valid accuracy if the value is above 80% (Eastman, 2006) which means that the smaller the differences, the more valid the prediction map is (Figure 3).

Step 3. Predicting Land-use Change with a Development Scenario

Based on the results of the prediction map modeling of validated industrial land use, the development of industrial land in Gresik in 2027 and 2037 can be predicted using three scenarios, which are: (1) Conservative scenarios which are based on existing development trends with the influence of the main variables being determined through the judgement of experts; (2) Expansive, progressive scenarios, by considering the aspects of spatial utilization permits and industrial area development master plans by industrial estate companies and (3) a moderate, optimistic scenario by considering policy factors including RTRW regulation, a stipulation of Sustainable Food Agricultural Land (LP2B) and border area constraints as shown in Figure 4.

Figure 4. Preparation of Scenarios and Controls

Source: Modifications from Prasetyo, etal (2017)

The simulation variables, based on the weighting of the influential factors, are then processed by CellularAutomata analysis method with the LanduseSim version 2.3. The cellular automata method is one method that is suitable, and efficient, for making spatial simulations (White and Shahumyan, 2011), including land-use simulation, with its ability to accommodate bottom-up approaches as well as top-down approaches, through computational techniques (Mitsova, D. et al. 2011). LanduseSim is one of the cell-based (raster) software designed to simulate land-use, or land cover, in the future with the ability to simulate multi-land uses up to a maximum of 20 land-use units. In addition, the Landuse System can also be used to convert non-spatial models (AHP, regression, linear program, dynamic system and others) to become both spatial planning and target-based spatial models (Pratomoatmodjo, N.A, 2018).

RESULTS AND DISCUSSION

The dynamic analysis of land-use changes is carried out quantitatively by calculating the amount of change in the land area, for each development, based on the Identity Overlay performed on ArcGIS software. There are eight types of land-use classification that are used, these being: industries, settlements, farms, rice fields, open areas, water bodies, rocky hills, and vegetation.

Land-use changes, in the urban area of Gresik, were obtained from visual interpretation of Landsat imagery from 1997, 2007, and 2017. Landsat image interpretation has a value of 92% kappa accuracy. This value has fulfilled the requirements for the validation of the interpretation results so that the land use map is suitable for use in the study.

The dynamics of the development of industrial land use, in the urban area of Gresik between 1997-2017 are significant as shown in Table 1. In 1997, industrial land covered 1,411 ha (10.33%), in 2007 it increased to 2,095 ha (15.33%) and in 2017 it had expanded to 3,012 ha or 21.92% of the total research area. It can be seen that the magnitude of land changes from 1997 to 2017 was 1,691 ha representing a 119.86% increase. In 2017, industrial land is the largest land cover use at 21.92% as compared to the land area for settlements at 15.21%. The largest non-built land use is that for ponds reaching 47.12% and open area at 6.69%, in the form of ready-to-build land.

Table 1. Land Use Change in 1997, 2007 and 2017

Land Use	Land Area(Ha)						Changes	
	1997		2007		2017		1997 – 2017	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
1. Open Area	1,280.73	9.37	1,052.83	7.71	946.87	6.69	-333.86	-26.07
2. Water Body	269.83	1.97	269.81	1.97	269.87	1.91	0.04	0.02
3. Rocky Hills	567.78	4.16	537.97	3.94	374.16	2.64	-193.62	-34.10
4. Vegetation	441.51	3.23	378.51	2.77	346.08	2.44	-95.43	-21.61
5. INDUSTRY	1,411.35	10.33	2,095.03	15.33	3,102.96	21.92	1,691.62	119.86
6. Settlement	1,753.59	12.83	1,953.09	14.29	2,152.88	15.21	399.29	22.77
7. Rice Fields	423.88	3.10	376.48	2.76	294.41	2.08	-129.47	-30.54
8. Ponds	7,514.70	55.00	6,999.66	51.23	6,670.60	47.12	-844.10	-11.23
Total	13,663.38	100.00	13,663.38	100.00	14,157.83	100.00	-	-

Source: Analysis Results, 2018

Based on the transition matrix of land use change in Table 2, the increase in industrial land of 1,691 ha originates from other land use conversions, the largest from farms at 770 ha (45.55%), then coastal (reclamation) at 494 ha (29.26%), open

areas at 115 ha (6.85%), vegetation areas at 94 ha (5.61%) and from rice fields at 39 ha (2.33%). Settlement land contributed 399 ha from the conversion of 217 ha (54.48%) of open areas and rice fields at 89 ha (22.5%).

Table 2. Transition Matrix for Land Use Change in 1997 - 2017

Land Use	Land Area (Ha)									Total 1997
	1	2	3	4	5	6	7	8	Laut	
1. Open Area	946,82	-	-	0,01	115,92	217,53	0,02	0,04	-	1.280,34
2. Water Body	-	269,81	-	-	0,02	-	-	-	-	269,83
3. Rocky Hills	-	-	374,16	-	176	17,76	-	-	-	567,92
4. Vegetation	-	0,06	-	346,05	94,87	0,02	-	-	-	441,00
5. INDUSTRY	-	-	-	-	1411,32	0,02	-	-	-	1.411,35
6. Settlement	-	-	-	-	0,02	1753,42	-	-	-	1.753,44
7. Rice Fields	0,03	-	-	-	39,44	89,88	294,36	0,08	-	423,79
8. Ponds	0,02	-	-	0,02	770,45	74,25	0,03	6670,48	-	7.515,25
Sea/Reclamation	-	-	-	-	494,92	-	-	-	494,92	-
Total 2017	946,87	269,87	374,16	346,08	3102,963	2152,88	294,41	6670,6		

Source: Analysis Results, 2018

The dynamics of the development of industrial land from 1997 - 2017 are spatially shown in Figure 5, which explains that over the past 20 years there has been a function conversion of ponds, into industrial areas, of 770 ha with most of them being in the Manyar District. In the same period, there was a change in coastal to the industrial area of 494 ha including functional changes of vegetation land (mangroves) into industrial estates and port facilities of 94 ha. Changes in the coastal area occur because it is allowed by RTRW

policy of East Java Province and the Gresik Regency RTRW. The area in the urban coastal area of Gresik is intended for industrial development and to become a Port Work Area (Daerah Lingkungan Kerja Kepelabuhanan/ DLKr-DLkP) as based on the Joint Decree of the Minister of Domestic Affairs and the Minister of Transportation, Number 169 of 1996. The result of implementing the regulation is until 2017 there were 11 both public port or special port for industrial companies.

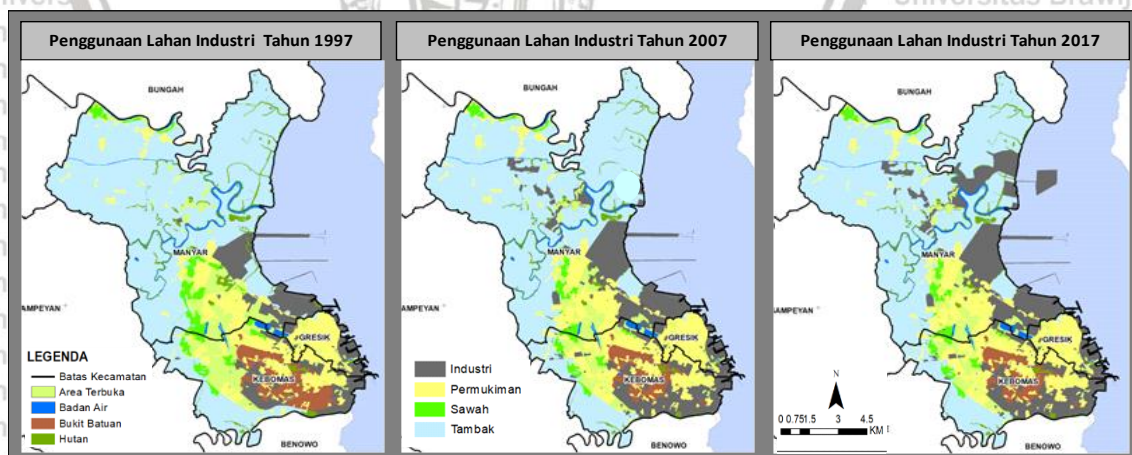


Figure 5. Map of Changes in Industrial Land Use in 1997, 2007 and 2017

Source: Analysis Results, 2018

Industrial Land Development Predictions and Scenarios

Land prediction and modeling are intended to estimate the changes in land use in the future. The prediction maps

preparation was done, by using the 1997 land use map as the base year and the 2017 map as the second year, using the Cellular Automation method with Land Use analysis. In 2017, the land use prediction modeling has an accuracy of 88.31% which means the prediction model can be applied to create industrial land use scenarios for the next 20 years.

Scenario 1

The conservative scenario, that uses technical aspects as the main factors that influence the development of industrial estates, which are regulated in the technical guidelines for industrial estate development (Eriawan, 2012), with the weights formulated in Table 4.

Table 4. AHP Results Scores, Supporting Factors For Industrial Land Development in Gresik

Factors	Variables	AHP Score
Accessibility	Main road/collector	0.24
	Highway (Interchange)	0.15
	Post	0.11
Center of Economic	Existing industry	0.12
	Settlement & CBD	0.05

Table 3. Prediction of Industrial Land Development Scenario 1

Land Use	Land Area (Ha)						Changes	
	2017		2027		2037		2017 - 2037	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Open Area	946.87	6.69	800.9	5.66	693.37	4.90	-253.50	-26.77
Water Body	269.87	1.91	269.85	1.91	269.85	1.91	-0.02	-0.01
Rocky Hills	374.16	2.64	374.16	2.64	353.31	2.50	-20.85	-5.57
Vegetation	346.08	2.44	305.90	2.16	283.41	2.00	-62.67	-18.11
INDUSTRY	3,102.96	21.92	3,777.25	26.68	4,455.95	31.47	1,352.99	43.60
Settlement	2,152.88	15.21	2,152.87	15.21	2,152.87	15.21	-0.01	0.00
Rice Field	294.41	2.08	279.74	1.98	244.01	1.72	-50.40	-17.12
Pond	6,670.60	47.12	6,197.16	43.77	5,705.06	40.30	-965.54	-14.47
Total	14,157.83	100.00	14,157.83	100.00	14,157.83	100.00	-	-

Source: Analysis Results, 2018

Scenario 2

Expansive progressive scenarios is a scenario that takes into account factors that have a potential to drive another instrument for land conversion, according

Activities	Activity center (IKK)	0.05
Hydrology	River	0.05
	Coast /sea	0.07
	Flood-prone	0.05
Physiography	Topography	0.02
	Non-productive land	0.07

Source: Analysis Results, 2018

Scenario 1 prediction (Table 3) shows that industrial land in 2027 will increase by 3,777 ha (26.68%) and in 2037 it will increase to 4,463 ha or 32.53% of the total research area, which means that for 20 another years, there will be land conversion into industrial area for 1,352 ha or the equivalent of 43.60% of the industrial land in 2017 (Table 7). The biggest contribution to the industrial land increase will be due to the conversion of pond area by 965 ha (71.36%) the equivalent of a decrease in pond area by 14.47% from existing pond area and changes in the open area by 18.73% or 253 ha. The existing rice field also has been changed into industrial land by 50 ha (3.73%).

to Wibowo (2011), a permit for spatial use (location permits, building permits) and industrial area development master plans produced by the government and industrial companies. The prediction of industrial

land development, as a result of scenario two, shows a significant change namely, in 2027 the industrial land area increases to 4,272 ha (29.05%) and in 2037, there is a further increase in industrial land to 5,094 ha or 33.93% of the urban area of Gresik (Table 5). Hence, the prediction of the vast number of industrial land additions over the next 20 years is 1,992 ha or 64.20% of the total industrial land area present in 2017. The results of these predictions are far greater than the existing development between 1997-2017 which covered an area of 1,691 ha.

The dynamics of the development of industrial land, in scenario 2, is influenced by licensing and the master plan for the utilization of coastal areas by existing

industrial estate companies for the expansion of industrial areas and ports, such as Port of Maspion industrial park, the international Port of JIPE industrial area, PT. Petrokimia, PT. Wilmar Nabati Indonesia and other special ports. Marine coastal areas, that will be developed into industrial and port support areas in 2037, is predicted to be 856 ha or 42.98% of the total industrial land addition and is the largest contribution to the land use change, with the second largest contribution coming from the changes to 754 ha of farmland (37.88%). In scenario 2 it is predicted that the area of rice fields will be maintained because the land conversion area is relatively small at 1.94 ha.

Table 4. Prediction of Industrial Land Development Scenario 2

Land Use	Land Area (Ha)						Change	
	2017		2027		2037		2017 - 2037	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Open Area	946.87	6.69	879.34	5.98	813.93	5.42	-132.94	-14.04
Water Body	269.87	1.91	269.87	1.84	269.87	1.80	0.00	0.00
Rocky Hills	374.16	2.64	362.40	2.46	200.67	1.34	-173.49	-46.37
Vegetation	346.08	2.44	316.67	2.15	273.90	1.82	-72.18	-20.86
INDUSTRY	3,102.96	21.92	4,272.31	29.05	5,094.98	33.93	1,992.02	64.20
Settlement	2,152.88	15.21	2,152.88	14.64	2,152.88	14.34	0.00	0.00
Rice Field	294.41	2.08	293.96	2.00	292.00	1.94	-2.41	-0.82
Pond	6,670.60	47.12	6,158.07	41.88	5,915.93	39.40	-754.67	-11.31
Sea/Reclamation	-	-	-	-	-	-	-856.33	-
Total	14,157.83	100,00	14,705.50	100,00	15,014.16	100,00	-	-

Source: Analysis Results, 2018

Scenario 3

Scenario 3 is the moderate optimistic scenario that considers regulatory factors as the direction of the industrial estate's development with zone designation of industrial areas, regulated in the Gresik Regency RTRW, as well as protected areas (border) and/or sustainable food agriculture (LP2B), regulated in Law No. 41 of 2009 as a controlling factor (constraint).

The prediction results of industrial land change through scenario 3 are shown in

Table 5. In 2027 the industrial area is predicted to increase from 3,786 ha (26.74%) to 4,463 ha (31.53%) in 2037. In the next 20 years, the industrial land is predicted to increase by 1,360 ha or 43.86% of the total industrial land compared to that in 2017. The largest source of the industrial land addition came from the conversion of 1,017 ha of pond land or a reduction of 15.25% from the existing farmland with the open area being reduced by 240 ha. However, in this scenario, the area of rice

fields do not change much, with only about 3.14 ha of rice fields having a change of use.

Table 5. Prediction Results of Industrial Land Development Scenario 3

Land Use	Land Area (Ha)						Change	
	2017		2027		2037		2017 - 2037	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Open Area	946.87	6.69	821.25	5.80	706.57	4.99	-240.30	-25.38
Water Body	269.87	1.91	269.85	1.91	269.85	1.91	-0.02	-0.01
Rocky Hills	374.16	2.64	355.16	2.51	330.37	2.33	-43.79	-11.70
Vegetation	346.08	2.44	313.97	2.22	289.80	2.05	-56.28	-16.26
INDUSTRY	3,102.96	21.92	3,786.18	26.74	4,463.85	31.53	1,360.89	43.86
Settlement	2,152.88	15.21	2,152.87	15.21	2,152.87	15.21	-0.01	0.00
Rice Field	294.41	2.08	294.25	2.08	291.27	2.06	-3.14	-1.07
Pond	6,670.60	47.12	6,164.30	43.54	5,653.25	39.93	-1,017.35	-15.25
Total	14,157.83	100.00	14,157.83	100.00	14,157.83	100.00	-	-

Source: Analysis Results, 2018

Dynamic Spatial Simulation Model

The development of industrial land in the urban area of Gresik based on the results of dynamic spatial simulation for a period of 10 years and 20 years shows that the conversion of open land into industrial areas will happen for every year with at least 70 ha being converted for scenarios 1 and 3, and 100 ha in scenario 2. From the pattern of industrial land development from the predicted maps of the three simulation scenarios (Figures 6 and 7), it can be seen that large-scale and rapid development of industrial land occurs in areas near national

roads in the Manyar District. This condition occurs because there is available land, that has not been built on, such as ponds, rice fields, and other open areas. Technical aspects, such as the accessibility of arterial roads and toll road interchange, is another driving factor. The development of industrial land is more dominant in coastal areas, with an estimated 42 ha of industrial land increase each year. This development occurs due to the growth of 3 existing industrial estates, as driving factors, and the existence of seaport infrastructure to mobilize raw materials and industrial production.

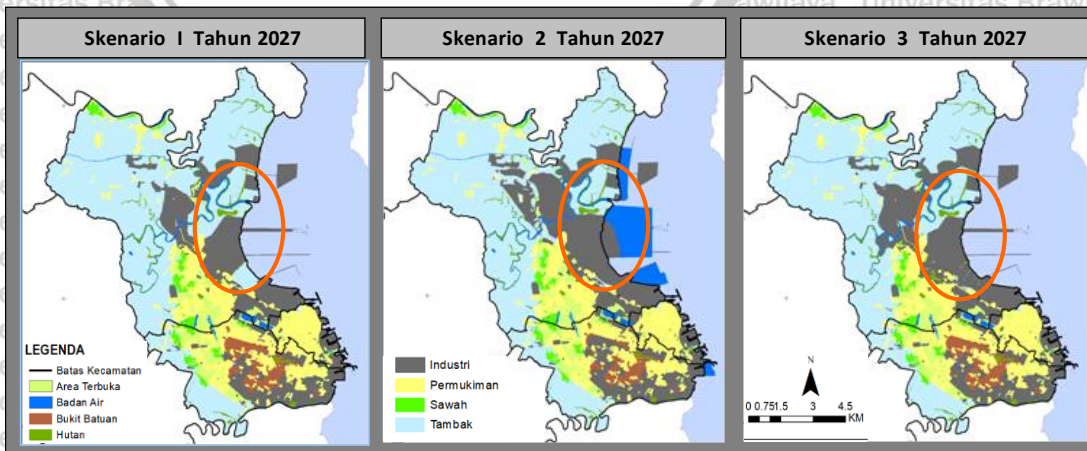


Figure 6. Predicted Industrial Land Development Map in 2027

Source: Analysis Results, 2018

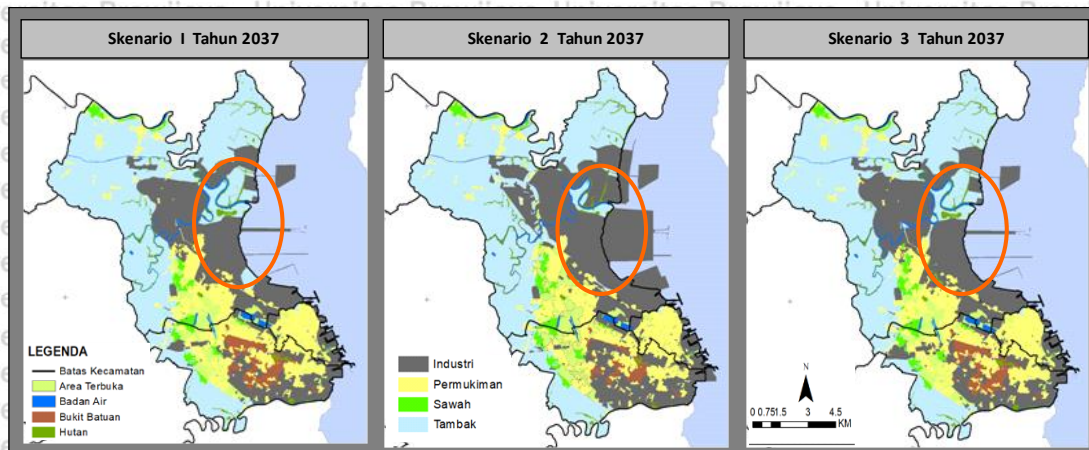


Figure 7. Map of Development of Industrial Land Predicted Results in 2037

Source: Analysis Results, 2018

Suitability of Industrial Land Use with Regional Spatial Planning (RTRW)

The suitability analysis of industrial land use with the Regional Spatial Plan (RTRW) was carried out through an overlay process between the 2017, existing, land use and the prediction map results

from 2027-2037, with the Gresik Regency RTRW for 2010-2030 as regulated in Regional Regulation Number 8 of 2011.

The dynamics of land use changes that occur should follow the Regional Spatial Planning (RTRW), but there are always differences when implemented as shown in Table 6. The use of existing industrial land in 2017 has an 84.79% conformity level with the RTRW.

Table 6. Conformity Level of Industrial Land Prediction Compared to RTRW

Simulation	2017 Existing		2027 Prediction		2037 Prediction	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Existing	2,631.12	84.79	-	-	-	-
Scenario 1	-	-	2,790.25	73.87	3,138.33	70.43
Scenario 2	-	-	2,853.90	66.80	3,248.05	63.75
Scenario 3	-	-	3,005.83	79.38	3,472.41	77.79

Source: Analysis Results, 2018

The prediction results of the development of industrial land with 3 scenarios have different levels of conformity, compared to the RTRW, and tend to decrease. The results of scenario 1 for 2027 are 73.87% and 70.43% for 2037. This condition can occur because land development tends to be influenced by the accessibility and infrastructure factors, and so, not all of the land that's allocated in the RTRW for industrial development, can be used.

Land development scenario 2 has the lowest level of suitability with RTRW by 66.80% for 2027 and 63.75% for 2037. The deviation of industrial land is largely due to the growth of land on the coast. The level of suitability in scenario 3 is relatively the highest, for 2027 is 79.39% and decreases to 77.79% in 2037. This is because the predictions for scenario 3 must consider RTRW regulations and location determination by LP2B.

Space Control Policy Strategy

In this study, a space control strategy was formulated with three alternative policy models, namely: (1) mitigating the impacts by developing programs, activities, and action plans to anticipate the negative impacts; (2) synchronization of spatial patterns, create the alternative adjustments

to the structure and pattern of regional space on the RTRW that can minimize the potential for external development of industrial land; (3) regional consolidation, by re-zoning detailed plans for regional spatial planning and structuring of factual industrial land into regional forms (re-aggregation) as in Table 7.

Table 7. Prediction of Industrial Land Conversion in 2037

Scenario	Prediction of Industrial Land Conversion in 2037				Total Industry Area (ha)	Policy
	Rice Field (ha)	Pond (ha)	Vegetation (ha)	Coastal (ha)		
Scenario 1	50.40	965.54	63.67	-	4,455.95	Mitigation Space Pattern Consolidation
Scenario 2	2.41	754.67	72.18	856.33	5,094.98	
Scenario 3	3.24	1,017.35	56.28	-	4,463.85	
Strategy	- LP2B Supervision - Rice Field Incentive	- Minapolitan industry - Farmers change their professions / farm locations	- Border control - Increase the area of green open space	- Coastal Area Planning (RZWP) - Reclamation redesign	- Eco industrial park concept - Industrial agglomeration - Estate regulation	Strategy

Source: Analysis Result, 2018

Based on data from the three development scenarios, it can be seen that some of the land function classifications, that should not be for the industry, will change to industrial land. In scenario 3, the farm area will change the most, by 1,017.35 ha, rice fields will change most in scenario 1, by 50.40 ha and in scenario 2 the coastal/marine areas will change the most, by 856.33 ha. The vegetation area (mangrove) will change most in scenario 2 by 72.18 ha.

The space control framework must apply specific and relevant strategies to each classification of space functions like (1) rice fields require implementing the sustainable agriculture supervision (LP2B) based on the Law and Regional Regulation of Gresik Regency Number 7 of 2015 concerning LP2B Protection by implementing incentives-disincentives of utilization of agricultural land; (2) ponds require ecological, economic, and social mitigation impacts by developing industry whose production is related to the dominant sector in the surrounding area (minapolitan); (3) vegetation land (mangrove) and coastal area need to review the regional spatial plans and coastal spatial planning by considering the aspects of ecological feasibility, natural resources sustainability, and socio-economic community. In addition, technical studies such as the reclamation design must also be environmentally friendly and sustainable.

The general policy, that can be an alternative, is by applying a moderate-optimistic scenario with the area consolidation model with targets: (a) implementing the sustainable industrial estates (eco-industrial parks); (b) carry out revitalization and re-agglomeration of non-regional industries into clusters by considering the land capability; and (c) implementing land regulations effectively (estate regulation) especially in land use and environmental governance.

CONCLUSION

The development of the existing industrial land in the urban area of Gresik in 1997-2017 showed a significant increase of 119.96% or by 1,691 ha. Some of the driving factors include access to the arterial roads, highways, and seaports. While the pattern, and direction, of the spatial development of industrial land, are influenced by the proximity of the location to the existing industrial areas.

The results of industrial land development prediction in 2037 show the possibility of open area conversion like ponds, rice fields, vegetation and coastal. For scenario 1 the controlling regulation is by conducting impact mitigation. For scenario 2 it is by synchronizing the spatial patterns. Scenario 3 requires regional consolidation policies. This scenario, then, is a moderate-optimistic scenario that has the best opportunities for the development of an eco-industrial park because it has the highest level of compatibility with the Gresik Regional Spatial Plan (RTRW).

Strategy control, and industrial areas land conversion management should be carried out specifically for each type of land function classification. Conversion of rice fields can be minimized by implementing the LP2B regional regulations consistently and controlling changes in the ponds area by integrating the related industries to fisheries activities (minapolitan). Whereas, for the management of coastal areas, it is necessary to synchronize the patterns of industrial space, ports, public access (for fishermen) and conservation zones.

This study was conducted to predict the spatial dynamics of industrial land development that can convert other land uses that have not been built on, assuming there is no conversion on existing settlement area. Similar research can be carried out by taking into consideration the development of all areas, whether covered or not.

ACKNOWLEDGEMENT

Thank you to the managers of industrial estates in Gresik, officials in the Gresik Regency Government included: Bappeda, Environmental Agency, Public Works Service, Licensing Service, apparatus in Gresik, Kebomas, and Manyar district and all respondents for data, support, information, and opinions for the implementation and completion of this research.

BIBLIOGRAPHY

- [1]. Djajadininrat, S.T.dan Famiola, M., 2004. *Kawasan Industri Berwawasan Lingkungan (Eco-Industrial Park)*. Bandung. Rekayasa Sains.
- [2]. Eriawan, Tomi, 2012. Lokasi Industri dalam Perspektif Penataan Ruang. *Jurnal Teknik Industri Universitas Bung Hatta*. Vol 1 No. 1.
- [3]. Easteman, J.Ronald. 2012. *IDRISI Manual*. Worcester IDRISI Production.
- [4]. Fadilla, L., Subiyanto, S, dan Suprayogi, A., 2017. Analisis Arah dan Prediksi Persebaran Fisik Wilayah Kota Semarang Tahun 2029 Menggunakan GIS dan CA-Markov Model. *Jurnal Geodesi Undip* Vol. 6 (4).
- [5]. Fajarini, R. Barus, B. Dan Panuju, D, 2015. Dinamika Perubahan Penggunaan lahan dan Prediksinya untuk Tahun 2025 serta Keterkaitannya dengan Perencanaan Tata Ruang 2005-2025 di Kabupaten Bogor. *Jurnal Teknik Lingkungan* Vol. 17 (1).
- [6]. Fitriana, A.L., Subiyanto, S., dan Firdaus, H.S., 2017. Model Cellular Automata Markov untuk Prediksi Perkembangan Fisik Wilayah Permukiman Kota Surakarta menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi. Undip* Vol 6 (4).
- [7]. Liu, Yan. (2009). *Modelling Urban Development with Geographical Information Systems and CellularAutomata*. CRC Press. New York
- [8]. Mitsova, D., Shuster, W., dan Wang, X. 2011. Land Cover Change to Integrate Urban Growth with Open Space Conservation. *Landscape and Urban Planning Journal*. Vol 99 (2).
- [9]. Mukaryanti, Zein, A.M. dan Suwedi, N., 2006. Keberlanjutan Fungsi Ekologis sebagai Basis Penataan Ruang Kota Yang Berkelanjutan. *Jurnal Teknik Lingkungan BPPT*. Vol 7 No. 1.
- [10]. Susilo, Bowo. 2011. Pemodelan Spasial Probabilistik Integrasi Markov Chain dan Cellular Automata untuk Kajian Perubahan Penggunaan lahan Skala Regional di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, *Jurnal Gea* Vol 11 No 2. UPI Bandung
- [11]. Prasetya, Prabowo, D., Bachri, S., dan Wiwoho, B.S., 2017. Prediksi Perubahan Penggunaan lahan dan Pola Berdasarkan Citra Landsat Multiwaktu dengan LCM Idrisi Selva 17; Studi Kasus DAS Brantas Hulu. *Jurnal Pendidikan Geografi*. Th. 22 No. 1.
- [12]. Pratomoatmodjo, N.A., 2018. LanduseSim Algorithm: Land Use Change Modelling by Means of Cellular Automata and Geographic Information System. *Earth and Environmental Science*. IOP Publishing .202.
- [13]. Ruspindi, Dedi. 2014. *Kajian Perubahan Penutupan Lahan Pada DAS Ciliwung Hulu dengan Pendekatan Spasial Dinamik*. Disertasi Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- [14]. Wahyudi, A. And Liu, Yan. 2015. Spatial Dynamic Model for Inclusive Cities: A Brief Concept of Cellular Automata (CA) and Agent-Based Model (ABM). *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. Vol. 26 (1).
- [15]. White, R., dan Shahumyan, H. 2011. *Activity Based Variable Grid Cellular Automata for Urban and regional Modelling*. Bentham Science Publisher. Chapter 2.
- [16]. Wibowo, Adi dan Jarot M.Semedi, 2011. Spatial Model with SME for Industrial region Suitability: Case Study of Serang). *Jurnal Globe*. Vol 8 (1).
- [17]. Wijaya, M.S., dan Umam, N., 2015. Pemodelan Spasial Perkembangan Fisik Perkotaan Yogyakarta Menggunakan Model Cellular Automata dan Regresi Logistik Biner. *Jurnal Globe* Vol. 17 (2).
- [18]. Undang-undang Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan.

- [19]. Peraturan Daerah Kabupaten Gresik Nomor 8 tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Tahun 2010-2030.
- [20]. Peraturan Daerah Kabupaten Gresik Nomor 7 Tahun 2015 tentang Perlindungan LP2B.
- [21]. Keputusan Bersama Menteri Dalam Negeri dan Menteri Perhubungan Nomor 169 Tahun 1996 tentang Penetapan Daerah Lingkungan Kerja Kepelabuhanan (DLKr-DLKp).





DAFTAR PUSTAKA

Abraham, R.H. 2002. *The Genesis of Complexity: Advances in Systems Theory, Complexity, and the Human Sciences*. New York: Hampton Press.

Anggoro, S. 2008. Eco Desain dan Konstruksi untuk Kawasan Eco Industrial Estate (EIP). *Jurnal Teknologi Lingkungan BPPT. Edisi Khusus*. Bandung

Aurambout, J.P., A.G. Endress, B.M. Deal. 2005. A Spatial Model to Estimate Habitat Fragmentation and its Consequences on long-term Persistence of Animal Populations. *Environ. Monitor. Ass.* 109 (1-3): 199-225

Azwar SA, Suganda E, Tjiptoherianto P, Rahmayanti, H. 2013. Model of Sustainable Urban Infrastructure at Coastal Reclamation of North Jakarta. *Procedia Environmental Sciences* 17: 452-461

Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Gresik, 2018. *Laporan Status Lingkungan Hidup Kabupaten Gresik tahun 2017*. Gresik.

Badan Pusat Statistik Kabupaten Gresik, 2018. *Kabupaten Gresik dalam Angka Tahun 2017*. Gresik.

Bappeda Kabupaten Gresik, 2011. *Perda Kabupaten Gresik No. 8 Tahun 2011 tentang RTRW Kabupaten Gresik tahun 2010-2030*. Gresik.

Bappeda Kabupaten Gresik, 2018. *Gresik dalam Angka 2017*. Gresik.

Barlowe, R.1986. *Land Resources Economics The Economic of Real estate*. Fourth Ed. New Jersey: Prentice Hall Inc.

Bourgeois, R. and Jesus, F. 2004. Participatory Prospective Analysis. Exploring and Anticipating Challenges with Stakeholders. *Center for Alleviation of Poverty through Secondary Crops Development in Asia and the Pacific*, Monograph, 46.

Budiyanto, P., Saefuddin, A., dan Putri, EIK., 2015. Sustainability Analysis of PT East Jakarta Industrial Park in Realizing Environmental Industrial Park. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* Vol. 5 No. 2

Budiharjo, E dan Sudanti, H., 1993. *Kota Berwawasan Lingkungan*, Alumni. Bandung

Budihardjo, Eko. 1997. *Lingkungan Binaan dan Tata Ruang Kota*. Yogyakarta. Penerbit Andi.

Cahyanto, A.D. 2016. Pengembangan Kebijakan Sistem Manajemen Mutu dan Lingkungan Berkelanjutan (Studi Kasus Kawasan Industri Jababeka Cikarang Bekasi). *Journal of Env. Engineering & Waste Management* Vol 1

Chapin, Jr, 1992, *Urban Land Use Planning*, University of Illinois Press, Chicago

Chrisman, Nicholas. 1997. *Exploring Geographic Information System*. New York: John Wiley & Sons Inc. Blaschke.

Cohen-Rosenthal E., 2004. Making Sense out of Industrial Ecology: a Framework for Analysis and Action. *Journal of Cleaner Production* 12:23

Conticelli, E and Tondelli, S. 2014. Eco-Industrial Parks and Sustainable Spatial Planning : A Possible Contradiction. *Journal of Administrative Sciences*. Vol 4. Department of Architecture Università di Bologna.

Cote, R. P. dan Cohen-Rosenthal, E., 1998. Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences. *Journal of Cleaner Production* 6: 181-188.

Cote, R.P., dan Hall, J., 1995. Industrial park as ecosystem. *Journal of Cleaner Production*, 3 (1, 2): 41-6

Couclelis, H. 1997. From cellular automata to urban models: New principles for model development and implementation. *Environment and Planning B-Planning & Design* Vol 24 (2), 165-174.

Creswell, J.W., 2016. *Research Design : Pendekatan Metode Kualitatif, Kuantitatif dan Campuran*. Yogyakarta. Pustaka Pelajar.

Daldjoeni. 2003. *Geografi Kota dan Desa* . Bandung. Penerbit Alumni ITB.

Desrochers P., 2004. Industrial Symbiosis: The Case for Market Coordination. *Journal of Cleaner Production*; 12:110.

Deliar A. 2010. *Pemodelan Hibrid Dalam Prediksi Dinamika Perubahan Tutupan Lahan (Studi Kasus: Wilayah Bandung)* [disertasi]. Teknik Geodesi dan Geomatika, Institut Teknologi Bandung

Denim, S. 1997. *Metode Penelitian untuk Ilmu-ilmu Perilaku*. Jakarta. Bumi Aksara.

Derya, Ozturk. 2017. Modelling spatial changes in coastal areas of Samsun (Turkey) using a cellular automata – markov chain method. *Tehnicki vjesnik*. Volume 24 (1), pages 99-107.

Dharmono, R. 2005. Pemodelan System Dynamics pada Perencanaan Penataan Ruang Kota. *Makalah*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI 2005). Yogyakarta.

Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kabupaten Gresik, 2018. *Laporan Pemetaan Penggunaan Lahan Wilayah Pesisir Gresik*. Gresik.

Dinas Perizinan dan PTSP Kabupaten Gresik, 2018. *Daftar Realisasi Investasi PMA dan PMDN di Kabupaten Gresik tahun 2017*. Gresik.

Dirdjojuwono, Roestanto W., 2004. *Kawasan Industri Indonesia: Sebuah Konsep Perencanaan dan Aplikasinya*. Bogor: Pustaka Wirausaha Muda.

Djaelani, M. Sholikodin, 2011. Analisis Kebijakan Penataan Ruang dan Dukungan Partisipasi Masyarakat terhadap Kelestarian Lingkungan. *JPSL*. Vol (1) 2 :135 – 145

Djadininrat, S.T. dan Famiola, M., 2004. *Kawasan Industri Berwawasan Lingkungan (Eco Industrial Park)*. Bandung. Rekayasa Sains.

Djadininrat, S.T., Hendriani, Y., dan Famiola, M., 2014. *Green Economy*. Bandung. Rekayasa Sains.

Djakapermana, R.D. 2010. *Pengembangan Wilayah: Melalui Pendekatan Kesisteman*. IPB Press. Bogor.

Djunaedi, Achmad. 2001. Alternatif Model Perencanaan Strategis dalam Penataan Ruang Kota di Indonesia. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. Vol 12 No. 1.

Elshorbagy A, A Jutla, L Barbour, J Kells. 2005. *System Dynamics Approach to Assess the Sustainability of Reclamation of Disturbed Watersheds*.

Eriawan, Tomi, 2012. Lokasi Industri dalam Perspektif Penataan Ruang. *Jurnal Teknik Industri Universitas Bung Hatta*. Vol 1 No. 1.

Eriyatno. 1999. *Ilmu Sistem, Meningkatkan Mutu dan Efektifitas Manajemen*. Bogor. IPB Press.

ESRI.1995. *Understanding GIS,the Arc/Info Method*. USA: California

Fadilla, L., Subiyanto, S, dan Suprayogi, A., 2017. Analisis Arah dan Prediksi Persebaran Fisik Wilayah Kota Semarang Tahun 2029 Menggunakan GIS dan CA Markov Model. *Jurnal Geodesi Undip* Vol. 6 (4).

Fajarini, R. Barus, B. Dan Panuju, D, 2015. Dinamika Perubahan Penggunaan lahan dan Prediksinya untuk Tahun 2025 serta Keterkaitannya dengan Perencanaan Tata Ruang 2005-2025 di Kabupaten Bogor. *Jurnal Teknik Lingkungan* Vol. 17 (1).

Fauzi. A. & Anna. S., 2002. Evaluasi Status Keberlanjutan Pembangunan Perikanan, Aplikasi Pendekatan Rappfish (Studi Kasus: Perairan Pesisir DKI Jakarta). *Jurnal Pesisir dan Lautan*, 4(3) : 14 – 21

Fauzi A. 2012. *Modelling With Rapid Appraisal (RAP) For Sustainability Assesment Using Rappfish* makalah pada Pelatihan Pengambilan Keputusan Multi Kriteria dan Penulisan Karya Ilmiah. Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan. Bogor. Institut Pertanian Bogor.

Firmansyah, A. dan Suryani, E. 2017 Model Sistem Dinamik untuk Pengembangan Smart Economy. *Jurnal Teknik ITS vol 6 (2)*.

Fitriyanto, B.R., Helmi, M., dan Hadiyanto, 2018. Model Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan dengan Pendekatan Sistem Informasi Geografis dan Cellular Automata Markov (Studi Kasus Kabupaten Rokan Hulu, Provinsi Riau). *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi*. Yogyakarta.

Fleig, AK., 2000. *Eco-Industrial Parks, A Strategy towards Industrial Ecology in Developing and Newly Industrialised Country*, Eschborn, Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit.

Forrester, J.W. (1968), *Principles of Systems..* Sloan School of Management MIT. New York. MIT Press.

Forrester, J.W. 1998. *System Dynamics: The foundation Under System Thinking*. Sloan School of Management MIT. Cambridge, <http://sysdyn.mit.edu/ftp/sdep/papers/D-4828.html>

Frosch, R.A., Gallopoulos, N.E., 1989. *Strategies for manufacturing*.Scientific American.

Gibbs, D. dan Deutz, P. 2007. Reflections on Implementing Industrial Ecology Through Eco-Industrial Park Development. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 15.

Grant, E., K. P. Ellen and S. L. Sandra 1997. *Ecology and Natural Resource Management, System Analysis and Simulation*. John Willey & Son, Inc. Toronto.

Haaf, W., H. Bikker, D.J. Adriaanse. 2002. Chapter 3 Introduction to system approach: *A Systems Approach to People and Organizations*. Delft. Delft University Press

Haie, N., E. Cabecinha. 2003. A Stochastic-Dynamic Modelling of Mountain River Watersheds of NE Portugal. *Int. J. Riv. Bas. Mgmt.* 1 (3): 1-9

Hadiwijoyo, R. Purwanto dan Sudarto, P.H., 2013. Innovative Green Technology for Sustainable Industrial Estate Development. *International Journal of Renewable Energy Development*. Vol 2 (1).

Hardjomidjojo H. 2002. *Metode Analisis Prospektif*. Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian. Bogor: IPB.

Hariyono, Paulus, 2010. *Perencanaan Pembangunan Kota dan Perubahan Paradigma. kologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Yogyakarta. Penerbit Pustaka Pelajar.

Hariz, AR., Purwanto, dan Suherman, 2015. Kajian Pengembangan Kawasan Industri Konvensional Menjadi Eco-Industrial Park. *Prossiding Seminar Nasional Innovation In Environemtal Management*. Diponegoro University and Queensland University.

Hartrisari. 2007. Sistem Dinamik. Konsep Sistem dan Pemodelan untuk Industri dan Lingkungan. *Semeo Biotrop*. Bogor.

Herry, B., Machfudh, Marimin, Hermawan dan Wiyono, ES. 2012.: Model Prediksi Indikator Keberlanjutan Sumber Daya Agroindustri Menggunakan Sistem Dinamik. *Agrointek*. 5 (2):.

Imran, Y. Suwito, 2013. Fungsi Tata Ruang dalam Menjaga Kelestarian Lingkungan Hidup. *Jurnal Dinamika Hukum*. Vol 13 No. 3.

Ismail, Yunita, 2011. *Kebijakan Pembangunan Kawasan Industri yang Berwawasan Lingkungan (Eco Industrial Park)*. Program Studi Manajemen, Fakultas Bisnis, President University, <http://www.yunitaismail/president.ac.id>.

Kantor Kementerian Lingkungan Hidup. 1997. Agenda 21 Indonesia. *Strategi National Untuk Pembangunan Berkelanjutan*. Jakarta

Kavanagh P. 2001. *Rapid appraisal of fisheries (Rapfish) project*. Rapfish Software Des Eruption (For Microsoft Excel). University of British Columbia, Fisheries Centre, Vancouver.

Kavanagh. P, & Pitcher. T. J., 2004, *Implementing Microsoft Exel Software for Rapfish: a Technique for the Rapid Appraisal of Fisheries Status*. Fisheries Centre Method. Rev.12 (2): 136-140

Kementerian Lingkungan Hidup RI, 2009. *Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2009, tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup dalam Penataan Ruang Wilayah*. Jakarta.

Kementerian Perindustrian RI, 2010. *Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 35 Tahun 2010, tentang Pedoman Teknis Kawasan Industri*. Jakarta.

Kementerian Lingkungan Hidup RI, 2012. *Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2012. tentang Izin Lingkungan*. Jakarta.

Kementerian Lingkungan Hidup RI, 2014 *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 3 Tahun 2014. tentang Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan terhadap Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta.

Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1996 tentang *Kawasan Industri*.

Kiss, Karoly, 2011. Rise and Fall of The Concept Sustainability. *Journal of Environment Sustainability* Vol. 1. Corvinus University of Budapest.

Kodrat, K.F. 2011. Analisis Sistem Pengembangan Kawasan Industri Terpadu (Studi Kasus di PT. Kawasan Industri Medan). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, Vol 18 No. 2.

Krisna, N.P. 1993. Implikasi Pertumbuhan Ekonomi dan Industri di wilayah Mega Urban Jakarta Bandung. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. Edisi Khusus :38-54.

Kristanto, I. P., 2013, *Ekologi Industri*. Yogyakarta. Penerbit ANDI

Kwanda, Timoticin, 2000. Pengembangan Kawasan Industri diIndonesia. *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur*, Vol.28, No.1

Liu, Yan. 2009. *Modelling Urban Development with Geographical Information Systems and CellularAutomata*. CRC Press. New York

Lowe, Ernest, 2001. *Eco Industrial Park Handbook for Asian Developping Countries*. Report to Asian Development Bank. Cina Chemical Industry Press.

Lowe, E., dan Warren, J., 1996. *The Source of Value: An Executive Briefing and Source Book on Industrial Ecology*. Battelle Pacific Northwest National Laboratory.

Millenium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Well-Human Being Synthesis*. Island Press. Washington DC. 137 .

Michael, dan Christie, I., 1992. *Managing Sustainable Development*. Erstchan. London.

Mitsova, D., Shuster, W., dan Wang, X. 2011. Land Cover Change to Integrate Urban Growth with Open Space Conservation. *Landscape and Urban Planning Journal*. Vol 99 (2).

- Moleong, L.J. 1993. *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung. Penerbit PT. Remaja Rosdakarya.
- Mudiastuti, R.D., Nur, T., Sudirman. 2015. Strategi Kebijakan Industri Marine Politan untuk Mendukung Konsep Mamminasata : Model Konseptual dengan Pendekatan Sistem Dinamik. *Jurnal Jemis 2* (2).
- Muhajir, N. 1996. *Metode Penelitian Kualitatif (Pendekatan Positivistik, Rasionalistik, Phenomenologik dan Realisme Metaphisik Telaah Studi teks dan Penelitian Agama*. Yogyakarta. Rake Sarasin.
- Muhammadi, E. Aminullah, dan B. Susilo. 2001. *Analisis Sistim Dinamis Lingkungan Hidup*. UMJ Press. Jakarta
- Mukaryanti, Zein, A.M. dan Suwedi, N., 2006. Keberlanjutan Fungsi Ekologis sebagai Basis Penataan Ruang Kota Yang Berkelanjutan. *Jurnal teknik Lingkungan BPPT*. Vol 7 No. 1.
- Mungkasa, Oswar, 2014. Perencanaan Tata Ruang : Sebuah Pengantar. Bahan Mata Kuliah Manajemen Tata Ruang Perkotaan. <http://Pittsburgh.academia.edu/Ioswamungkasa> (diunduh 6-12-2017).
- Muttaqin D. 2009. *Most Livable City Index: Tantangan Menuju Kota Layak Huni*. Buletin Tata Ruang. Januari – Februari 2010. Jakarta (ID): Badan Koordinasi Penataan Ruang Nasional (BPKRN).
- Nong Y and Du Q. 2011. Urban Growth Pattern Modelling Using Logistic Regression. *Geo-spatial Information Spatial* 14(1): 62-67.
- Nugroho, P. Dan Sugiri, A., 2009. Studi Kebijakan Pembangunan terhadap Perubahan Tata Ruang di Kota Semarang. *Riptek* Vol 3 No 3.
- Parsa, I Wayan, 2014. Penegakan Hukum Penataan Ruang dalam Kerangka Otonomi Daerah. *Laporan Akhir Tim Pengkajian Hukum*. Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 2009. Jo Nomor 142 Tahun 2015 tentang *Kawasan Industri*.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 17 Tahun 2009 tentang *Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup dalam Penataan Ruang Wilayah*.
- Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 35 Tahun 2010 tentang *Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup dalam Penataan Ruang Wilayah*

Prabowo, P. D., Bachri, S., dan Wiwoho, B.S., 2017. Prediksi Perubahan Penggunaan lahan dan Pola Berdasarkan Citra Landsat Multiwaktu dengan LCM Idrisi Selva 17; Studi Kasus DAS Brantas Hulu. *Jurnal Pendidikan Geografi*. Th. 22 No. 1.

Prahasta, Eddy. 2009. *Sistem Informasi Geografis : Konsep-konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika)*. Penerbit Informatika, Bandung

Pramudya B., 1989. *Pendekatan Sistem dalam Pengelolaan Lingkungan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor

Prasetya, Hermawan, 2007. Pengukuran Status Kawasan Industri terhadap Konsep Eco Industrial Parks. *Jurnal Teknik Lingkungan* . BPPT. Vol 8 (1).

Pratama A.M., Wirawan, B., Maria, D., et al., 2015. *Menata Kota Melalui RDTR*. Yogyakarta. Penerbit CV Andi Offset.

Pratiknya, 2007. *Pengembangan Kawasan Industri dalam Meningkatkan Investasi di Kota Semarang*. Thesis Magister Ilmu Hukum. Universitas Diponegoro. Semarang.

Pratomoatmodjo, N.A., 2018. LanduseSim Algorithm: Land Use Change Modelling by Means of Celluler Automata and Geographic Information System. *Earth and Environmental Science*. IOP Publising .202.

President's Council on Sustainable Development. 1996. *Eco-Industrial Park Workshop Proceedings*. Washington (DC), 17–18October.

Purwadhi, S.H., P. Kardono, A. Karsidi, N.S. Haryani, Rokhmatuloh. 2015. *Aplikasi Penginderaan Jauh Sistem Informasi Geografis untuk Pengembangan Wilayah*. Polimedia Publishing. Jakarta

Purwasih, H. dan Soesatyo, Y. 2017. Pengaruh Pertumbuhan Sektor Industri terhadap Penyerapan Tenaga Kerja di Kabupaten Sidoarjo. *Publikasi Edisi Yudisium*. Vol 5 (1). Unesa Surabaya.

Purwanto, 2005. *Penerapan Produksi Bersih di Kawasan Industri*. makalah disampaikan pada Seminar Penerapan Program Produksi Bersih Dalam Mendorong Terciptanya Kawasan *Eco-industrial* di Indonesia. Jakarta. 3 Juni 2005.

Rahman, Budi A., 2015. MDG Ver 2.0: Menuju Sustainable Development Goals (SDGS) di Indonesia. Laporan Penelitian *Badan Kebijakan Fiskal*. Kementerian Keuangan. Jakarta.

Rahmi, H.R., dan Setiawan, B.,1999. *Perancangan Kota Ekologi*. Yogyakarta.UGM Press.

Ramos, A.J.A. 2004. Coastal and Marine Resource Information System (CMARIS): A Spatial Approach Towards Sustainable Ecoregional Management. Quezon City: World Wide Fund for Nature (WWF)-Philippines.

Rismara F. 2014. *Landuse Change and Its Impact to Water Availability. Indonesia*. Bogor (ID): Bogor Agricultural University.

Riyanto, Teguh, 2004. *Evaluasi Terhadap PT. Kaltim Industrial Estate Perspektif: Eco Industrial Park*. Tesis Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Roberts, B.H., 2004. The Application of Industrial Ecology Principles and Planning Guidelines for the Development of Eco-Industrial Parks: an Australian Case Study. *Jurnal Cleaner Production* 12.

Saaty Thomas L. 1993. *Pengambilan Keputusan bagi Para Pemimpin: Proses Hirarki Analitik untuk pengambilan Keputusan dalam Situasi yang kompleks* (terjemahan). PT Pustaka Binaman Pressindo. Jakarta

Saraswati, A.A. 2008. Keberadaan Ruang Terbuka Hijau dalam Pembangunan Kawasan Ruang Terbuka Hijau. *Jurnal Tehnik Lingkungan*. Edisi Khusus. BPPT.

Satterthwaite, D., 1999. *Sustainable Cities*. Earthscan Publication. London

Sharma, Archana, 2013. The Landscape of Industri : Transformation of (Eco) Industrial Parks Through History. *Journal Of Arts and Humanities*. Morgan State University.

Sitorus, P. 2015. *Evaluasi Sumberdaya Lahan*. Edisi Ketiga. Bandung. Penerbit Tarsito.

Sipayung, DL., dan Susanty, A., 2015. *Penilaian Kesiapan Kawasan Industri Candi untuk Menjadi Eco Industrial Park*. Laporan Penelitian untuk Program Studi Teknik Industri Universitas Diponegoro. Semarang.

Sjafrizal, 2014. *Perencanaan Pembangunan Daerah dalam Era Otonomi Daerah*. Jakarta. Penerbit PT. Rajagrafindo Persada.

Soemarno. 2011. *Pendekatan Sistem dalam Kajian Lingkungan dan Pembangunan*: Bahan kajian MK. Metode Penelitian Kajian Lingkungan, PPSUB. Malang

Soemarno. 2011. *Prinsip-Prinsip Pemodelan Sistem*: Bahan Kajian MK. Metil Tanah. Jurusan Tanah FP UB. Malang.

Soemarwoto, Otto, 2004. *Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Jakarta. Penerbit Djambatan.

- Sterman, John D. 2002. *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. McGraw-Hill.
- Sudanti, 2013. *Kajian Jejak Ekologis (Ecological Footprint) di Zona Industri Genuk Kota Semarang*. Disertasi Program Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro. Semarang
- Sugiyono, 2016. *Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung. Penerbit Afabeta.
- Sukoharsono, E. G. 2006. *Alternatif Riset Kualitatif Sains Akuntansi: Biografi, Phenomenologi, Gounded Theory, Critical Ethnografi dan Case Study*. BPFE. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sukojo, BM. 2017. Integrasi Spasial Sistem Dinamik untuk Analisis Perubahan Pola Aliran Sungai dan Daerah Genangan di Pantai Surabaya Sidoarjo. *Jurnal Geosaintek* 03 (1).
- Sulaiman,F., Asep, S., Rizal,S., dan Alinda FMZ., 2008. Strategi Pengelolaan Kawasan Industri Cilegon Menuju Eco-Industrial Park.*Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota* Vol. 19 No. 2 Hal. 37-57.
- Sunarjo, L., 2007. *Kajian Pengembangan Eco Industry*. Prossiding Seminar Nasional *Innovation In Environemtal Management*. Diponegoro University and Queensland University.
- Sujiman, 2016. Kawasan Industri Berbasis Ekologi. *Al Ulum Sains dan Teknologi* Vol.1 No.2
- Suprptini. 2002. Pengaruh Limbah Industri terhadap Lingkungan di Indonesia. *Media Litbang Kesehatan Kementerian Kesehatan*. Vol 12 No. 2
- Suryani, E., dan Satrio, P. 2017. Penerapan Model Sistem Dinamik Untuk Melakukan Pemeliharaan Operasional Aset Unit Transmisi Dan Visualisasi Luaran Model Dengan Menggunakan Dashboard. *Jurnal Teknik ITS* 6 (2).
- Susanty, A., Puspitasari, NB., dan Sipayung, DL., 2015. Usulan Pengembangan Eco Industrial Park dengan Konsep Waste Exchange. (Studi Kasus : Kawasan Industri Candi Semarang). *Prosiding IENACO – 2015*
- Susilo, Bowo, 2011. *"Pemodelan Spasial Probabilistik Integrasi Markov Chain dan Cellular Automata untuk Kajian Perubahan Penggunaan lahan Skala Regional di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta"*, *Jurnal Gea* Vol 11 No 2. UPI Bandung
- Sushil.1993. *System Dynamics: A Practical Approach for Managerial Problems*. New Delhi : Willey Eastern Ltd.

Suwarno, J., Kartodihardjo, H., & Pramudya, B. 2011. Pengembangan kebijakan pengelolaan berkelanjutan DAS Ciliwung Hulu Kabupaten Bogor. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 8 (2),

Swantomo, D., Christina, M., dan Megasari, K., 2007. Kajian Penerapan Ekologi Industri di Indonesia. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir. Yogyakarta. 21-22 Nopember 2007.

Syahrudin, 2010. Evaluasi Implementasi Kebijakan Pengembangan Kawasan Industri, Bisnis & Birokrasi, *Jurnal Ilmu Administrasi dan Organisasi*. Vol.17, No. 1, 31-43.

Tarigan, R., 2004. *Perencanaan Pembangunan Wilayah*, Jakarta, Penerbit Bumi Aksara.

Tasrif, M. 2004. Model Simulasi Untuk Analisis Kebijakan: Pendekatan Metodologi System Dynamics. Kelompok Peneliti dan Pengembangan Energi. Institut Teknologi Bandung.

Tessitore, Sara.T.D., dan Iraldo, F., 2015. Eco-Industrial Parks Development and Integrated Management Challenges : Finding From Italy. *Journal of Sustainability*. Universitari Perfezionamento - Sant'Anna. Pisa .

Tian, Jianping, Wei Liu, Binjai Lei, Xing Li dan Lujun Chen. 2013. Study of the Performance of Eco-Industrial park Development in China: *Journal of Cleaner Production* XXX. 1-9 . Yangtze Delta Region Institute of Tsinghua University. Zhejiang.

Tundor, T., Adam, E., dan Bates, M., 2006. Drivers and limitations for the successful development and functioning of EIPs (eco-industrial parks): A literature review. *Ecological Economic*.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 : tentang *Penataan Ruang*.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 : tentang *Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2014. *tentang Perindustrian*.

Van Vliet, J., White, R., & Dragicevic, S. 2009. Modeling Urban Growth Using a Variable Grid Cellular Automaton. *Computers, Environment and Urban Systems*, 33(1), 35-43.

Villa, F., L. Tunesi, T. Agardy. 2002. Zoning Marine Protected Areas Through Spatial Multiple-Criteria Analysis: The Case of the Asinara Island National Marine Reserve of Italy. *Conser. Biol.* 16 (2): 515-526.

Wahyudi, A. and Liu, Yan. 2015. Spatial Dynamic Model for Inclusive Cities: A Brief Concept of Celluler Automata (CA) and Agent-Based Model (ABM). *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. Vol. 26 (1).

Wackernagel, M. dan Rees, W., 1996. *Our Ecological Footprint*. Canada: New Society Publishers.

WCED, 1988. *Our Common Future*. (Hari Depan Kita Bersama, diterjemahkan oleh Bambang Sumantri). PT. Gramedia. Jakarta. 514p

Wen W. 2008. Wetland Change Prediction Using Markov Cellular Automata Model in Lore Lindu National Park [Tesis]. Central Sulawesi Province, Indonesia. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

White, R., G. Engelen. 2000. High-resolution integrated modelling of the spatial dynamics of urban and regional systems. *Comp. Environ. Urb. Syst.* 24: 383-400.

White, R., dan Shahumyan, H. 2011. *Activity Based Variable Grid Cellular Automata for Urban and regional Modelling*. Bentham Science Publisher. Chapter 2.

Wibowo, R. dan Soetrisno 2004, Konsep, Teori, dan Landasan Analisis Wilayah, Bayumedia Publishing, Malang.

Wibowo, Adi dan Jarot M. Semedi, 2011. Spatial Model with SME for Industrial region Suitability: Case Study of Serang). *Jurnal Globe*. Vol 8 (1).

Widodo, Lestario, 2008. Pentingnya Penerapan Eco Industrial Park (EIP) di Indonesia. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Edisi Khusus : 9 -14

Widyaningsih, N.S. 2001. Relevansi Preferensi Penduduk terhadap Fasilitas Kota yang Mempengaruhi Faktor Perkembangan Kota. *Plannit Journal*, Th 1/No.2.

Wijaya, M.S., dan Umam, N., 2015. Pemodelan Spasial Perkembangan Fisik Perkotaan Yogyakarta Menggunakan Model Cellular Automata dan Regresi Logistik Biner. *Jurnal Globe* Vol. 17 (2).

Wikaningrum, Pramudiya, B dan Noor, E., 2015. Kebijakan Pengelolaan Industri Sesuai PROPER KLHK (Studi Kasus Kawasan Industri Jababeka Bekasi). *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. Vol 5 No 2.

Wiyono, Sugeng, 2012. Penggunaan Sistem dinamik dalam Manajemen Transportasi untuk Mengatasi Kemacetan di Daerah Perkotaan. *Jurnal Transportasi* 12 (1)

Wolfram, S. 1984. *Statistical Mechanics of Cellular Automata*. Reviews of Modern Physics 55. pp.601–644.

Wu Fulong, David Martin. 2002. Urban Expansion Simulation of Southeast England Using Population Surface Modelling and Cellular Automata. *Environment and Planning (A)*. Volume 34

Yufeng, H dan Shusong, W, 2005. System Dynamics Model for the Sustainable Development of Science City. *Proceedings the 23rd International Conference July 17-21*. Boston: Sys. Dyn. Soc.

Yunus, H. S. 2005. *Teori dan Struktur Tata Ruang Kota*. Yogyakarta. Pustaka Pelajar



