



**KAJIAN TINGKAT KERENTANAN MASYARAKAT
DAN STRATEGI ADAPTASI MENGHADAPI
PERUBAHAN IKLIM**

Studi Kasus DAS Brantas Kota Malang

TESIS

**UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN
MEMPEROLEH GELAR MAGISTER**

OLEH:

DWI PRIHANTO

NIM. 166150102111003

**PROGRAM MAGISTER PENGELOLAAN SUMBERDAYA
LINGKUNGAN DAN PEMBANGUNAN
PASCASARJANA
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**



TESIS
KAJIAN KERENTANAN MASYARAKAT
DAN STRATEGI ADAPTASI MENGHADAPI
PERUBAHAN IKLIM

Studi Kasus DAS Brantas Kota Malang

Oleh:

Dwi Prihanto

NIM. 166150102111003

Telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 5 Juni 2018
dan dinyatakan memenuhi syarat

Komisi Pembimbing

Dr. rer. Nat. Arief Rachmansyah
Pembimbing 1

Dr. Ir. Harsuko Riniwati, MP
Pembimbing 2

Malang, 5 Juni 2018

PASCASARJANA

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Direktur,

Prof. Dr. Abdul Hakim, M.Si.

NIP. 196102021985031006



IDENTITAS TIM PENGUJI TESIS

Judul Tesis : Tingkat Kerentanan Masyarakat dan Strategi Adaptasi Menghadapi Perubahan Iklim Studi Kasus DAS Brantas Kota Malang.

Nama : Dwi Prihanto

NIM : 166150102111003

Program Studi : Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan dan Pembangunan

Komisi Pembimbing

Ketua : Dr. rer.Nat.Arief Rachmansyah

Anggota : Dr. Ir. Harsuko Riniwati,MP

Tim Penguji : Dr. Eng. Turniningtyas Ayu Rachmawati,ST.,MT

: Luchman Hakim,S.Si.,M.Agr.Sc.,Ph.D.

Tanggal Ujian : 5 Juni 2018

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah tesis 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 di dalam naskah tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia tesis ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (MAGISTER) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 5 Juni 2018

Yang Menyatakan,

Dwi Prihanto

NIM. 166150102111003

MOTTO

***"Berserah dirilah, pasrahlah hanya kepada Allah semata,
maka Allah Swt akan mencintai kita"***

***Dan hendaklah di antara kamu ada segolongan orang yang
menyeru kepada kebaikan, menyuruh (berbuat) yang makruf, dan
mencegah dari yang mungkar. Dan mereka itulah orang-orang
yang beruntung.***

(Q.S. Ali 'Imran: 104)

***Pemuda haruslah mempunyai cita-cita tinggi supaya hidupnya
berarti. Apabila cita-cita tercapai terutama di hari tuanya, dia
akan menekur melihat anak tangga yang dilaluinya dahulu
dengan tersenyum***
(Buya Hamka)

Hard work will never betray you
(Kang Gary)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Untuk Orang Tua dan Mertua yang Sangat Dimuliakan

H. Marwoto

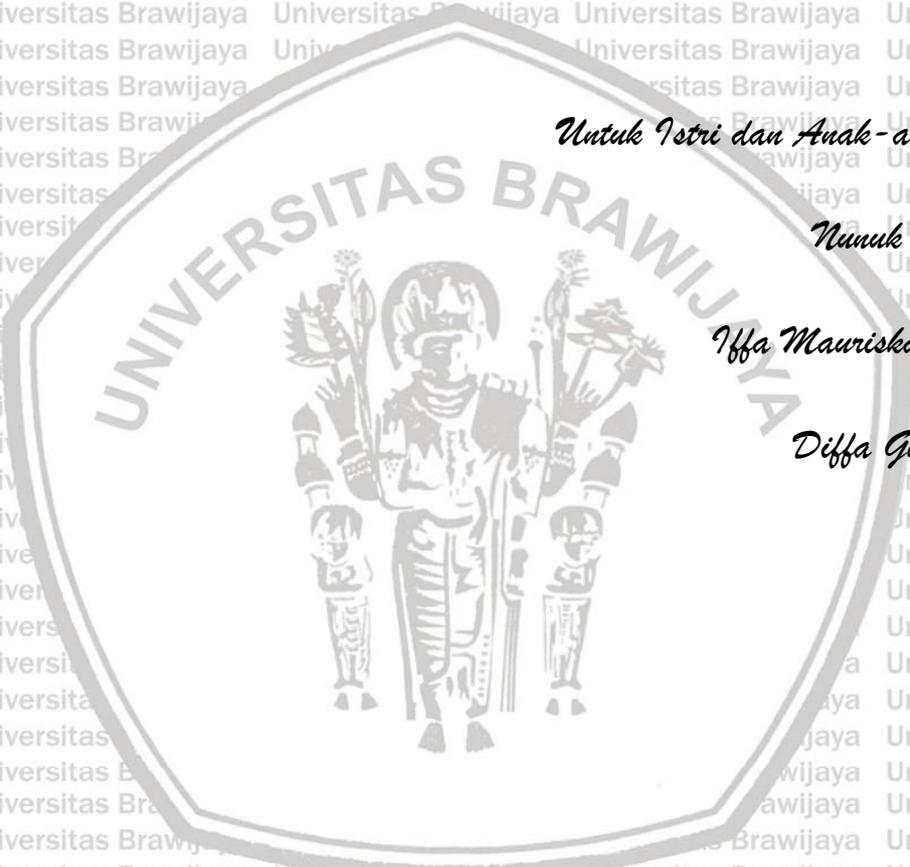
Mudjilah

Untuk Istri dan Anak-anakku tercinta

Nunuk Wilujeng, SE

Iffa Mauriska Khairunnisa

Diffa Ghefira Amalia



RIWAYAT HIDUP PENULIS

DATA DIRI

1	Nama Lengkap	:	Dwi Prihanto
2	Tempat/Tanggal Lahir	:	Magelang, 27 September 1968
3	Jenis Kelamin	:	Laki-Laki
4	Agama	:	Islam
5	Instansi Asal	:	USAID-APIK East Java
6	Alamat Instansi	:	Jl.Permata Jingga II Blok G No 12
7	No.Telp/Fax Instansi	:	0341
8	Alamat Rumah	:	Jl.Bareng Tenes IV/575 A Kota Malang
9	No.Telp/HP rumah	:	0341-357552/081334210690
10	Email	:	prihanto_dwi68@yahoo.co.id

PENDIDIKAN TERAKHIR

No	Tingkat	Pendidikan	Jurusan	Tahun	Tempat
1	SD			1975	Magelang
2	SMP			1981	Magelang
3	SMA		A-1	1984	Magelang
4	S-1		Teknik Lingkungan	1987	Yogyakarta
5	S-2		PSLP-UB	2016	Malang

PENGALAMAN PEKERJAAN

No	Rincian	Posisi	Tahun
1	Pusat Pengembangan Penataran Guru Teknologi (PPPPT-VEDC) Malang	Widyaiswara	1993 - 1996
2	PT.Sumalindo Lestari Jaya Tbk-Astra Group	EHS Specialist	2096 - 2001
3	Program Pengembangan Kecamatan (PPK)-Kementrian Dalam Negeri	Fasilitator	2001 - 2003
4	Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat Perdesaan (PNPM-MPd)-Kementrian Dalam Negeri	Fasilitator Kabupaten	2003 - 2012
5	USAID-Indonesia Urban Water Higyene and Sanitation (IUWASH) East Java	City Coordinator	2012 - 2016
6	USAID-Adaptasi Perubahan Iklim dan Ketangguhan (APIK) East Java	Field Coordinator	2016- sekarang

PENGALAMAN SEMINAR/LOKAKARYA/PELATIHAN

No	Rincian	Tahun
1	Training for Environmental Science, PKPLH IKIP Malang, East Java	1993
2	Leadership Development Center Teacher Training Teacher Upgrading Technical / Vocational Education Development Center, Malang, Java Timur	1994
3	Environmental Impact Assessment Course Type A and B, PPLH Gajah Mada University (UGM) in Yogyakarta	1995
4	Training Course Environmental Policy Principle oo US-EPA- Environmental Impact Management Agency, Bandung West Java	1997
5	Training System manajemen Safety and Health (SML3) PT.Sumalindo Lestari Jaya-Sucofindo, Samarinda - East Kalimantan	1998
6	Emergency Response Unit Training Astra (UTDA) and Security Management & Community Development, Rindam Jaya Jakarta	1999
7	Training Program Community Development Organisation (PMDH) MoF-Astra International Jakarta	1999
8	Basic Training mentality, Sumalindo-Astra International Tbk Jakarta	2000
9	Environmental Training Officer Development Program (EODP) AMDI-Jakarta	2000
10	Training Facilitation Consultant KDP-I Project Bappenas Affairs, Batu - Malang	2001
11	Training Facilitation Consultant KDP II Bappenas-DG PMD Jakarta, Batu – Malang.	2002
13	Refresher Training Facilitator District Development Program (KDP), Director General PMD Centre, Batu Malang	2003
14	Refresher Training Facilitator and PJOK District Development Program (KDP), Director General PMD Centre, Batu Malang	2004
15	Capacity FK and PJOK PPK in Batu Malang	2006
16	Training Facilitation Consultant III DG PMD KDP Jakarta, Batu - Malang	2005
17	Training Facilitation Consultant PNPM-KDP, DG PMD Jakarta, Batu - Malang	2007
18	Refresher Training Facilitator and District Facilitator PNPM Rural District, Director General PMD Centre, Batu Malang	2008
19	Refresher Training Facilitator PNPM-MPd District PIU PNPM-MPd East Java, Malang, East Java	2010
20	Refresher Training Facilitator PNPM-MPd District PIU PNPM-MPd East Java, Malang, East Java	2011
21	Refresher Training Facilitator PNPM-MPd District PIU PNPM-MPd East Java, Surakarta, Central Java	2012
22	Pelatihan Peningkatan POKJA Sanitasi Kabupaten Jombang oleh USAID-IUWASH sebagai Organizer	2013
23	Pelatihan NRW dan GIS untuk PDAM 12 Kabupaten Kota dampingan USAID-IUWASH di Hotel Harris, Kota Malang	2013
24	Pelatihan Peningkatan Kapasitas Perencanaan/Penganggaran Air dan Sanitasi yang Responsif Gender di Kabupaten Jombang	2014
25	Pelatihan Peningkatan Kapasitas UPTD Pengelolaan Air Limbah Provinsi Jawa Timur oleh USAID-IUWASH sebagai Co-Fasilitator	2015-2016
26	Inisiasi Sekolah Tangguh Bencana Melalui Pelatihan Kajian Risiko Bencana SMKN 6 Kota Malang	2017
27	Pelatihan InAWARE oleh BNPB dan BPBD di Jawa Timur	2017

28	Socialization of Climate and Weather Information Services to the University Student at Malang City	2017
29	Pelatihan Membangun Ketangguhan Sekolah dalam Menghadapi Risiko Perubahan Iklim dan Bencana di Kota Malang	2017
30	Pelatihan tentang Informasi Cuaca dan Iklim untuk meningkatkan Kapasitas Kesiapsiagaan Bencana Kota Malang	2017
31	Workshop Sosialisasi API-PRB di Pilot Program Kampung Iklim Tlogomas Kota Malang	2017
32	Workshop Layanan Informasi Iklim dan Cuaca di ITN Malang oleh USAID-APIK	2017
33	FGD Sinkronisasi Kegiatan Pengurangan Risiko Bencana di Kawasan Kumuh di Bantaran Sungai, Kota Malang	2018
34	Pelatihan Peningkatan Kapasitas Perencanaan/Penganggaran Adaptasi Perubahan Iklim Pengurangan Risiko Bencana (API PRB) yang Responsif Gender di Kota Batu	2018
35	FGD Penyusunan RAD Adaptasi Perubahan Iklim DAS Hulu Brantas	2018
36	Semiloka Perencanaan Pembangunan Berbasis Kebencanaan dan Iklim oleh Program Pasca Sarjana UB-USAID-APIK	2018
37	Pelatihan Ekowisata Berbasis Adaptasi Perubahan Iklim dan Pengurangan Risiko Bencana bagi Komunitas Pokdarwis Kabupaten Mojokerto oleh USAID-APIK-Bappeda	2018
38	MOT Tenaga Ahli Lingkungan oleh Persatuan Tenaga Ahli Lingkungan Indonesia (P.TALI) di Kutai Timur, Kalimantan Timur	2018

KETERANGAN KELUARGA

1 Orang Tua dan Mertua

No	Nama	Tempat Lahir	Tanggal Lahir	Pekerjaan
1	Marwoto	Magelang	21-04-1943	Pensiunan Guru
2	Mudjilah	Blitar	02-01-1941	Ibu Rumah Tangga

2 Istri dan Anak

No	Nama	Tempat Lahir	Tanggal Lahir	Pekerjaan
1	Nunuk Wilujeng	Malang	24-4-1974	Ibu Rumah Tangga
2	Iffa Mauriska Khairunnisa	Malang	15-5-1998	Mahasiswi
3	Diffa Ghefira Amalia	Malang	10-6-2005	Pelajar

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terselesaikannya penulisan tesis ini dengan judul Kajian Tingkat Kerentanan Masyarakat dan Strategi Adaptasi Menghadapi Perubahan Iklim Studi Kasus DAS Brantas Kota Malang, saya selaku penulis memanjatkan puji syukur sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas limpahan karunia berupa kesehatan dan kemudahan yang telah diberikan oleh-Nya.

Saya selaku penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Mohammad Bisri, MS, selaku Rektor Universitas Brawijaya.
2. Prof. Dr. Abdul Hakim, M.Si, selaku Direktur Pascasarjana Universitas Brawijaya.
3. Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS selaku Ketua Program Magister Mutidisiplin Pengelolaan Sumber Daya Lingkungan dan Pembangunan Pascasarjana Universitas Brawijaya Malang .
4. Dr.rer.Nat.Arief Rachmansyah selaku dosen pembimbing 1 yang telah membimbing dan mengarahkan penelitian ini hingga terselesaikan.
5. Dr. Ir. Harsuko Riniwati,MP selaku dosen pembimbing 2 yang telah membimbing dan mengarahkan penelitian ini hingga terselesaikan.
6. Para tim penguji tesis:
 - 1) Dr.Eng.Turniningtyas Ayu Rachmawati,ST.,MT selaku penguji pertama
 - 2) Luchman Hakim,S.Si.,M.Agr.Sc.,Ph.D. selaku penguji kedua
7. Para Dosen pada Program Magister Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan dan Pembangunan.
8. Para Pegawai dan Staf Administrasi pada Program Magister Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan dan Pembangunan.
9. Rekan mahasiswa pada Program Magister Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan dan Pembangunan.
10. Rekan kerja tim USAID-APIK yang telah membantu dukungan data dan informasi serta edukasi yang telah diberikan selama ini
11. Rekan kerja tim Pemerintah Kota Malang atas dukungan kelengkapan penelitian yang dibutuhkan
12. Beberapa pihak yang telah membantu dan tidak disebutkan satu-persatu

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

Malang, 5 Juni 2018

Dwi Prihanto
NIM. 166150102111003

RINGKASAN

Nama mahasiswa: Dwi Prihanto, NIM: 166150102111003, Program Magister Pengelolaan Sumber Daya Lingkungan dan Pembangunan Pascasarjana Universitas Brawijaya Malang, 5 Juni 2018, "Kajian Tingkat Kerentanan Masyarakat dan Strategi Adaptasi Menghadapi Perubahan Iklim Studi Kasus DAS Brantas Kota Malang", Komisi Pembimbing: 1. Dr.rer.Nat.Arief Rachmansyah dan 2. Dr. Ir. Harsuko Riniwati,MP

DAS Brantas telah mendapat status kritis sejak 1989, namun upaya penanggulangannya terkotak-kotak diantara lembaga publik sektoral dan swasta. Di Hulu DAS Brantas, pengelolaan menjadi tanggung jawab BPDAS (Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai) dengan mitra Dinas Kehutanan, Perum Perhutani, dan Taman Hutan Raya. Berbagail lembaga lain mempunyai tanggung jawab terbatas dalam kaitannya dengan DAS, seperti BPSDA (Balai Pengelolaan Sumber Daya Air), Proyek Kali Brantas (PU), Dinas Pengairan, Dinas Lingkungan Hidup, Perum Jasa Tirta, Dinas Pertanian dan Bappeda.

Kerentanan merupakan fungsi dari tiga komponen, yaitu *exposure* (paparan), *sensitivity* (kepekaan), dan *adaptive capacity* (kemampuan adaptasi) (IPCC 2001). Dampak utama terhadap perubahan iklim adalah tingkat kesejahteraan masyarakat baik daerah hulu, tengah maupun hilir.

Oleh karena itu diperlukan analisis kerentanan terhadap masyarakat di wilayah DAS Brantas Kota Malang. Tujuan dari penelitian ini antara lain, menganalisis peta tingkat kerentanan masyarakat terhadap perubahan iklim di wilayah DAS Brantas Kota Malang, mengetahui parameter yang paling berpengaruh disetiap indikator penentu kerentanan di kawasan yang tergolong rentan terhadap perubahan iklim, memunculkan beberapa rekomendasi kegiatan adaptif yang dapat dilakukan oleh masyarakat terhadap potensi bencana di area wilayah yang tergolong rentan terhadap perubahan iklim.

Analisa penelitian ini dimulai dengan data sekunder dari perangkat daerah sebagai sumber data utama dan dilengkapi dengan data primer sebagai data pendukung. Proses menganalisa data menggunakan 3 parameter ; fisik, sosial dan ekonomi kemudian hasil analisa dtampilkan kedalam overlay peta spasial melalui aplikasi Quantum GIS.

Kesimpulan yang dihasilkan terdapat 1 (satu) kelurahan yang tingkat kerentannya sangat tinggi yaitu kelurahan Kota Lama. Sedangkan yang masuk dalam tinggi meliputi kelurahan Tunggulwulung dan Kidul Dalem. Kelurahan Dinoyo, Tlogomas, Oro-oro Dowo, Samaan, Penanggungan dan Polehan masuk dalam katagori sedang. Kelurahan Jatimulyo dan Polehan merupakan kelurahan yang rendah tingkat kerentannya.

Kata Kunci : Perubahan Iklim, Tingkat Kerentanan, DAS, QGIS

SUMMARY

Student name; Dwi Prihanto, NIM; 166150102111003, Master Program of Environmental Resource Management and Postgraduate Development Universitas Brawijaya Malang, May 23, 2018, "Community Vulnerability Level Assessment and Adaptation Strategy Facing Climate Change Case Study: Brantas River watershed Malang City", Promoter Commision: 1. Dr.rer.Nat.Arief Rachmansyah, and 2. Dr. Ir. Harsuko Riniwati,MP.

The Brantas watershed has been in critical status since 1989, but its countermeasures are fragmented between sectoral and private public institutions. In Upper DAS Brantas, the management becomes the responsibility of BPDAS (River Basin Management Institute) with Forest Service, and Taman Hutan Raya partners. Other agencies have limited responsibilities in relation to watersheds, such as BPSDA (Water Resources Management Institute), Brantas river projects, Department of Public Works for Irrigation, Environmental Agency, Jasa Tirta Company, Agriculture and Development Planning Agency at Sub-National Level.

Vulnerability is a function of three components, namely exposure, sensitivity, and adaptive capacity (IPCC 2001). The main impact on climate change is the level of community welfare in the upstream, middle and downstream areas.

Therefore, vulnerability analysis is needed to the community in the Brantas watershed area of Malang City. The objectives of this study are to analyze the vulnerability level of the community to climate change in Brantas watershed area of Malang City, to know the most influential parameters in each vulnerability determinant indicator in the area that is vulnerable to climate change, raises some recommendations of adaptive activities that can be done by the community of potential disaster in areas that are vulnerable to climate change.

The analysis of this research begins with secondary data from regional devices as primary data sources and is supplemented with primary data as supporting data. The process of analyzing data using 3 parameters; physical, social and economic then the analysis result is displayed into spatial map overlay through application of Quantum GIS.

The conclusion is that there are 1 (one) village with very high level of vulnerability that is urban village of Kota Lama. While the high is in the village Tunggulwulung and Kidul Dalem. Dinoyo urban village, Tlogomas, Oro-oro Dowo, Samaan, Penanggungan and Polehan belong to moderate category. Jatimulyo and Polehan village are low level of vulnerability.

Keywords: Climate Change, Vulnerability, Brantas watershed Malang City, QGIS

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah S.W.T yang telah memberikan Rahmat, Taufik dan Hidayah-Nya, sehingga thesis dengan judul “Kajian Tingkat Kerentanan Masyarakat dan Strategi Adaptasi menghadapi Perubahan Iklim Studi Kasus DAS Brantas Kota Malang” ini dapat terselesaikan.

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Magister Multidisiplin Pengelolaan Sumber Daya Lingkungan dan Pembangunan Pasca Sarjana Universitas Brawijaya Malang.

Degradasi DAS Brantas Hulu yang semakin kritis menyebabkan DAS tidak optimal menyediakan fungsi dan jasanya bagi masyarakat. DAS Brantas Hulu sebagai daerah penyangga, tangkapan air, sumber saringan air, dan penyerap karbon akan rusak. Sebagai konsekuensinya Kota Malang akan kehilangan pasokan air dan pada musim penghujan akan mengakibatkan banjir. Dalam hitungan tahun, wilayah ini akan menjadi kritis. Masyarakat yang peka akan makin rentan, sedangkan masyarakat yang bisa beradaptasi akan bertahan. Adanya perubahan iklim dan kerusakan DAS yang terjadi di DAS Brantas diperlukan langkah-langkah adaptasi.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penulisan tesis ini dan semoga dapat bermanfaat dimasa yang akan datang dalam pembangunan kawasan perkotaan yang berketangguhan iklim dan kebencanaan di Kota Malang.

Malang, 5 Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Hal.

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
IDENTITAS TIM PENGUJI TESIS	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
RIWAYAT HIDUP PENULIS	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	x
RINGKASAN	xi
SUMMARY	xii
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
DAFTAR DEFINISI	xxi

BAB

I	PENDAHULUAN	1
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Perumusan Masalah	5
1.3	Tujuan Penelitian	8
1.4	Manfaat Penelitian	8
1.5	Ruang Lingkup Penelitian	9
1.6	Keaslian Penelitian	10
II	TINJAUAN PUSTAKA	12
2.1	Teori Iklim	12
2.2	Dampak Perubahan Iklim	17
2.3	Hubungan Perubahan Iklim dan Siklus Hidrologi	20
2.4	Kerentanan (<i>Vulnerability</i>)	24
2.5	Strategi Adaptasi Perubahan Iklim	30
2.6	Daerah Aliran Sungai (DAS)	36
2.7	Sistem Informasi Geografi	42
2.8	Analytical Hierarchy Process (AHP)	33
2.9	Penilaian Studi Terdahulu	47
2.10	Kerangka Pemikiran	65
III	METODOLOGI PENELITIAN	67
3.1	Jenis Penelitian	67
3.2	Metode Penelitian	67
3.3	Fokus Penelitian	68
3.4	Tempat dan Waktu Penelitian	68

3.5 Teknik Pengumpulan Data	69
3.5.1 Pengumpulan Data Primer	70
3.5.2 Pengumpulan Data Sekunder	70
3.6 Kerangka Konseptual Penelitian	72
3.7 Pengolahan Data Dengan Model AHP	74
3.8 Teknik Sampling Kuisisioner	76
3.9 Pemetaan Kawasan dengan Model Q-GIS	78
3.10 Jadwal Penelitian	81

IV PROFIL WILAYAH KAJIAN 82

4.1 Gambaran Umum Kota Malang	82
4.1.1 Letak Geografis dan Administrasi	82
4.1.2 Topografi	83
4.1.3 Geologi dan Jenis Tanah	84
4.1.4 Sumber Daya Air (Hidrologi)	84
4.1.5 Klimatologi	85
4.1.6 Kondisi Penggunaan Lahan	86
4.1.7 Kondisi Kependudukan	87
4.1.8 Pertanian	88
4.1.9 Peternakan	89
4.1.10 Industri	90
4.1.11 Sistem transportasi	91
4.1.12 Jaringan Jalan	92
4.1.13 Kondisi Sistem Pelayanan Kebutuhan Air Bersih	94
4.1.14 Sistem Jaringan Drainase	96
4.1.15 Sistem Pengelolaan Persampahan	98
4.1.16 Sistem Pengelolaan Sanitasi	101
4.1.17 Kondisi Fasilitas Ruang Terbuka Hijau	106
4.1.18 Kondisi Fasilitas Pendidikan	107
4.1.19 Kondisi Fasilitas Kesehatan	108
4.2 Gambaran Umum DAS Brantas	109
4.2.1 Kondisi Fisik DAS Brantas	112
4.2.1.1 Kondisi Morfologi DAS Brantas	112
4.2.1.2 Kondisi Topografi dan Kemiringan	113
4.2.1.3 Kondisi Jaringan Sungai	114
4.2.1.4 Kondisi Tanah	114
4.2.1.5 Kondisi Iklim	115
4.2.1.6 Kondisi Debit Sungai	116
4.2.1.7 Kondisi Kualitas Air Sungai di DAS Brantas	116
4.2.1.8 Kondisi Penggunaan Lahan	118
4.3 Kondisi Eksisting DAS Brantas Kota Malang	119
4.3.1 Kondisi Geografis Eksisting DAS Brantas	119
4.3.2 Daerah Aliran Sungai Brantas Kota Malang	119
4.3.3 Kondisi Sosial Ekonomi dan Budaya	120
4.4 Rencana Tata Ruang Wilayah DAS Brantas Kota Malang	120
4.4.1 Hulu Das Brantas Kota Malang	124
4.4.2 DAS Brantas Tengah	127
4.4.3 DAS Brantas Hilir Kota Malang	131
4.5 Wilayah Rawan Bencana	135



V ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN 137

5.1 Parameter Fisik, Sosial dan Ekonomi Kawasan 139

5.1.1 Parameter Fisik 139

5.1.2 Parameter Sosial 139

5.1.3 Parameter Ekonomi 140

5.2 Keterpaparan, Sensitivitas dan Kemampuan Adaptip
DAS Brantas 143

5.2.1 Keterpaparan DAS Brantas Kota Malang 143

5.2.2 Sensitivitas DAS Brantas Kota Malang 149

5.2.3 Kapasitas Adaptip DAS Brantas Kota Malang 156

5.3 Kerentanan Masyarakat DAS Brantas Kota Malang 162

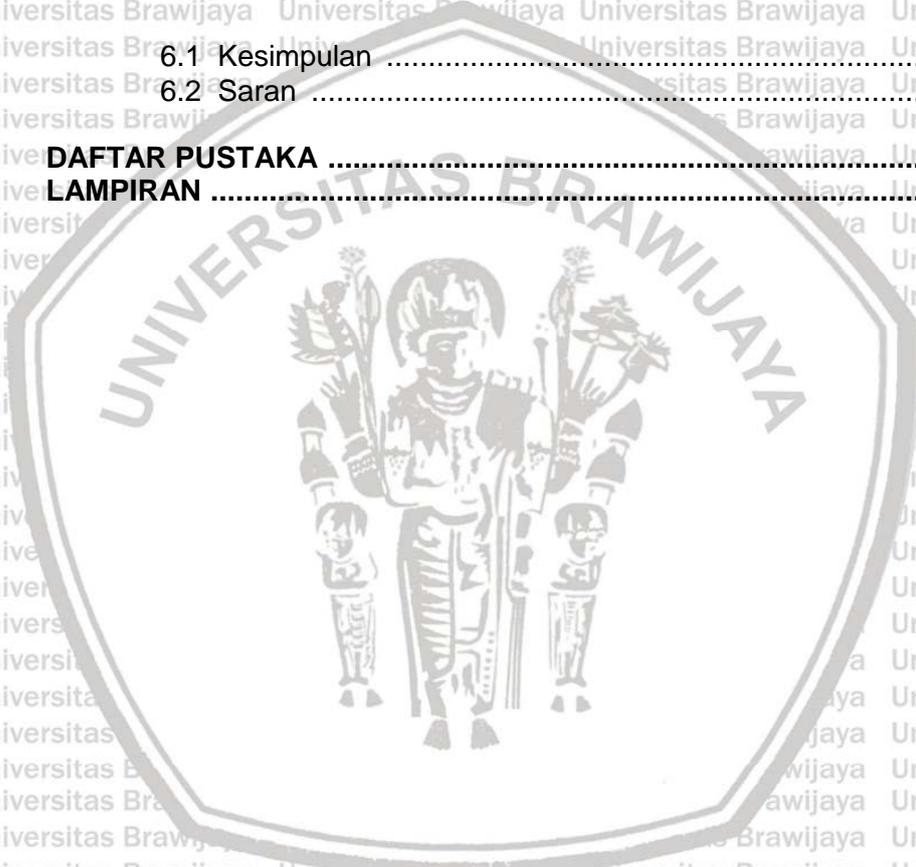
VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI 164

6.1 Kesimpulan 164

6.2 Saran 167

DAFTAR PUSTAKA 170

LAMPIRAN 177



DAFTAR TABEL

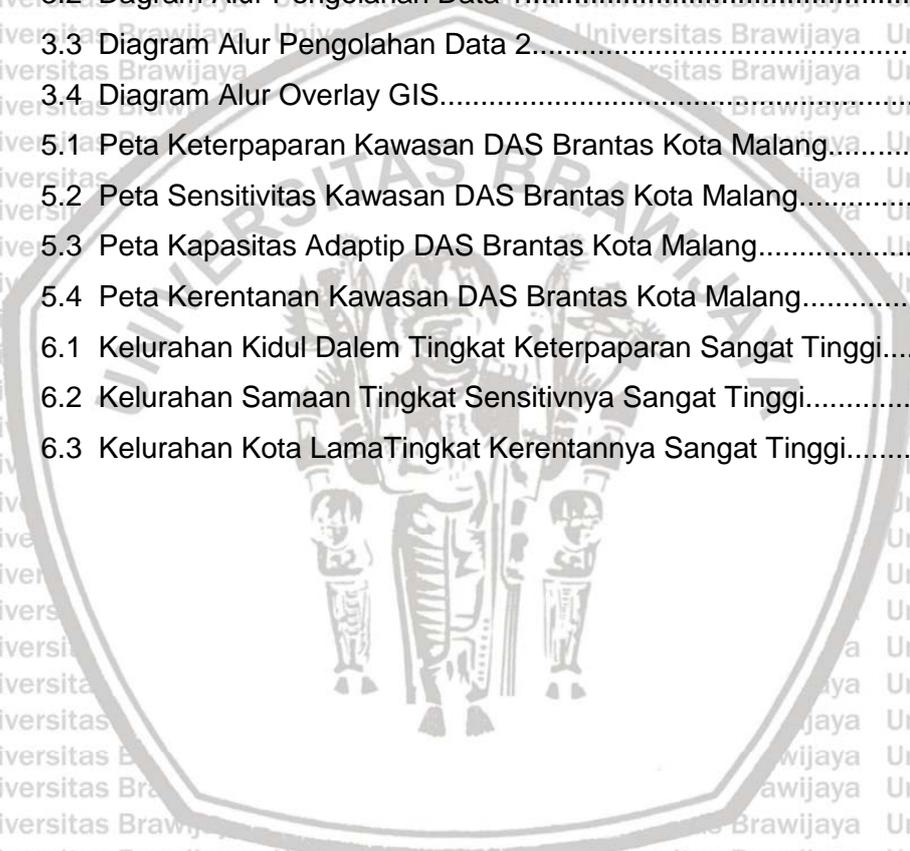
No	Judul Tabel	Hal.
2.1	Perubahan IPA pada DAS di Jawa dengan skenario iklim.....	21
2.2	Penelitian Terdahulu.....	47
3.1	Daftar Nama Responden.....	77
3.2	Kalender Penelitian.....	81
4.1	Luas Wilayah Kota Malang Tiap Kecamatan.....	83
4.2	Kondisi Klimatologi Kota Malang Tahun 2016.....	86
4.3	Guna Lahan bukan sawah di Kota Malang Tahun 2016.....	86
4.4	Distribusi dan Rasio Jenis Kelamin Penduduk Tahun 2016.....	87
4.5	Kepadatan Penduduk Kota Malang Tahun 2016.....	88
4.6	Luas sawah dan bukan sawah.....	88
4.7	Luas Panen Sawah.....	89
4.8	Populasi Ternak menurut Kecamatan.....	89
4.9	Populasi Unggas menurut Kecamatan.....	90
4.10	Jumlah dan Pendapatan Industri.....	91
4.11	Panjang Jalan Kota Malang Berdasarkan Fungsi Jalan.....	93
4.12	Kondisi Jaringan Jalan Kota (Jalan Lokal) di Kota Malang.....	94
4.13	Kondisi Jaringan Jalan Provinsi di Kota Malang.....	94
4.14	Perkembangan Produksi & Konsumsi Air Bersih PDAM.....	96
4.15	Sebaran Hutan kota Malang.....	107
4.16	Sebaran Sarana Pendidikan di Kota Malang Tahun 2015.....	108
4.17	Sebaran Sarana Kesehatan Kota Malang Tahun 2014.....	108
4.18	Luas DAS Brantas.....	110
4.19	Wilayah DAS Brantas.....	111
4.20	Bentuk (<i>Shape</i>) DAS Brantas.....	112
4.21	Kedalaman Solum Tanah DAS Brantas.....	115
4.22	Kondisi Fisik DAS Brantas Hulu Kota Malang.....	126
4.23	Kondisi Sosial DAS Brantas Hulu Kota Malang.....	126
4.24	Kondisi Ekonomi DAS Brantas Hulu Kota Malang.....	127
4.25	Kondisi Fisik DAS Brantas Tengah Kota Malang.....	129
4.26	Kondisi Sosial DAS Brantas Tengah Kota Malang.....	130
4.27	Kondisi ekonomi DAS Brantas Tengah Kota Malang.....	130

4.28	Kondisi Fisik DAS Brantas Hilir Kota Malang.....	134
4.29	Kondisi Sosial DAS Brantas Hilir Kota Malang.....	134
4.30	Kondisi ekonomi DAS Brantas Hilir Kota Malang.....	135
5.1	Kebutuhan Data Kerentanan Fisik.....	139
5.2	Kebutuhan Data Kerentanan Sosial.....	140
5.3	Kebutuhan Data Kerentanan Ekonomi.....	141
5.4	Pengolahan Data Parameter Fisik, Sosial dan Ekonomi DAS Brantas Kota Malang.....	142
5.5	Keterpaparan Kawasan DAS Brantas Kota Malang.....	144
5.6	Tabel bobot keterpaparan DAS Brantas Kota Malang.....	145
5.7	Bobot Keterpaparan Tiap Kelurahan DAS Brantas.....	146
5.8	Bobot Keterpaparan Kelurahan DAS Brantas Kota Malang.....	147
5.9	Sensitivitas Kawasan DAS Brantas Kota Malang.....	150
5.10	Sensitivitas Tiap Kelurahan DAS Brantas Kota Malang.....	151
5.11	Bobot Sensitivitas Kelurahan DAS Brantas Kota Malang.....	152
5.12	Kapasitas Adaptip Kawasan DAS Brantas Kota Malang.....	153
5.13	Bobot Kapasitas Adaptip Kawasan DAS Brantas Kota Malang.....	156
5.14	Bobot Kapasitas Adaptip DAS Brantas Kota Malang.....	157
5.15	Bobot Kapasitas Adaptip Tiap Kelurahan DAS Brantas	158
5.16	Bobot Kapasitas Adaptip Kelurahan DAS Brantas Kota Malang.....	159
5.17	Kerentanan Kawasan DAS Brantas Kota Malang.....	162



DAFTAR GAMBAR

No	Judul Gambar	Hal.
2.1.	Alur Kecenderungan Pola Perubahan Curah Hujan di Jawa.....	23
2.2	Konsep Penelitian Kerentanan	28
2.3	Konsep Kerangka Pemikiran.....	66
3.1	Peta Lokasi Penelitian.....	69
3.2	Dagram Alur Pengolahan Data 1.....	72
3.3	Diagram Alur Pengolahan Data 2.....	73
3.4	Diagram Alur Overlay GIS.....	80
5.1	Peta Keterpaparan Kawasan DAS Brantas Kota Malang.....	148
5.2	Peta Sensitivitas Kawasan DAS Brantas Kota Malang.....	154
5.3	Peta Kapasitas Adaptip DAS Brantas Kota Malang.....	160
5.4	Peta Kerentanan Kawasan DAS Brantas Kota Malang.....	162
6.1	Kelurahan Kidul Dalem Tingkat Keterpaparan Sangat Tinggi.....	165
6.2	Kelurahan Samaan Tingkat Sensitivnya Sangat Tinggi.....	165
6.3	Kelurahan Kota Lama Tingkat Kerentannya Sangat Tinggi.....	166



DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul Lampiran	Hal.
1	Data indikator parameter kerentanan fisik.....	177
2	Data indikator parameter kerentanan social.....	178
3	Data indikator parameter kerentanan ekonomi.....	178
4	Tabel pembagian range bobot parameter keterpaparan.....	179
5	Input bobot hasil data primer parameter keterpaparan.....	180
6	Tabel pembagian range bobot parameter sensitifitas.....	180
7	Input bobot hasil data primer parameter sensitifitas.....	181
8	Input bobot hasil data primer parameter sensitifitas.....	181
9	Input bobot hasil data primer parameter kapasitas adaptif.....	182
10	Tabel range keterpaparan.....	182
11	Tabel range keterpaparan.....	183
12	Tabel range kapasitas adaptif kawasan DAS Brantas.....	183
13	Tabel range kerentanan kawasan DAS Brantas.....	183
14	Peta Topografi Kota Malang.....	184
15	Peta Kelerengan Kota Malang.....	184
16	Peta Risiko Bencana Kota Malang.....	185
17	Peta Wilayah DAS Brantas Hulu.....	186
18	Peta Wilayah Kelurahan DAS Brantas Kota Malang.....	186
19	Peta Historis Banjir dan Longsor Kec.Lowokwaru.....	187
20	Peta Hostori Banjir dan Longsor Wilayah Kec.Klojen.....	187
21	Peta Histori Banjir dan Longsor Kedungkandang.....	188
22	Peta Histori Banjir dan Longsor Kec. Blimbing.....	189
23	Pengisian Quesioner AHP oleh Kader dan Relawan Bencana..	190
24	Kuesioner AHP.....	194
25	Rekab Pengisian Quisioner.....	201
26	Revisi SHP.....	202
27	Artikel Ilmiah.....	204
28	LOA Jurnal.....	211
29	Sertifikat Deteksi Plagiasi.....	212

DEFINISI

A/R CDM : Salah satu mekanisme dalam Protokol Kyoto yang membantu negara industri untuk memenuhi target penurunan emisi melalui kegiatan aforestasi dan reforestasi.

Adaptive capacity : Kemampuan adaptasi yaitu kemampuan sistem untuk menyesuaikan atau merespon dampak perubahan iklim atau perubahan ekosistem

Adaptation : Adaptasi yaitu usaha manusia untuk mempersiapkan atau menyesuaikan terhadap dampak perubahan dan variabilitas iklim. Adaptasi tergolong menjadi dua, yaitu adaptasi otomatis dan adaptasi terencana.

Exposure : Pembukaan atau singkapan yaitu derajat besarnya atau taraf ekosistem tersebut disingkap atau dibuka atas terjadinya perubahan iklim.

ERK : Efek rumah kaca, yaitu efek yang ditimbulkan GRK yang ketika GRK menahan radiasi balik matahari yang dipancarkan bumi dalam bentuk panas sehingga memanaskan atmosfer bumi.

GRK : Gas rumah kaca, yaitu gas yang dihasilkan dari kegiatan manusia yang berfungsi untuk menyerap radiasi matahari sehingga menghangatkan bumi.

GCMs : *Global Circulation Models*, atau model sirkulasi umum, yaitu suatu model yang memprediksikan adanya perubahan iklim dengan skenario "2 x CO₂."

IPA : Indeks penggunaan air, yaitu rasio antara permintaan air dengan ketersediaan air.

Mitigation : Mitigasi yaitu usaha manusia untuk mengurangi sumber atau mendukung pengurangan gas rumah kaca / *green house gases* (GHGs).

Penhijauan : Kegiatan penanaman di luar kawasan hutan negara

Pemanasan global : Meningkatnya suhu rata-rata atmosfer bumi dari tahun ke tahun yang menyebabkan terjadinya perubahan iklim

Perubahan iklim : Suatu perubahan rata-rata jangka panjang yang ditentukan dari nilai tengah parameter cuaca dalam mengukur kondisi iklim atau variabilitasnya.

Potential impact : Dampak potensial yaitu potensi dampak yang ditimbulkan adanya perubahan iklim, dan merupakan fungsi dari *exposure* dan *sensitivity*.

Reboisasi : Kegiatan penanaman di kawasan hutan negara
Sensitivity : Kepekaan sistem yaitu tingkat dimana suatu sistem akan merespon atau terpengaruhi adanya perubahan ekosistem/lingkungan.

Vulnerability : Kerentanan yaitu taraf atau tingkat dimana suatu sistem terserang atau tidak dapat menyesuaikan atau mengatasi dampak dari perubahan ekosistem. Ini merupakan fungsi positif dari dampak potensial

- (*exposure* dan *sensitivity*) dan fungsi negatif dari *adaptive capacity*.
- Konservasi** : Pemeliharaan dan perlindungan sesuatu secara teratur untuk mencegah kerusakan dan kemusnahan dengan jalan mengawetkan; pengawetan; pelestarian
- Hulu** : Bagian sungai yang letaknya paling jauh dari muara
- Hilir** : Bagian sungai yang letaknya paling dekat dengan muara
- Ekologi** : Ilmu yang mempelajari interaksi antara organisme dengan lingkungannya dan lainnya
- Hidrologi** : Cabang ilmu Geografi yang mempelajari pergerakan, distribusi, dan kualitas air di seluruh Bumi, termasuk siklus hidrologi dan sumber daya air
- Erosi** : Peristiwa pengikisan padatan (sedimen, tanah, batuan, dan partikel lainnya) akibat transportasi angin, air, atau es, karakteristik hujan, creep pada tanah dan material lain dibawah pengaruh grafitasi
- Sedimentasi** : Suatu proses pengendapan material yang ditransport oleh media air, angin, es atau gletser di suatu cekungan
- DAS Analytical Hierarchy Process (AHP)** : Daerah Aliran Sungai merupakan salah satu bentuk model pengambilan keputusan yang komprehensif dan memperhitungkan hal-hal yang bersifat kuantitatif dan kualitatif sekaligus
- Sistem Informasi Geografi (SIG)** : merupakan suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis dan sumber daya manusia yang bekerja bersama secara efektif untuk mengumpulkan, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa, dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis
- Adaptasi perubahan iklim** : penyesuaian secara alamiah maupun oleh sistem manusia dalam merespon stimuli iklim aktual atau yang diperkirakan dan dampaknya, menjadi ancaman yang moderat atau memanfaatkan peluang yang menguntungkan
- Kapasitas adaptasi** : kemampuan suatu sistem untuk menyesuaikan dengan perubahan iklim (termasuk variabilitas iklim dan kejadian ekstrim) ke tingkat potensi kerusakan yang moderat, untuk mengambil keuntungan peluang, atau menanggulangi konsekuensi yang diakibatkannya
- Kerentanan** : kondisi dimana sistem tidak dapat menyesuaikan dengan dampak dari suatu perubahan
- Daerah Aliran Sungai (DAS)** : sebuah kawasan yang dibatasi oleh pemisah topografis yang menampung, menyimpan, dan mengalirkan curah hujan yang jatuh di atasnya ke sungai utama yang bermuara ke danau atau lautan

- Kerentanan (*Vulnerability*) : sekumpulan kondisi atau suatu akibat keadaan (faktor fisik, ekonomi, sosial, dan lingkungan) yang berpengaruh buruk terhadap upaya-upaya pencegahan dan penanggulangan bencana.
- Adaptasi proaktif : adaptasi yang dilakukan sebelum dampak perubahan iklim teramati.
- Adaptasi otonom : adaptasi yang spontan dilakukan bukan untuk merespon perubahan iklim namun karena didorong oleh perubahan sistem ekologis dan akibat kegiatan ekonomi manusia.
- Adaptasi yang direncanakan : adaptasi yang dilakukan sebagai hasil dari kebijakan yang sengaja dibuat untuk merespon perubahan tersebut. Pada dasarnya adaptasi ini merupakan cerminan dari kesadaran.
- Adaptasi privat : adaptasi yang diinisiasi dan dilakukan oleh individu, rumah tangga atau pelaku usaha yang didasari oleh pertimbangan rasional dari kepentingan pribadi mereka.
- Adaptasi publik : adaptasi yang diinisiasi dan dilaksanakan oleh seluruh level pemerintah (pusat, provinsi, kota/kabupaten). Adaptasi ini merupakan cerminan dari kebutuhan bersama (kolektif).
- Adaptasi reaktif : adaptasi yang dilakukan setelah dampak perubahan iklim terjadi atau teramati.





BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanasan global merupakan masalah yang harus dihadapi manusia sekarang dan bukan lagi masalah masa depan. Kejadian ini adalah dampak akumulasi jangka panjang dari polusi atmosfer akibat aktivitas manusia sehingga menyebabkan lepasnya gas rumah kaca ke atmosfer dengan laju yang sangat tinggi yang kemudian berdampak pada perubahan iklim. Fenomena iklim seperti banjir, kemarau panjang, angin kencang sudah dirasakan semakin sering terjadi akhir-akhir ini dengan intensitas yang tinggi (Boer dkk, 2010). Akibatnya semakin menimbulkan dampak yang semakin besar dengan tingginya tingkat kerusakan lingkungan. Boer dan Perdinan (2008) menunjukkan bahwa berdasarkan hasil penelusuran terhadap database bencana alam internasional (*International Disaster Database*) banyak bencana alam yang masuk ke dalam kategori bencana global sebanyak 345 bencana. Sekitar 60% dari bencana alam tersebut ialah bencana alam akibat kejadian iklim ekstrim seperti banjir, kekeringan, kebakaran hutan, angin kencang/badai, tanah longsor, gelombang pasang tinggi dan meledaknya penyakit.

Berdasarkan hasil kajian Panel Antar Pemerintah tentang Perubahan Iklim (IPCC, 2007) bahwa pemanasan global akan meningkatkan frekuensi dan intensitas kejadian iklim ekstrim. Di Indonesia, kejadian iklim ekstrim seringkali berasosiasi dengan fenomena *ElNino Southern Oscillation* (ENSO). Terdapat korelasi yang kuat antara kejadian ENSO dengan keragaman hujan di Indonesia

yaitu kemarau panjang pada tahun-tahun El Niño dan hujan jauh atas normal pada tahun-tahun La Niña (Boer dkk, 2010).

Pemanasan global akan menimbulkan dampak meningkatnya kejadian kekeringan dan banjir, disamping itu awal dan panjang musim juga bergeser.

Naylor dkk (2007) menunjukkan bahwa ada pengaruh pemanasan global terhadap perubahan musim di Pulau Jawa. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa untuk di selatan khatulistiwa akan mengalami penurunan curah hujan sedangkan di utara khatulistiwa akan mengalami kenaikan curah hujan. Hasil proyeksi Naylor dkk

(2007) menunjukkan bahwa dalam 40 tahun mendatang. Pemanasan global akan menyebabkan awal musim hujan di Jawa Timur akan mengalami kemunduran dengan curah hujan yang cenderung turun sedangkan akhir musim hujan akan lebih cepat dengan curah hujan yang cenderung naik. Implikasinya adalah semakin meningkatnya risiko kekeringan pada musim kemarau dan risiko banjir atau bahaya longsor pada musim hujan. WWF (2007) menyatakan perubahan distribusi curah hujan menyebabkan berbagai potensi bencana alam yang dipicu oleh curah hujan menjadi semakin tinggi antara lain banjir, longsor, luapan sungai, dan penyebaran vektor penyakit, sedangkan pada kondisi curah hujan yang mengecil dapat terjadi potensi bencana berupa kekeringan, gagal panen, kekurangan air bersih, dan berbagai permasalahan sosial yang mungkin timbul, seperti monopoli air di DAS Brantas.

Kerusakan lingkungan khususnya kerusakan tutupan hutan di wilayah tangkapan air hujan menambah dampak perubahan iklim. Tahun 1984, Daerah Aliran Sungai (DAS) yang rusak baru sekitar 22 DAS dan tahun 1998 jumlahnya meningkat menjadi 58 DAS. Di Jawa, antara tahun 1992 dan 1998, jumlah DAS

rusak meningkat tajam dan kemudian setelah tahun 1998 sebagian dari DAS sudah direhabilitasi (Boer dkk, 2010). Kerusakan DAS akan mengakibatkan meningkatnya risiko terjadinya kekeringan pada musim kemarau dan banjir khususnya pada daerah hilir pada musim penghujan. Salah satu DAS di Provinsi Jawa Timur yang mengalami kerusakan dan rentan terhadap perubahan iklim adalah DAS Brantas (Kemenhut, 2009).

DAS Brantas telah mendapat status kritis sejak 1989, namun upaya penanggulangannya terkotak-kotak diantara lembaga publik sektoral dan swasta.

Di Hulu DAS Brantas, pengelolaan menjadi tanggung jawab BPDAS (Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai) dengan mitra Dinas Kehutanan, Perum PERHUTANI, dan Taman Hutan Raya. Berbagai lembaga lain mempunyai tanggung jawab terbatas dalam kaitannya dengan DAS, se perti BPSDA (Balai Pengelolaan Sumber Daya Air), Proyek Kali Brantas (PU), Dinas Pengairan, BAPPEDAL (Badan Pengendalian Dampak Lingkungan), Dinas Lingkungan Hidup, Perum Jasa Tirta, Dinas Pertanian dan BAPEDA/BAPEKO (Badan Perencanaan Daerah/ Kota).

Masyarakat, individu, perusahaan dan LSM sangat tergantung pada sumber daya air untuk kehidupan mereka. Upaya koordinasi dilakukan dengan membentuk forum komunikasi walaupun kerangka kerja untuk mengantisipasi permasalahan kebijakan dan kelembagaan masih perlu diterapkan dalam tataran perencanaan dan tindakan manajemen yang berorientasi fisik. Sub-DAS Konto, Sumber Brantas-Bango-Amprong, dan Lesti-Genteng mencakup wilayah tutupan seluas 237 km² (10% DAS Brantas Hulu), 788 km² (35%) dan 381 km² (17 persen) secara berturut-turut yang menjadi sumber tangkapan air untuk DAS Brantas dan

merupakan fokus untuk Forum Pengelolaan DAS. Antara tahun 1990 dan 2000, seluas 131.144 ha hutan (35 persen dari hutan di dalam DAS pada tahun 1990) diubah menjadi lahan tanaman pangan di daerah atas dengan tanpa upaya konservasi tanah dan air.

Beberapa isu pengelolaan hulu DAS Brantas adalah: (1) lembaga-lembaga lebih menerapkan pendekatan 'top-down' walaupun sudah mulai menggunakan pendekatan partisipatif; (2) hanya sedikit kebijakan lembaga pemerintah yang didasarkan pada data kuantitatif dan dokumentasi pengetahuan, dan metode pengelolaan lahan yang berkelanjutan masih lemah; (3) pendekatan sektoral dalam pengelolaan lahan masih menonjol dan koordinasi dan keterpaduan diantara para pemangku kepentingan masih lemah; (4) upaya proyek pada tingkat masyarakat masih berlandaskan pendekatan sektoral dan kurang mempertimbangkan dampak pada fungsi DAS; (5) penegakan hukum lemah; (6) peningkatan kemiskinan selama dan setelah krisis ekonomi Indonesia (1997-sekarang); (7) kesadaran masyarakat lokal tentang degradasi lahan masih rendah; dan (8) tidak ada upaya penyebaran informasi/sosialisasi secara partisipatif.

Degradasi DAS Brantas Kota Malang menyebabkan ekosistem tidak dapat optimal menyediakan fungsi dan jasa yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Kejadian tersebut menyebabkan penurunan tingkat kesejahteraan masyarakat dan meningkatkan tingkat kerentanan masyarakat. Kerentanan masyarakat merupakan kondisi masyarakat yang tidak dapat menyesuaikan dengan perubahan ekosistem yang disebabkan oleh suatu ancaman tertentu (Fussel, 2007).

Kerentanan merupakan fungsi dari tiga komponen, yaitu *exposure* (paparan), *sensitivity* (kepekaan), dan *adaptive capacity* (kemampuan adaptasi) (IPCC 2001). Dampak utama terhadap perubahan iklim adalah tingkat kesejahteraan masyarakat baik daerah hulu, tengah maupun hilir. Banyak penelitian tentang tingkat kerentanan terhadap perubahan iklim yang dilakukan di wilayah pesisir pantai, Miladan (2009) menyatakan bahwa wilayah pesisir kota Semarang dalam kategori tingkat kerentanan rendah dan sedang terhadap perubahan iklim. Rositasari dkk (2011) dengan teknik penginderaan jauh memetakan tingkat kerentanan pesisir di Cirebon. Penelitian tingkat kerentanan terhadap masyarakat di daerah aliran sungai sangat jarang dilakukan, padahal keberadaan daerah suatu DAS hulu menjadi faktor penentu terhadap keberlanjutan fungsi DAS di sektor tengah dan hilir. Oleh karena itu, peneliti berusaha untuk menilai tingkat kerentanan masyarakat terhadap perubahan iklim di wilayah aliran DAS Brantas Kota Malang.

1.2 Perumusan Masalah

Kegiatan manusia telah menyebabkan terjadinya peningkatan emisi GRK yang menimbulkan terjadinya fenomena pemanasan global dan mengakibatkan terjadinya perubahan iklim. Perubahan iklim terjadi secara perlahan-lahan namun pasti. Selain itu, perubahan iklim memberikan dampak pada semua sektor kehidupan. Perubahan iklim, terutama unsur suhu dan curah hujan sangat berpengaruh pada kondisi hidrologis. El Nino-Southern Oscillation (ENSO) merupakan salah satu kejadian iklim ekstrim di wilayah Pasifik Tropis yang memainkan peranan penting dalam mengendalikan keragaman iklim di Indonesia,

khususnya curah hujan (CH). Episode ENSO hangat (ENSO dingin) yang dikenal sebagai El Nino (La Nina) terjadi akibat adanya peningkatan (penurunan) anomali suhu permukaan laut (SPL) di bagian timur dan/atau tengah Pasifik Tropis yang berkaitan dengan penurunan (kenaikan) CH di sebagian besar wilayah Indonesia. Penurunan intensitas dan frekuensi CH yang disebabkan oleh El Nino mengakibatkan semakin intensifnya bencana kekeringan sehingga menyebabkan dampak yang signifikan bagi masyarakat yang terkena dampak. Sebaliknya pada kondisi La Nina, akan terjadi peningkatan kejadian banjir dan meluasnya wilayah terendam banjir akibat meningkatnya peluang kejadian hujan ekstrim (Accorn, 2010). DAS Brantas bagian hulu adalah daerah tangkapan hujan untuk sungai yang mengalir ke Kota Batu dan Kota Malang serta Kabupaten Malang. Kerusakan wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas dapat mengakibatkan banjir di Kota Malang. DAS Brantas sebagai wilayah tangkapan air menjadi sumber suplai air untuk beberapa wilayah yang dialirinya seperti Kabupaten Jombang, Mojokerto, Surabaya dan Sidoarjo. DAS Brantas yang terbentang melintasi wilayah administrasi Kota Batu, Malang dan Kabupaten (hulu) dan Kabupaten Sidoarjo (hilir) menjadi satu kesatuan sistem yang harus dikelola secara terpadu dan menyeluruh dari hulu hingga hilir. Sementara itu, apabila dalam praktek pengelolaan DAS dan penerapan tata guna lahan tidak dilakukan secara terpadu dan tidak terencana dengan baik, maka mempengaruhi terjadinya erosi dan sedimentasi.

Bergesernya musim di wilayah DAS berakibat pada kegiatan pertanian oleh masyarakat. Pertanian yang mengandalkan suplai air dari Sungai Brantas dilakukan secara tidak efektif dan tidak menguntungkan. Iklim yang tidak dapat

diprediksikan juga salah satu alasan wilayah sawah tidak produktif. Produksi air di beberapa titik mengalami penurunan dan bahkan hilang. Jumlah wilayah yang berbahaya dan rentan mengalami peningkatan. Tanah longsor mengalami peningkatan dalam kurun waktu 2 tahun belakangan (Boer dkk, 2010). Degradasi DAS Brantas Hulu yang semakin kritis menyebabkan DAS tidak optimal menyediakan fungsi dan jasanya bagi masyarakat. DAS Brantas Hulu sebagai daerah penyangga, tangkapan air, sumber saringan air, dan penyerap karbon akan rusak. Sebagai konsekuensinya Kota Malang akan kehilangan pasokan air dan pada musim penghujan akan mengakibatkan banjir. Dalam hitungan tahun, wilayah DAS Brantas Kota Malang akan menjadi kritis. Masyarakat yang peka akan makin rentan, sedangkan masyarakat yang bisa beradaptasi akan bertahan. Berdasarkan kondisi tersebut, perlu adanya sebuah kajian dalam melihat sejauh mana tingkat kerentanan masyarakat terhadap perubahan iklim di DAS Brantas.

Adanya perubahan iklim dan kerusakan yang terjadi di DAS Brantas bagian hulu memerlukan aksi adaptasi. Langkah-langkah adaptasi berbasis DAS menjadi penting untuk dilakukan oleh pemerintah maupun masyarakat mengingat DAS sebagai penyedia jasa ekosistem bagi keberlanjutan fungsi DAS yang membentang di tengah-tengah Kota Malang. Berdasarkan informasi di atas, maka dengan adanya penelitian kerentanan berusaha untuk menjawab beberapa pertanyaan sebagai berikut:

- 1) Bagaimanakah tingkat keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas masyarakat terhadap perubahan iklim di wilayah DAS Brantas Kota Malang?
- 2) Pada wilayah DAS Brantas Kota Malang, kelurahan mana saja yang menjadi rentan jika terjadi perubahan iklim?

- 3) Bagaimanakah strategi atau upaya adaptasi yang dapat dilakukan oleh masyarakat terhadap potensi bencana di area yang tergolong rentan terhadap perubahan iklim?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- 1) Menganalisis tingkat keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas masyarakat di kawasan DAS Brantas Kota Malang .
- 2) Mengetahui tingkat kerentanan kawasan/kelurahan mana saja di kawasan DAS Brantas Kota Malang yang paling rentan terhadap dampak bencana akibat perubahan iklim.
- 3) Memunculkan beberapa saran strategi adaptasi yang dapat dilakukan oleh masyarakat terhadap potensi bencana di kawasan/ kelurahan yang tergolong rentan terhadap dampak perubahan iklim.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- 1) Memberikan informasi tentang tingkat kerentanan masyarakat terhadap perubahan iklim yang akan memberikan manfaat bagi bidang keilmuan dan pembangunan/kebijakan yang akan diambil oleh Pemerintah Kota Malang.
- 2) Memperkaya pengetahuan mengenai bagaimana mengatasi resiko bencana yang dapat terjadi pada lingkup wilayah daerah aliran DAS Brantas Kota Malang.

- 3) Tambahkan referensi dalam perencanaan pengelolaan DAS Brantas secara berkelanjutan dan adaptif terhadap perubahan kondisi alam dan perubahan iklim.
- 4) Dapat menjadi pertimbangan dan masukan bagi pemerintah Kota Malang dalam perencanaan wilayah DAS Brantas Kota Malang berdasarkan pada kerentanan masyarakat terhadap perubahan iklim. Peran aktif dari pemerintah Kota Malang dalam upaya adaptasi perubahan iklim juga menjadi perhatian dalam penelitian.
- 5) Masyarakat paham tentang risiko bencana yang dapat terjadi di wilayah DAS Brantas Kota Malang sehingga mereka dapat melakukan tindakan-tindakan adaptif agar dapat mengurangi dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh adanya perubahan iklim.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian meliputi wilayah kelurahan yang dilalui oleh DAS Brantas Kota Malang (Hulu-Tengah-Hilir) dengan didukung oleh data sekunder dan data primer untuk menganalisa faktor kerentanan dan diolah berdasarkan 3 parameter kajian kawasan terdampak. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif-eksploratif. Perubahan iklim tidak dibahas secara detail dan hanya digunakan untuk menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan iklim berdasarkan kajian pola dan tren sebaran curah hujan di wilayah kajian. Indikator yang dipilih adalah faktor yang paling dominan dan diasumsikan seragam di seluruh DAS Brantas Kota Malang sesuai dengan dampak perubahan iklim seragam di seluruh sungai Brantas.

1.6 Keaslian Penelitian

Pemanasan global merupakan kondisi yang harus dihadapi oleh manusia sekarang maupun yang akan datang, dimana merupakan dampak dari tingginya pelepasan gas rumah kaca oleh aktivitas manusia (IPCC, 2001). Dampak terhadap yang ditimbulkan adanya pemanasan global adalah terjadinya perubahan iklim. Perubahan iklim yang terjadi menjadi penyebab terhadap bencana global yang terjadi akhir-akhir ini. Hasil penelusuran terhadap database bencana alam internasional (*International Disaster Database*) menunjukkan bahwa banyak bencana alam yang masuk ke dalam kategori bencana global ialah sebanyak 345 bencana (Boer dan Perdinan, 2008). Penelitian tentang pengaruh pemanasan global terhadap perubahan musim di Indonesia khususnya Pulau Jawa sudah dilakukan oleh Naylor dkk. (2007). Hasil prediksi mereka menggunakan proyeksi terhadap perubahan iklim menunjukkan bahwa sampai tahun 2050 akan mengalami perubahan pola curah hujan di Jawa Timur. Awal musim hujan akan mengalami kemunduran dengan lamanya musim hujan yang lebih pendek dengan jumlah curah hujan yang lebih tinggi. Hal ini berimplikasi pada semakin meningkatnya risiko kekeringan pada musim kemarau dan risiko banjir atau bahaya longsor pada musim hujan.

Penelitian mengenai penilaian Kerentanan Masyarakat terhadap Perubahan Iklim dan Strategi Adaptasi berbasis DAS Brantas Kota Malang belum pernah dilakukan sebelumnya. Swandayani (2010) melakukan penelitian tentang kerentanan masyarakat terhadap perubahan iklim di DAS Ciliwung dengan menggunakan kriteria paparan indeks penggunaan air sedangkan penelitian ini menggunakan parameter tingkat kekritisian lahan dan koefisien rejim sungai dalam

paparan. Rositasari dkk (2011) melakukan penelitian kerentanan terhadap perubahan iklim di pesisir Cirebon dengan menggunakan teknologi Penginderaan Jauh untuk menganalisis aspek fisik dari Pesisir terhadap kerentanan perubahan iklim.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Iklim

Iklim (*climate*) adalah sintesis atau kesimpulan dari perubahan nilai unsur-unsur cuaca (hari demi hari dan bulan demi bulan) dalam jangka panjang di suatu tempat atau pada suatu wilayah. Sintesis tersebut dapat diartikan pula sebagai nilai statistik yang meliputi: rata-rata, maksimum, minimum, frekuensi kejadian.

Iklim sering dikatakan sebagai nilai statistik cuaca jangka panjang di suatu tempat atau suatu wilayah. Iklim dapat pula diartikan sebagai sifat cuaca di suatu tempat atau wilayah. Data iklim terdiri dari data diskontinu (radiasi, lama penyinaran matahari, presipitasi dan penguapan) dan data kontinu (suhu, kelembaban, tekanan udara, kecepatan angin) (Atmaja, 2009).

Menurut Kartasapoetra (2012) iklim adalah rata-rata keadaan cuaca dalam jangka waktu yang cukup lama yang sifatnya tetap. Gibbs (1987) dalam Rosalina (2012) menyatakan iklim sebagai peluang statistik berbagai keadaan atmosfer, antara lain suhu, tekanan, angin kelembaban, yang terjadi disuatu daerah selama kurun waktu yang panjang. Gunarsih (2006) dalam Rosalina (2012) menyatakan unsur-unsur iklim terdiri dari radiasi matahari, temperatur, kelembaban, hujan, dan angin.

Radiasi matahari adalah peristiwa yang terjadi pada atmosfer yang dianggap penting bagi sumber kehidupan. Energi matahari merupakan penyebab utama dari perubahan dan pergerakan dalam atmosfer sehingga dapat dianggap sebagai pengendali iklim dan cuaca. Matahari memancarkan sinar yang pada umumnya mempunyai gelombang pendek, sedangkan dari bumi dipancarkan

gelombang panjang (Gunarsih dalam Rosalina, 2012). Menurut AAK (1983) menyatakan dari pengukuran sinar matahari yang terpenting adalah panas atau teriknya penyinaran dan panjang atau lamanya penyinaran. Panasnya penyinaran dan lamanya penyinaran dapat diukur dengan menggunakan alat Heliograf. Akibat orbit bumi yang mengelilingi matahari, maka setiap perubahan jarak dari bumi ke matahari menimbulkan variasi terhadap penerimaan energi matahari. Intensitas radius matahari (IRM) suhu merupakan absorpsi energi matahari dalam satuan per cm²/menit. IRM ini merupakan fungsi dari sudut sinar matahari yang mencapai bagian yang lengkung dari permukaan bumi, artinya sinar matahari yang miring kurang memberikan energi karena menempuh lapisan atmosfer yang tebal bila dibandingkan dengan sinar yang tegak lurus. IRM yang besar mempunyai pengaruh yang besar pula pada proses fotosintesis. Besarnya energi cahaya yang bisa diserap oleh setiap tanaman ditentukan oleh faktor luas daun yang dimiliki oleh tanaman tersebut, kelembatan pertumbuhan daun, jarak tanam, ada tidaknya awan di angkasa, dan panjang hari yang menentukan lamanya penyinaran (Sriartha, 2004).

Lamanya penyinaran matahari ditentukan oleh posisi bumi mengelilingi matahari seakan-akan bergerak dari 23½ lintang utara dan 23½ lintang selatan. Adanya perubahan letak kedudukan matahari berdampak di belahan bumi selatan akan menerima hari siang lebih panjang sedangkan di bumi bagian utara, terutama di kutub, akan menerima malam lebih panjang yaitu selama enam bulan. Berdasarkan pengaruh lamanya penyinaran pada tanaman terutama pada proses pembungaan maka tanaman dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok (Gunarsih dalam Rosalina, 2012) yaitu:

a) *Long day plant*, yaitu tumbuhan yang menghasilkan bunga apabila penyinaran lebih dari 14 jam.

b) *Short day plant*, yaitu tumbuhan yang menghasilkan bunga apabila penyinaran kurang dari 12 jam, misalnya Stroberi.

c) *Neutral day plant*, yaitu tanaman yang menghasilkan bunga tanpa dipengaruhi lamanya penyinaran, misalnya Mentimun

Suhu adalah derajat panas atau dingin yang diukur berdasarkan skala tertentu dengan menggunakan termometer. Menurut Atmaja (2009) suhu dipermukaan bumi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- a) Jumlah radiasi matahari yang diterima per tahun , per musim, dan per hari;
- b) Pengaruh daratan atau lautan;
- c) Pengaruh ketinggian tempat;
- d) Pengaruh angin secara tidak langsung;
- e) Pengaruh panas laten;
- f) Penutup tanah;
- g) Tipe tanah;
- h) Pengaruh sudut datang sinar matahari.

Proses yang terjadi dalam tubuh tanaman seperti proses perkembangan (batang, daun, bunga, dan buah), proses fotosintesis dan proses pernafasan berlangsung pada suhu tertentu. Setiap tanaman mempunyai kisaran suhu optimum yang berbeda-beda. Kebutuhan suhu ini bersifat genetik sehingga ada tanaman yang cocok untuk pegunungan atau dataran tinggi dengan suhu rendah dan ada yang cocok di dataran rendah atau suhu tinggi. Perubahan suhu tentunya

mengakibatkan perbedaan jenis tumbuhan pada wilayah-wilayah tertentu sesuai dengan ketinggian tempatnya.

Kelembaban adalah banyaknya uap air yang ada di udara. Keadaan kelembaban di permukaan bumi berbeda-beda. Pada umumnya, kelembaban yang tinggi ada di khatulistiwa sedangkan yang terendah ada pada lintang 40°.

Besarnya kelembaban suatu daerah merupakan faktor yang dapat menstimulasi curah hujan (Atmaja, 2009). Pengaruh kelembaban terhadap tanaman tampak pada perubahan stomata yang menjadi terbuka atau tertutup. Daerah yang mempunyai kelembaban tinggi menyebabkan stomata akan tertutup sehingga CO₂ yang menjadi bahan pokok fotosintesis tidak dapat masuk ke dalam daun.

Akibatnya adalah mengurangi terjadinya penguapan. Sebaliknya, pada daerah atau tempat dengan kelembaban rendah, maka penguapan yang terjadi lebih banyak (Sriartha, 2004). Selain itu, Kramer and Kozlowski (dalam Libria, 2004) menyatakan bahwa kelembaban udara yang terlalu rendah dan terlalu tinggi akan menghambat pertumbuhan dan pembungaan tanaman. Kelembaban udara dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman karena dapat mempengaruhi proses fotosintesis. Laju fotosintesis akan meningkat dengan meningkatnya kelembaban udara sekitar tanaman.

Angin merupakan gerakan atau perpindahan massa udara dari satu tempat ke tempat lain secara horizontal. Massa udara adalah udara dalam ukuran yang sangat besar yang mempunyai sifat fisik yang seragam dalam arah yang horizontal. Sifat massa udara ditentukan oleh daerah di mana massa udara terjadi, jalan yang dilalui oleh massa udara, dan umur dari massa udara itu. Gerakan angin berasal dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah yang bertekanan rendah.

Terdapat banyak jenis-jenis angin seperti angin darat, angin laut, angin gunung, angin lembah dan angin lokal (Fohn) yang sifatnya kering. Angin lokal ini biasanya tidak begitu baik bagi tanaman karena sifatnya yang kering sehingga menyebabkan besarnya evaporasi dan transpirasi yang akan dilakukan oleh tanaman. Kadang-kadang hal ini akan menyebabkan tanaman menjadi layu karena tanaman tersebut tidak dapat mengimbangi jumlah air yang hilang dengan pengambilan air dari dalam tanah (Atmaja, 2009).

Hujan adalah sebuah presipitasi berwujud cairan, berbeda dengan presipitasi non-cair seperti salju, batu es dan slit. Hujan memerlukan keberadaan lapisan atmosfer tebal agar dapat menemui suhu di atas titik leleh es di dekat dan di atas permukaan bumi. Hujan adalah proses kondensasi uap air di atmosfer menjadi butir air yang cukup berat untuk jatuh dan biasanya tiba di daratan. Dua proses yang mungkin terjadi bersamaan dapat mendorong udara semakin jenuh menjelang hujan, yaitu pendinginan udara atau penambahan uap air ke udara (Atmaja, 2009). Presipitasi, khususnya hujan, memiliki dampak dramatis terhadap pertanian. Semua tumbuhan memerlukan air untuk hidup, sehingga hujan sangat penting bagi pertanian. Pola hujan biasanya bersifat vital untuk kesehatan tumbuhan. Terlalu banyak atau terlalu sedikit hujan dapat membahayakan bahkan merusak panen. Kekeringan dapat mematikan panen dan menambah erosi, sementara terlalu basah dapat mendorong pertumbuhan jamur berbahaya.

Tumbuhan memerlukan beragam jumlah air hujan untuk hidup. Misalnya, kaktus tertentu memerlukan sedikit air, sementara tanaman tropis memerlukan ratusan inci hujan per tahun untuk hidup.

2.2 Dampak Perubahan Iklim

Pemanasan global merupakan salah satu fenomena global yang saat ini harus dihadapi manusia sekarang dan penanganannya harus lebih spesifik dan melibatkan banyak sektor. Kejadian ini adalah dampak dari akumulasi jangka panjang polusi atmosfer yang diakibatkan oleh aktivitas manusia sehingga menyebabkan lepasnya gas rumah kaca ke atmosfer dengan laju yang sangat tinggi yang kemudian berdampak pada perubahan iklim. Kejadian bencana seperti banjir, kemarau panjang, angin kencang sudah dirasakan semakin sering terjadi bahkan akhir-akhir ini dengan intensitas yang sangat tinggi (Boer dkk, 2010). Kejadian ini semakin menimbulkan dampak yang semakin besar dengan tingginya tingkat kerusakan lingkungan (Efendi, Muchtar. 2012).

Perubahan iklim menjadi salah satu isu utama di dunia yang menjadi kekhawatiran masyarakat di dunia. Kementerian Lingkungan Hidup (2010) menyatakan bahwa kajian IPCC pada tahun 2007 menyimpulkan bahwa pemanasan global yang terjadi pada 50 tahun terakhir adalah akibat dari kegiatan manusia. Sebagaimana disimpulkan dari berbagai rujukan kajian analitis bahwa perubahan pola curah hujan, kenaikan suhu air laut, kenaikan elevasi muka air laut, dan kejadian ekstrim disebabkan oleh adanya perubahan iklim (Anonim, 2014).

Dampak dari terjadinya perubahan iklim tersebut lebih lanjut akan mengancam keberlanjutan kehidupan manusia. IPCC (2007) menambahkan bahwa kenaikan air laut merupakan konsekuensi jangka panjang dari terus meningkatnya gas rumah kaca dan mengancam kebutuhan hidup jutaan manusia.

Banyak orang membayangkan bahwa kenaikan muka air laut akan terus

meningkat secara perlahan, seperti air yang terus meningkat dalam bak mandi.

Namun sayangnya, air pada kawasan pesisir akan terus terdampak oleh gelombang ekstrem, badai dan hantaman gelombang yang akan bertambah parah di semua tempat sebagai akibat dari perubahan iklim. Efek kombinasi dari kenaikan air laut dan perubahan iklim yang ekstrem akan menghasilkan risiko besar di kawasan pesisir terutama pada wilayah kota pesisir (*waterfront city*).

Menurut Kementerian Lingkungan Hidup, dkk. (2010), dampak dari kenaikan muka air laut di wilayah pesisir mengakibatkan banjir rob di pesisir dan lahan basah, terendamnya permukiman, terendamnya infrastruktur dan fasilitas, serta peningkatan intrusi air laut pada massa air sungai dan air tanah (Anonim, 2014).

Boer dan Perdinan (2008) menunjukkan bahwa berdasarkan hasil penelusuran terhadap database bencana alam internasional (*International Disaster Database*) banyak bencana alam yang masuk ke dalam kategori bencana global sebanyak 345 bencana. Sekitar 60% dari bencana alam tersebut ialah bencana alam akibat kejadian iklim ekstrim seperti banjir, kekeringan, kebakaran hutan, angin kencang/badai, tanah longsor, gelombang pasang tinggi dan meledaknya penyakit. Temuan ini sejalan dengan hasil kajian Diskusi Panel Internasional tentang Perubahan Iklim (IPCC, 2007) bahwa pemanasan global akan meningkatkan frekuensi dan intensitas kejadian iklim ekstrim (Efendi, Muchtar, 2012).

Lebih lanjut Departemen Perubahan Iklim Australia (2009) menyatakan bahwa kenaikan muka air laut tidak hanya merubah pola arus, juga dapat mengakibatkan peningkatan terjadinya erosi, perubahan garis pantai dan mereduksi daerah lahan basah (*wetland*) di sepanjang pantai. Ekosistem lahan

basah di daerah pantai mungkin akan mengalami kerusakan jika tingkat kenaikan tinggi dan suhu muka air laut melebihi batas maksimal dari kapasitas adaptasi biota pantai. Disamping itu kenaikan muka air laut juga mempertinggi tingkat laju intrusi air laut terhadap aquifer daerah pantai. Berdasarkan laporan BAPPENAS (2010) kenaikan muka air laut secara global bervariasi antara 0.4 cm/tahun sampai 1.2 cm/tahun, dengan kenaikan tinggi muka air laut terendah di Darwin dan tertinggi di Manila. Sementara itu, nilai rata-rata kenaikan muka air laut di perairan Indonesia berkisar antara 0.7 cm/tahun sampai 0.8 cm/tahun. Proyeksi kenaikan muka air laut pada tahun 2030 diperkirakan mencapai 16 - 24 cm relatif terhadap tinggi muka air laut di tahun 2000. Selanjutnya muka air laut akan bergerak naik seiring dengan peningkatan suhu permukaan laut. Muka air laut akan naik sebesar 20-40 cm dan 32-56 cm, masing-masing pada tahun 2050 dan 2080. Pada akhirnya muka air laut akan naik sebesar 40-80 cm di tahun 2100 (Anonim, 2014).

2.3 Hubungan Perubahan Iklim dan Siklus Hidrologi

Pemanasan global yang disebabkan oleh gas-gas rumah kaca secara jelas telah dan akan terus mempengaruhi iklim dunia. IPCC (2001) menyatakan bahwa perubahan iklim merujuk pada variasi rata-rata kondisi iklim suatu tempat atau pada variabilitasnya yang nyata secara statistik dalam jangka waktu yang panjang, minimal 30 tahun. Lebih lanjut dikatakan bahwa selama 100 tahun terakhir (1906-2005) suhu permukaan bumi rata-rata telah naik sekitar 0.74 °C, dengan pemanasan yang lebih besar pada daratan dibandingkan lautan. Pada dasarnya perubahan iklim merupakan masalah lingkungan. Namun dampak buruk yang ditimbulkan dapat mengakibatkan tambahan tekanan dalam proses pembangunan

berkelanjutan. Dengan demikian perubahan iklim tidak hanya wacana lingkungan, namun menjadi masalah pembangunan secara umum. Perubahan iklim bahkan dapat mengancam pencapaian sasaran pembangunan nasional, atau tercapainya beberapa sasaran SDG's (*Sustainable Development Goals*). Perubahan iklim telah memberikan dampak kepada kawasan dan mengakibatkan dampak yang sangat sulit untuk dapat dipulihkan (memberikan kerugian kepada sektor fisik, ekonomi, sosial dan lingkungan). Kondisi ini semakin diperparah dengan potensi konflik akibat perebutan sumber daya (terutama sumber daya air) antar wilayah didalam satu potensi yang terdapat di lingkungan (AR5-IPCC, 2013).

WWF (2007) telah melaporkan bahwa temperatur tahunan di Indonesia meningkat sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$ sejak tahun 1990. Sebuah skenario perubahan iklim memperkirakan bahwa temperatur akan meningkat antara 1.3°C sampai dengan 4.6°C pada tahun 2100 dengan trend sebesar 0.1°C – 0.4°C per tahun.

Perubahan iklim memberikan dampak positif dan negatif bagi semua sel kehidupan manusia. Namun demikian, sebagian besar dampak yang ditimbulkan adalah dampak negatif. Untuk menilai dampak perubahan iklim diperlukan perkiraan bagaimana iklim itu berubah pada tingkat lokal dan regional, serta bagaimana perubahan tersebut mempengaruhi ekosistem dan kehidupan manusia. Umumnya ilmuwan menggunakan *Global Circulation Models/Model* sirkulasi umum (GCMs). GCMs telah digunakan untuk menilai dampak perubahan iklim pada semua sektor kehidupan di Indonesia (KNLH, 1998; Kurniawan dkk, 2009). Proses perubahan iklim juga terjadi di Indonesia, yang ditandai dengan adanya peningkatan suhu (Rozari *et al.* 1992) serta pergeseran musim atau

musim semakin kering atau musim kemarau lebih panjang (Kaimuddin 2000; Tobing 2007). Lamb (1978) dalam Rozari *et al.* (1992), membahas perubahan iklim harus memperhatikan dua hal, yaitu: a) pergeseran musim, musim dingin terjadi pada periode panas dan begitu sebaliknya; b) perubahan tidak terjadi seketika dan serentak disemua tempat atau wilayah.

Perubahan iklim berpengaruh pada siklus hidrologi (Rozari *et al.* 1991; Susetyo *et al.* 1994; KNLH 1998; Kaimuddin 2000). Peningkatan suhu menyebabkan terjadinya peningkatan evapotranspirasi yang akan berpengaruh pada *run off* (aliran permukaan/limpasan) sehingga keseimbangan hidrologi akan terganggu (Waggoner *et al.* 1990). Dampak perubahan iklim dapat diuji dengan menggunakan model proyeksi iklim GCMs (*Global Circulation Models*). KNLH (1998) mencoba memproyeksikan dampak perubahan iklim terhadap Instalasi Pengolahan Air di beberapa DAS di Jawa. Hasilnya terlihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Perubahan IPA pada DAS di Jawa dengan skenario iklim

No	DAS	1x CO2 (sebelum emisi)	2 x CO2 (sesudah emisi)
1	Ciliman-Ciujung	0,30	0,32
2	Cisadane-Ciliwung	0,47	0,53
3	Citarum	0,97	0,99
4	Citanduy	0,33	0,32
5	Serayu	0,39	0,38
6	Progo-Opak	0,68	0,68
7	Bengawan Solo	0,89	0,94
8	Jratun- Seluna	0,80	0,83
9	Brantas	1,12	0,92
10	Pakelan-Sampeyan	0,66	0,70

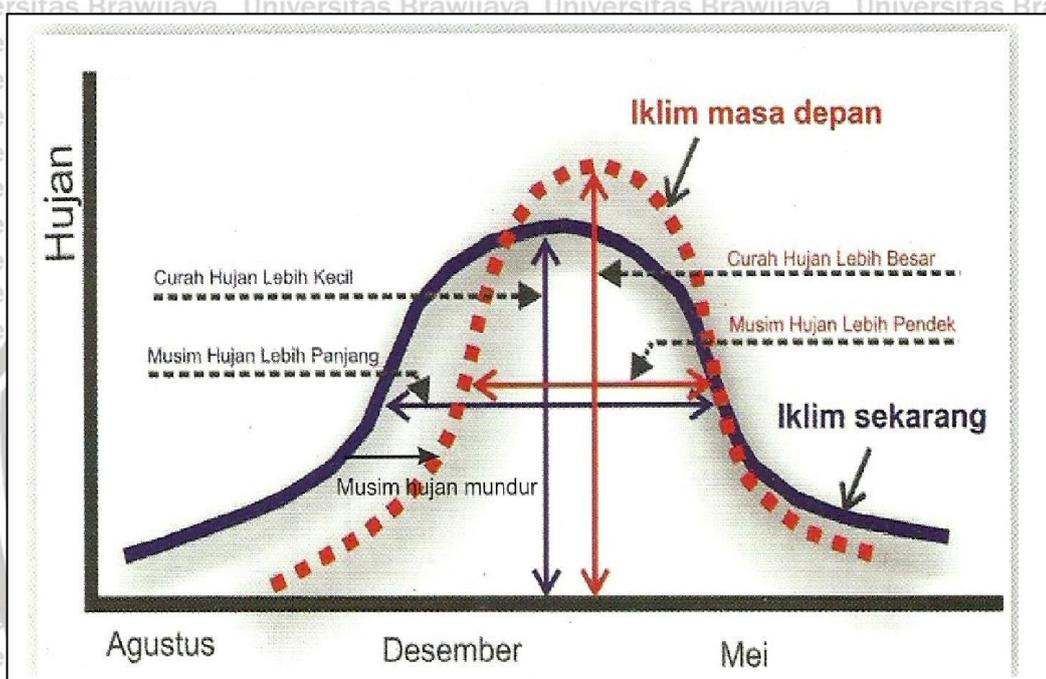
Sumber : KNLH (1998)

Dari Tabel 2.1 terlihat bahwa perubahan iklim menyebabkan siklus hidrologi di beberapa DAS terganggu atau DAS cenderung lebih rentan. Selain itu, terlihat bahwa dampak perubahan iklim berbeda secara spasial. Pada beberapa daerah mengalami penurunan curah hujan sehingga ketersediaan air makin turun (ex. DAS Citarum). Sedangkan di tempat lain mengalami kenaikan curah hujan sehingga ketersediaan air makin bertambah (ex. DAS Brantas). Namun demikian, ada juga DAS yang tidak berubah siklus hidrologinya atau tidak rentan terhadap perubahan iklim (ex. DAS Progo Opak).

Salah satu persoalan kebutuhan manusia yang terpengaruh sebagai dampak pemanasan global tersebut adalah ketersediaan air. Waggoner dalam Swandayani (2010) menyatakan bahwa peningkatan suhu akan diikuti oleh peningkatan evapotranspirasi, dan berpengaruh pada *run off* (aliran permukaan/limpasan) sehingga keseimbangan hidrologi akan terganggu. Apabila evapotranspirasi di suatu wilayah meningkat sebagai respon terhadap kenaikan suhu atmosfer, sedangkan curah hujan tetap atau bahkan berkurang maka wilayah tersebut akan kekurangan persediaan air, bahkan kemungkinan besar terjadi bencana kekeringan. Sedangkan di beberapa wilayah akan memperoleh intensitas hujan yang lebih besar sehingga akan meningkat intensitas bencana banjir. Naylor dkk (2007) menyatakan bahwa untuk Indonesia daerah di utara khatulistiwa akan mengalami peningkatan curah hujan, sedangkan daerah di selatan khatulistiwa akan mengalami penurunan curah hujan.

Hal ini sejalan dengan studi yang telah dilakukan Neelin dkk. (2006) bahwa di wilayah tropis Indonesia bagian selatan garis ekuator yakni di Sumatera Selatan, Jawa dan seluruh wilayah timur Indonesia, seluruh model menunjukkan adanya

penurunan tren curah hujan pada periode JJA. Hasil studi Naylor dkk (2007) telah memproyeksikan sampai dengan tahun 2050 untuk bulan April, Mei dan Juni akan terjadi peningkatan curah hujan di Jawa dan Bali, sedangkan pada bulan Juli, Agustus dan September diproyeksikan kondisinya luar biasa kering sebagaimana di gambarkan dalam gambar 2.1



Gambar 2.1 Kecenderungan Pola Perubahan Curah Hujan di Jawa

Subagyono dan Surmaini (2007) menyatakan bahwa dalam menghadapi dampak perubahan iklim diperlukan upaya adaptasi perencanaan penanaman serta pengelolaan sumberdaya air untuk menekan risiko kekurangan hasil akibat perubahan iklim. Pengelolaan DAS dengan pendekatan ekosistem dapat menjadi salah satu fungsi adaptasi yang dilakukan dalam perubahan iklim (Tresnadi, 2008). Pendekatan pengelolaan DAS berbasis ekosistem dapat dilakukan dengan kebijakan pengelolaan DAS yang terpadu mulai dari tingkat pusat sampai daerah (Asdak, 2006).

2.4 Kerentanan (*Vulnerability*)

Salah satu indikator yang dapat digunakan untuk mengkaji pengaruh perubahan iklim adalah tingkat kerentanan. Kerentanan merupakan suatu terminologi yang kompleks dan tidak pasti sehingga masih banyak terdapat pengertian tentang kerentanan tergantung pada lingkup penelitian (Olmos, 2001; Fussel, 2007). Kerentanan (*vulnerability*) adalah suatu kondisi yang dipengaruhi oleh proses fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan yang dapat meningkatkan resiko terhadap dampak bahaya (Herawaty & Santoso, 2007).

Kerentanan adalah suatu keadaan penurunan ketahanan akibat pengaruh banjir yang mengancam kehidupan, mata pencaharian, sumber daya alam, infrastruktur, produktivitas ekonomi, dan kesejahteraan. Hubungan antara bencana dan kerentanan menghasilkan suatu kondisi resiko, apabila kondisi tersebut tidak dikelola dengan baik (Wignyosukarto, 2007). Berdasarkan BAKORNAS PB 2007, bahwa kerentanan (*Vulnerability*) adalah sekumpulan kondisi atau suatu akibat keadaan (faktor fisik, ekonomi, sosial, dan lingkungan) yang berpengaruh buruk terhadap upaya-upaya pencegahan dan penanggulangan bencana.

Kerentanan ditujukan pada upaya identifikasi dampak terjadinya bencana berupa jatuhnya korban jiwa maupun kerugian ekonomi dalam jangka pendek, terdiri dari hancurnya pemukiman infrastruktur, sarana dan prasarana serta bangunan lainnya, maupun kerugian ekonomi jangka panjang berupa terganggunya roda perekonomian akibat trauma maupun akibat kerusakan sumberdaya alam lainnya. Kerentanan (*vulnerability*) adalah kondisi-kondisi yang ditentukan oleh faktor-faktor atau proses-proses fisik, sosial, ekonomi, dan

lingkungan yang meningkatkan kecenderungan (susceptibility) sebuah komunitas terhadap dampak bahaya (ISDR, 2004 dalam MPBI, 2007).

Kerentanan (*vulnerability*) adalah tingkatan suatu sistem yang rentan terhadap dan mampu mengatasi efek dari perubahan iklim, termasuk variabilitas iklim dan ekstrem. Kerentanan merupakan fungsi dari karakter, jarak dan laju perubahan iklim dan variasi sistem yang terbuka, kepekaan dan kapasitas adaptif (IPCC, 2007). Kerentanan adalah sekumpulan kondisi dan atau suatu akibat keadaan (faktor fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan) yang berpengaruh buruk terhadap upaya-upaya pencegahan dan penanggulangan bencana (Bakornas PB, 2009). Bila suatu bahaya merupakan suatu fenomena atau kondisi yang sulit diubah maka kerentanan masyarakat relative dapat diubah. Oleh karena itu pengurangan resiko bencana dapat dilakukan dengan cara memperkecil kerentanan. Kerentanan dikaitkan dengan kemampuan manusia untuk melindungi dirinya dan kemampuan untuk menanggulangi dirinya dari dampak bahaya/bencana alam tanpa bantuan dari luar. Kompleksitas arti kerentanan bencana maka dapat didefinisikan dan dijabarkan kriteria kerentanan bencana berdasarkan pada karakteristik dampak yang ditimbulkan pada obyek tertentu. Kerentanan, ketangguhan, kapasitas, dan kemampuan merespon dalam situasi darurat, bisa diimplementasikan baik pada level individu, keluarga, masyarakat dan institusi (Sunarti, 2009). Faktor-faktor kerentanan meliputi (Bakornas PB, 2007) :

a) Kerentanan fisik:

Prasarana dasar, konstruksi, bangunan

b) Kerentanan ekonomi: Kemiskinan, penghasilan, nutrisi

c) Kerentanan sosial:

Pendidikan, kesehatan, politik, hukum, kelembagaan

d) Kerentanan lingkungan:

Tanah, air, tanaman, hutan, lautan Jenis bencana alam yang tidak bisa dikontrol dan dicegah manusia, besarnya resiko dan dampak bencana selain dipengaruhi oleh besarnya bahaya (termasuk bahaya ikutan karena kerentanan yang bersifat fisik), juga dipengaruhi oleh ketangguhan manusia dalam meminimalkan resiko sebelum bencana, dalam mengelola resiko pada saat bencana, dan mengelola resiko setelah terjadinya bencana (Sunarti, 2009).

Kerentanan lebih menekankan aspek manusia di tingkat komunitas yang langsung berhadapan dengan ancaman (bahaya) sehingga kerentanan menjadi faktor utama dalam suatu tatanan sosial yang memiliki risiko bencana lebih tinggi apabila tidak di dukung oleh kemampuan (capacity) seperti kurangnya pendidikan dan pengetahuan, kemiskinan, kondisi sosial, dan kelompok rentan yang meliputi lansia, balita, ibu hamil dan cacat fisik atau mental. Kapasitas (capacity) adalah suatu kombinasi semua kekuatan dan sumberdaya yang tersedia di dalam sebuah komunitas, masyarakat atau lembaga yang dapat mengurangi tingkat risiko atau dampak suatu bencana (ISDR, 2004 dalam MPBI, 2007). Secara garis besar kerentanan merupakan kondisi dimana sistem tidak dapat menyesuaikan dengan dampak dari suatu perubahan (Olmos 2001; Fussel 2007). Kerentanan berbeda secara temporal dan spasial (Olmos 2001; IPCC 2001). Kerentanan dalam konteks sosial merupakan fungsi dari paparan (*exposure*), daya adaptasi (*adaptive*

capability) dan sensitivitas (Herawaty & Santoso, 2007). Konsep penilaian kerentanan ini dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Pada Gambar 2.2 terlihat bahwa suatu sistem baik alam maupun sosial akan dipaparkan sehingga terjadi perubahan ekosistem dan sosial. Dalam menghadapi perubahan tersebut, respon dari suatu sistem berbeda tergantung pada kepekaan dan kemampuan adaptasi. Kepekaan sistem merupakan kondisi dimana sistem akan merespon dampak dari perubahan tersebut. Sedangkan kemampuan adaptasi merupakan kondisi dimana suatu sistem akan mampu untuk menyesuaikan dengan perubahan tersebut. Apabila kemampuan adaptasi sistem rendah, sedangkan kepekaanya tinggi maka akan terjadi kerentanan. Dengan kata lain, kerentanan merupakan sisa dari dampak perubahan.

IPCC (2001) menyatakan bahwa kerentanan dikarakterisasikan atas tiga komponen, yaitu keterpaparan, kepekaan (sensivitas) dan kemampuan adaptasi.

Dirumuskan sebagai berikut :

$$V = f(E, S, AC) \dots\dots\dots (1.1)$$

or

$$V = f(PI, AC) \dots\dots\dots (1.2)$$

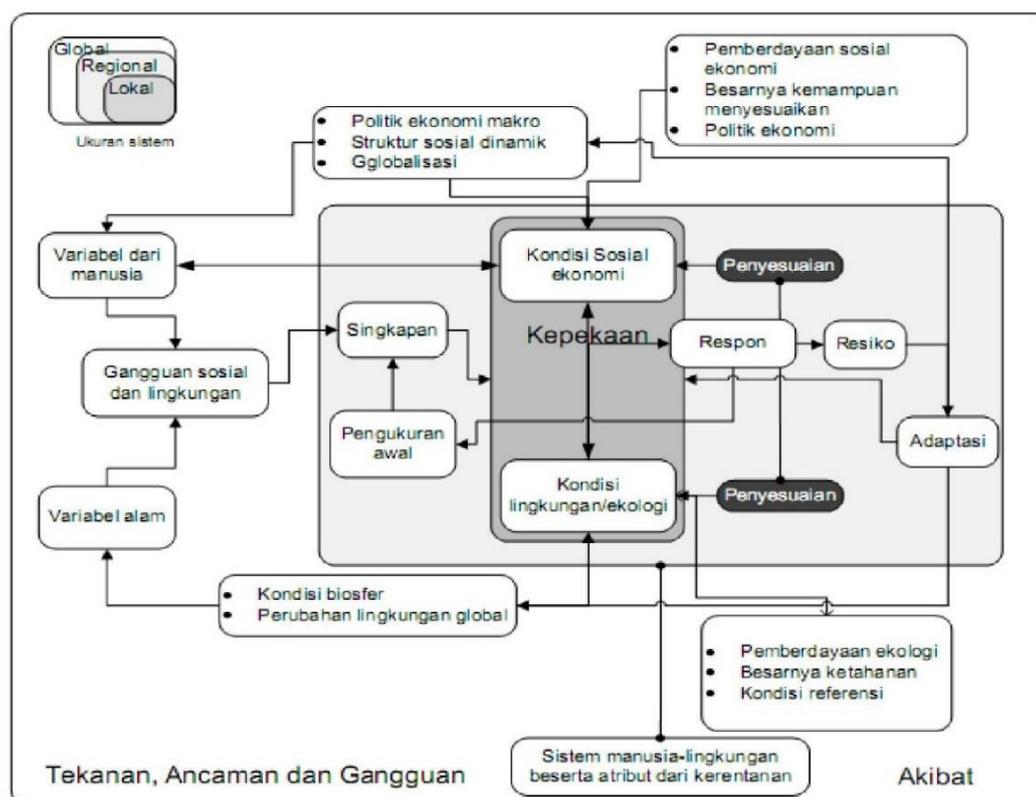
Dimana: V = vulnerability/kerentanan

E = exposure/paparan

S = sensitivity/kepekaan sistem

AC = adaptive capacity/kemampuan adaptasi

PI = Potential Impact/dampak potensial



Gambar 2.2 Konsep Penelitian Kerentanan (Sumber : Kasperson dkk, 2005)

Keterpaparan (Exposure) merupakan derajat/besarnya suatu sistem tersebut disingkap atau dibuka atas terjadinya perubahan iklim atau ekosistem (IPCC 2001; O'Brien *et al.* 2004). O'Brien *et al.* (2004) menilai keterpaparan dari perubahan iklim dan globalisasi. Perubahan iklim dilakukan dengan skenario proyeksi iklim dengan model GCMs. Yusuf dan Fransisco (2009) menilai keterpaparan dari intensitas terjadinya bencana iklim yang telah terjadi. Kerentanan merupakan suatu kondisi masyarakat yang mengarah atau menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bahaya (BAKORNAS PB, 2007). Menurut IPCC (2001), komponen pembentuk kerentanan terdiri dari tiga faktor, yaitu tingkat keterpaparan

(*exposure*), tingkat sensitivitas (*sensitivity*) dan kemampuan adaptasi (*adaptive capacity*). Penjelasan dari masing-masing faktor kerentanan adalah:

a) Tingkat Keterpaparan (*Exposure*) , menunjukkan derajat atau besarnya peluang suatu sistem untuk kontak dengan gangguan (Adger dan Kasperson, dalam Boer, dkk. (2013). Menurut Boer, dkk. (2013) tingkat keterpaparan dapat diidentifikasi melalui data tentang topografi dan kemiringan untuk menggambarkan kondisi eksisting, atau besar peluang fasilitas infrastruktur, permukiman dan sumber kehidupan dari lokasi bencana seperti garis pantai (rob), tebing (longsor) dan cekungan (banjir). Penggunaan data geospasial untuk mengukur nilai indikator keterpaparan sangat penting.

b) Tingkat Sensitivitas (*Sensitivity*) adalah kondisi internal suatu sistem yang menunjukkan tingkat kerentanannya terhadap gangguan (IPCC, 2001). Contoh data untuk mengidentifikasi tingkat sensitivitas adalah akses masyarakat terhadap air bersih, serta laju produksi sampah dan kemampuan pengelolaannya (Boer, dkk., 2013).

c) Kapasitas Adaptasi (*Adaptive Capacity*) adalah potensi atau kemampuan sistem, wilayah atau masyarakat untuk beradaptasi dengan efek atau dampak yang timbul dari perubahan iklim (IPCC, 2001). Boer, dkk. (2013) berpendapat bahwa tingkat pendapatan per kapita serta keberadaan dan kekuatan kelembagaan masyarakat, dapat menjadi indikator yang lebih efektif dalam menunjukkan kemampuan adaptasi suatu sistem.

Kepekaan (*Sensitivity*) merupakan tingkat dimana sebuah sistem akan dipengaruhi oleh perubahan iklim atau ekosistem. Nilai 1 menunjukkan sistem

peka dan nilai 0 apabila tidak peka. Kemampuan adaptasi (Adaptive Capacity)

merupakan kemampuan sistem untuk merespon dampak dari perubahan iklim.

Kepekaan dan kemampuan adaptasi dikarakterisasikan atas lima aspek kehidupan, yaitu alam, fisik/teknologi, SDM, sosial dan ekonomi (Thow & Mark 2008; Yusuf & Fransisco 2009).

2.5 Strategi Adaptasi Perubahan Iklim

Adaptasi terhadap perubahan iklim merupakan proses yang terjadi secara alamiah yang dilakukan oleh manusia dan makhluk hidup lain dalam habitat dan ekosistemnya sebagai sebuah reaksi atas perubahan yang terjadi. Menurut definisi UNDP yang dikutip UNEP (2008), adaptasi adalah *“a process by which strategies aiming to moderate, cope with, and take advantage of the consequences of climate events are enhanced, developed and implemented.”* Di dalam laporan tersebut juga menyertakan 4 prinsip dalam proses adaptasi perubahan iklim yaitu; menempatkan adaptasi dalam konteks pembangunan, membangun pengalaman beradaptasi untuk mengantisipasi variabilitas perubahan iklim, memahami bahwa adaptasi berlangsung dalam level yang berbeda, khususnya di level lokal dan memahami bahwa adaptasi adalah proses yang terus berjalan.

Lebih lanjut, menurut UNEP (2008), untuk mencapai tujuan dari adaptasi di atas, perlu langkah-langkah strategis sehingga tepat sasaran dan meminimalkan kerugian dari perubahan iklim. Langkah-langkah adaptasi terhadap perubahan iklim tersebut meliputi:

- 1) Mendapatkan orang dan pihak yang tepat untuk terlibat dalam proses partisipatif. Hal ini didasari pada adaptasi perubahan iklim yang harus

dilakukan secara terintegrasi dalam rencana dan program pembangunan.

Dengan demikian, orang dan pihak yang terlibat; misalnya pemerintah, industri, masyarakat adat, masyarakat pesisir, NGOs; perlu duduk bersama membicarakan langkah-langkah yang ditempuh untuk beradaptasi dengan perubahan iklim dan menghasilkan keputusan melalui proses yang komprehensif.

- 2) Mengidentifikasi kerentanan, meliputi risiko saat ini dan risiko potensial yang mungkin ditimbulkan. Setelah menentukan orang dan pihak terkait, langkah berikutnya adalah mengidentifikasi risiko dan ancaman perubahan iklim, baik risiko saat ini maupun risiko jangka panjang.
- 3) Penilaian kapasitas adaptasi. Hal ini berkaitan dengan properti yang dimiliki oleh pihak-pihak terkait dalam proses adaptasi untuk menyesuaikan diri dengan perubahan iklim. Penilaian kapasitas adaptasi ini penting untuk mengurangi risiko akibat perubahan iklim.
- 4) Mengidentifikasi pilihan-pilihan adaptasi. Langkah berikutnya adalah mengidentifikasi pilihan-pilihan adaptasi yang mungkin dilakukan berdasarkan analisis risiko dan penilaian kapasitas adaptasi.
- 5) Mengevaluasi pilihan. Jika pilihan-pilihan adaptasi sudah teridentifikasi, maka opsi-opsi tersebut perlu dipilih berdasarkan efektivitas, kemudahan dalam implementasi, penerimaan dari masyarakat lokal, dukungan dari ahli dan dampak sosial yang ditimbulkan.
- 6) Implementasi. Tahap implementasi adalah tahap pelaksanaan pilihan adaptasi yang telah diputuskan untuk diambil dalam menyesuaikan diri dengan perubahan iklim.

7) Monitor dan mengevaluasi adaptasi. Tahap terakhir adalah monitor pelaksanaan implementasi dan melakukan evaluasi atas pilihan adaptasi.

Karena proses adaptasi adalah proses yang terus berjalan, dipenuhi dengan variabilitas dan cost yang ditimbulkan sulit untuk diperhitungkan/diprediksi, maka monitor dan evaluasi pilihan adaptasi perlu dilakukan.

Adaptasi perubahan iklim didefinisikan sebagai penyesuaian secara alamiah maupun oleh sistem manusia dalam merespon stimuli iklim aktual atau yang diperkirakan dan dampaknya, menjadi ancaman yang moderat atau memanfaatkan peluang yang menguntungkan (IPCC, 2001). Kapasitas adaptasi adalah kemampuan suatu sistem untuk menyesuaikan dengan perubahan iklim (termasuk variabilitas iklim dan kejadian ekstrim) ke tingkat potensi kerusakan yang moderat, untuk mengambil keuntungan peluang, atau menanggulangi konsekuensi yang diakibatkannya. Dikenal beberapa jenis atau bentuk dari adaptasi:

- a) Adaptasi proaktif, yaitu adaptasi yang dilakukan sebelum dampak perubahan iklim teramati.
- b) Adaptasi otonom atau adaptasi yang spontan dilakukan bukan untuk merespon perubahan iklim namun karena didorong oleh perubahan sistem ekologis dan akibat kegiatan ekonomi manusia.
- c) Adaptasi yang direncanakan, yaitu adaptasi yang dilakukan sebagai hasil dari kebijakan yang sengaja dibuat untuk merespon perubahan tersebut. Pada dasarnya adaptasi ini merupakan cerminan dari kesadaran.

- d) Adaptasi privat, yaitu adaptasi yang diinisiasi dan dilakukan oleh individu, rumah tangga atau pelaku usaha yang didasari oleh pertimbangan rasional dari kepentingan pribadi mereka.
- e) Adaptasi publik, yaitu adaptasi yang diinisiasi dan dilaksanakan oleh seluruh level pemerintah (pusat, provinsi, kota/kabupaten). Adaptasi ini merupakan cerminan dari kebutuhan bersama (kolektif).
- f) Adaptasi reaktif, yaitu adaptasi yang dilakukan setelah dampak perubahan iklim terjadi atau teramati.

Adaptasi menurut Hardesty (1997) adalah "*Adaptation is the process through which beneficial relationships are established and maintained between an organism and its environment*". Sementara itu para ahli ekologi budaya (cultural ecologists) mendefinisikan bahwa adaptasi adalah suatu strategi penyesuaian diri yang digunakan manusia selama hidupnya untuk merespon terhadap perubahan-perubahan lingkungan dan sosial (Alland 1995). Kerangka konsep adaptasi, secara teoritis dapat dikemukakan bahwa masyarakat akan selalu merespon perubahan-perubahan lingkungan yang terjadi sebagai perwujudan adaptasinya terhadap lingkungan. Strategi adaptasi perubahan iklim yang nantinya juga bergantung pada jenis dan besaran dampak yang ditimbulkan akibat perubahan lingkungan yang terjadi. Konsep-konsep kunci dalam kajian kerentanan masyarakat adalah perilaku adaptif (*adaptive behavior*), tindakan strategis (*strategic action*) dan strategi adaptasi (*adaptive strategy*). Perilaku adaptif menunjukkan bentuk perilaku menyesuaikan cara-cara pada tujuan, mencapai kepuasan, melakukan pilihan-pilihan secara aktif maupun pasif. Tindakan strategis lebih spesifik menunjuk pada perilaku aktif yang dirancang untuk mencapai tujuan.

Sedangkan strategi adaptasi menunjuk pada tindakan spesifik yang dipilih oleh individu dalam proses pengambilan keputusan dengan suatu derajat keberhasilan yang dapat diperkirakan (Bates 2001). Indonesia sekarang ini sudah rentan terhadap risiko bencana alam, seperti banjir, longsor, erosi, badai tropis, kekeringan, dan akan menghadapi risiko yang lebih besar lagi ke depan akibat perubahan iklim. Oleh karena itu, adaptasi perubahan iklim harus diimplementasikan dalam kerangka pembangunan berkelanjutan dengan mengintegrasikan aspek ekonomi, sosial, dan ekologi.

Agenda adaptasi perubahan iklim difokuskan pada area yang rentan terhadap perubahan iklim, yakni sumber daya air, pertanian, perikanan, pesisir dan laut, infrastruktur dan pemukiman, kesehatan, dan kehutanan. Sunil (dalam Hardoyo, dkk, 2011 : 8) mendefinisikan adaptasi dalam ketidak pastian lingkungan dan bencana sebagai penanganan terhadap dampak yang tidak dapat dihindari dalam perubahan lingkungan. Adaptasi menyertakan penyesuaian diri dalam bersikap terhadap kondisi yang tidak menentu. Adaptasi sangat dipengaruhi oleh kondisi sosial ekonomi dan ekologi tertentu. Di dalam perubahan lingkungan yang terjadi di wilayah DAS, konsep adaptasi mengacu pada strategi: (1) perlindungan terhadap wilayah daratan dari lautan, sehingga penggunaan lahan dan tempat tinggal terus berlanjut (2) akomodasi yaitu melakukan penyesuaian diri terhadap lingkungannya; dan (3) strategi menghindar atau migrasi yaitu meninggalkan wilayah ke daerah lain yang lebih aman. Adaptasi meminimalisir kerugian sosio-ekonomi yang disebabkan oleh perubahan iklim.

Adaptasi dapat dilakukan melalui perbaikan system pada sumber-sumber yang terkena dampak atau melalui resiko yang mungkin terjadi. Penggunaan

teknologi baru merupakan suatu bentuk kegiatan dalam strategi adaptasi. Adaptasi dan perubahan adalah dua sisi mata uang yang tidak terpisahkan bagi makhluk hidup. Adaptasi berlaku bagi setiap makhluk hidup dalam menjalani hidup dalam kondisi lingkungan yang senantiasa berubah. Bennet (1976) dan Pandey (1993) memandang adaptasi sebagai suatu perilaku responsif manusia terhadap perubahan-perubahan lingkungan yang terjadi. Perilaku responsif tersebut memungkinkan mereka dapat menata sistem-sistem tertentu bagi tindakan atau tingkah lakunya, agar dapat menyesuaikan diri dengan situasi dan kondisi yang ada. Perilaku tersebut di atas berkaitan dengan kebutuhan hidup, setelah sebelumnya melewati keadaan-keadaan tertentu dan kemudian membangun suatu strategi serta keputusan tertentu untuk menghadapi keadaan-keadaan selanjutnya. Dengan demikian, adaptasi merupakan suatu strategi yang digunakan oleh manusia dalam masa hidupnya guna mengantisipasi perubahan lingkungan baik fisik maupun sosial (Alland 1975; Barlett 1980). Sebagai suatu proses perubahan, adaptasi dapat berakhir dengan sesuatu yang diharapkan atau tidak diharapkan. Oleh karenanya, adaptasi merupakan suatu sistem interaksi yang berlangsung terus antara manusia dengan manusia, dan antara manusia dengan ekosistemnya. Dengan demikian, tingkah laku manusia dapat mengubah suatu lingkungan atau sebaliknya, lingkungan yang berubah memerlukan suatu adaptasi yang selalu dapat diperbaharui agar manusia dapat bertahan dan melangsungkan kehidupan di lingkungan tempat tinggalnya (Bennett 1976 dalam Satria dan Helmi, 2012).

Pendekatan terintegrasi untuk mengelola risiko bencana iklim suatu wilayah merupakan kombinasi dari tindakan-tindakan pengelolaan risiko iklim baik

yang bersifat struktural maupun non-struktural (Brody et al., 2009). Karakteristik dari pendekatan struktural untuk mengurangi risiko bencana iklim adalah fokus pada aspek teknis (*engineering*), pendekatan fisik, dan penekanan pada aspek bahaya (*hazard*). Karakteristik dari pendekatan non-struktural untuk mengurangi risiko bencana iklim adalah berfokus pada aspek non-teknis (sosial budaya), berfokus pada orang, dan penekanan pada aspek kerentanan (*vulnerability*).

2.6 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah sebuah kawasan yang dibatasi oleh pemisah topografis yang menampung, menyimpan, dan mengalirkan curah hujan yang jatuh di atasnya ke sungai utama yang bermuara ke danau atau lautan. Pemisah topografis adalah punggung bukit dan pemisah bawah berupa batuan (UU PSDA, 2004). Dalam sebuah DAS terdapat keterkaitan dan ketergantungan antara berbagai komponen ekosistem (vegetasi, tanah, dan air) dan antara berbagai bagian dan lokasi (hulu dan hilir).

Daerah Aliran Sungai merupakan wilayah yang dibatasi oleh topografi dimana air yang berada di wilayah tersebut akan mengalir ke outlet sungai utama hingga ke hilir. Sandy (1996) dalam Kusumawardani (2009) mendefinisikan DAS sebagai bagian dari permukaan bumi yang airnya mengalir kedalam sungai apabila hujan jatuh. Selain itu menurutnya, sebuah pulau selamanya akan terbagi habis ke dalam area-area aliran sungai. Komponen yang terdapat dalam DAS terdiri dari komponen fisik, kimia, dan biologi. Komponen fisik mencakup kondisi geografis DAS yang bersangkutan sedangkan kondisi kimia lebih menitikberatkan kepada kondisi daripada air sungai. Komponen biologi dilihat dari keragaman makhluk hidup

termasuk manusia yang ada dalam DAS yang memiliki andil terhadap perubahan-perubahan yang terjadi dalam sistem DAS. DAS memiliki fungsi yang sangat penting bagi kehidupan. Karena dalam DAS terdapat suatu sistem yang berjalan dan terdiri dari berbagai komponen.

DAS dapat dibagi menjadi tiga bagian menurut pengelolaannya, yaitu DAS bagian hulu, tengah, dan hilir. DAS di bagian hulu amat penting sebagai penyimpan air, penyedia air untuk industri, potensi pembangkit listrik, dan yang tak kalah penting sebagai penyeimbang ekologis di dalam system DAS. DAS bagian tengah merupakan wilayah dimana adanya permukiman serta kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh manusia. Sementara di bagian hilir banyak terdapat lokasi-lokasi industri. Penggunaan tanah sebagai pencerminan aktivitas penduduk akan memengaruhi kondisi suatu DAS sehingga bisa berpengaruh terhadap kualitas serta kuantitas air sungai yang ada (Kusumawardani, 2009).

Menurut Asdak (2006), ekosistem DAS biasanya dibagi menjadi daerah hulu, tengah, dan hilir. Secara biogeofisik, daerah hulu merupakan daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi, merupakan daerah dengan kemiringan lereng lebih besar dari 15%, bukan daerah banjir, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase, dan jenis vegetasi umumnya tegakan hutan. Daerah hilir DAS merupakan daerah pemanfaatan, daerah dengan kemiringan lereng kecil (kurang dari 8%), pada beberapa tempat merupakan daerah banjir, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi, dan jenis vegetasi didominasi hutan pinus dan perkebunan rakyat. DAS bagian tengah merupakan daerah transisi dari kedua karakteristik biogeofisik DAS yang berbeda tersebut di atas. DAS sebagai suatu ekosistem, tempat unsur organisme dan

lingkungan biofisik serta unsur kimia berinteraksi secara dinamis dan di dalamnya terdapat keseimbangan inflow dan outflow dari material dan energi.

Ekosistem DAS, terutama DAS bagian hulu merupakan bagian yang penting karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap keseluruhan bagian DAS, seperti fungsi tata air, sehingga perencanaan DAS bagian hulu sering kali menjadi fokus perhatian mengingat bagian hulu dan hilir mempunyai keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi. Ekosistem DAS Garang memiliki nilai ekologi, sosio-kultural dan ekonomi untuk kehidupan manusia dan tidak bisa dipisahkan secara ekologi dari area ekosistem sekitarnya.

Pengelolaan DAS Terpadu pada dasarnya merupakan bentuk pengelolaan yang bersifat partisipatif dari berbagai pihak yang berkepentingan dalam memanfaatkan dan konservasi sumberdaya alam pada tingkat DAS. Pengelolaan partisipatif ini mempersyaratkan adanya rasa saling mempercayai, keterbukaan, rasa tanggung jawab, dan mempunyai rasa ketergantungan (*interdependency*) di antara sesama stakeholder. Demikian pula masing-masing stakeholder harus jelas kedudukan dan tanggung jawab yang harus diperankan. Hal lain yang cukup penting dalam pengelolaan DAS terpadu adalah adanya distribusi pembiayaan dan keuntungan yang proporsional di antara pihak - pihak yang berkepentingan. Dalam melaksanakan pengelolaan DAS, tujuan dan sasaran yang diinginkan harus dinyatakan dengan jelas.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 37 tahun 2012 tentang Pengelolaan DAS dijelaskan bahwa tujuan umum pengelolaan DAS terpadu adalah :

- 1) Terselenggaranya koordinasi, keterpaduan, keserasian dalam perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, monitoring dan evaluasi DAS.
- 2) Terkendalinya hubungan timbal balik sumberdaya alam dan lingkungan DAS dengan kegiatan manusia guna kelestarian fungsi lingkungan dan kesejahteraan masyarakat.

Sasaran pengelolaan DAS yang ingin dicapai pada dasarnya adalah:

- 1) Terciptanya kondisi hidrologis DAS yang optimal.
- 2) Meningkatkan produktivitas lahan yang diikuti oleh perbaikan kesejahteraan masyarakat.
- 3) Tertata dan berkembangnya kelembagaan formal dan informal masyarakat dalam penyelenggaraan pengelolaan DAS dan konservasi tanah.
- 4) Meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam penyelenggaraan pengelolaan DAS secara berkelanjutan.
- 5) Terwujudnya pembangunan yang berkelanjutan, berwawasan lingkungan dan berkeadilan.

Oleh karena itu, perumusan program dan kegiatan pengelolaan DAS selain harus mengarah pada pencapaian tujuan dan sasaran perlu pula disesuaikan dengan permasalahan yang dihadapi dengan mempertimbangkan adanya pergeseran paradigma dalam pengelolaan DAS, karakteristik biogeofisik dan sosekbud DAS, peraturan dan perundangan yang berlaku serta prinsip-prinsip.

Penilaian kepekaan dan daya dukung sistem hidrologi DAS akibat perubahan penggunaan lahan dapat dilakukan dalam tiga tahapan berikut: (i) pengembangan skenario perubahan penggunaan lahan; (ii) simulasi hidrologi wilayah; dan (iii) evaluasi dampak dari variasi hidrologi yang dihasilkan sistem

sumber daya air yang meliputi aspek pengembangan dan pengelolaan serta menilai kinerja sistem akibat bencana seperti banjir dan kekeringan, operasi waduk, saluran, mutu air, serta berbagai isu lingkungan (Asdak, 2002:5).

Perubahan pola penggunaan lahan berdampak pada penurunan ketersediaan air wilayah akibat meningkatnya fluktuasi musiman dengan gejala banjir dan kekeringan yang semakin ekstrim, dan ukuran DAS serta kapasitas sistem *storage* DAS, baik di permukaan (tanaman, sawah, rawa, danau/waduk, dan sungai) maupun dibawah permukaan (lapisan tanah dan air bumi), akan merupakan faktor dominan yang menentukan kerentanan dan daya dukung sistem sumber daya air wilayah terhadap perubahan iklim. Dalam kaitan ini perubahan paradigma dari pengelolaan sumber daya air dari *blue water* menjadi *green water* menjadi relevan saat ini (Pawitan, 2008).

Pengelolaan DAS adalah upaya dalam mengelola hubungan timbal balik antar sumberdaya alam terutama vegetasi, tanah dan air dengan sumberdaya manusia di DAS dan segala aktivitasnya untuk mendapatkan manfaat ekonomi dan jasa lingkungan bagi kepentingan pembangunan dan kelestarian ekosistem DAS. Pengelolaan DAS pada prinsipnya adalah pengaturan tata guna lahan atau optimalisasi penggunaan lahan untuk berbagai kepentingan secara rasional serta praktek lainnya yang ramah lingkungan sehingga dapat dinilai dengan indikator kunci (*ultimate indicator*) kuantitas, kualitas dan kontinuitas aliran sungai pada titik pengeluaran (*outlet*) DAS. Jadi salah satu karakteristik suatu DAS adalah adanya keterkaitan biofisik antara daerah hulu dengan daerah hilir melalui daur hidrologi (Dephut, 2008).

Menurut Lestariya (2005) pengelolaan DAS bersifat multidisiplin dan lintas sektoral maka dalam pelaksanaan sistem perencanaan pengelolaan DAS perlu diterapkan azas *One River One Plan*, yaitu suatu perencanaan terpadu dengan memperhatikan kejelasan keterkaitan antar sektor pada tingkat daerah/wilayah dan nasional serta kesinambungannya. Selain itu pelaksanaan pengelolaan DAS umumnya melalui tiga upaya pokok (Asdak, 2002:5):

- 1) Pengelolaan tanah melalui usaha konservasi tanah dalam arti luas;
- 2) Pengelolaan sumber daya air melalui usaha perlindungan sumber daya air;
- 3) Pengelolaan hutan, khususnya hutan lindung.

Kegiatan pengelolaan DAS juga dihubungkan dengan kelestarian sumber daya air, yaitu:

- a) Kuantitatif: memperbesar suplai ke dalam tanah sehingga menambah tampungan air tanah dan meningkatkan suplai air tanah ke alur sungai yang berdampak mengurangi fluktuasi debit limpasan;
- b) Kualitatif: mengurangi kandungan material tersuspensi aliran sungai (*suspended load*). Sebagai akibat bertambah besarnya air hujan yang masuk ke dalam tanah sehingga pengikisan permukaan berkurang; Dampak lain dari pengelolaan DAS yang baik adalah peningkatan produktivitas lahan karena peningkatan resapan air hujan ke dalam tanah akan menambah kadar lengas tanah (*soil moisture*) yang selain akan memperbesar ketersediaan air juga meningkatkan proses disintegrasi dan dekomposisi *regolith* dan batuan induk yang berakibat meningkatnya unsur mineral dan unsur hara tanah yang dibutuhkan dalam proses pertumbuhan tanaman.

Kelebihan menggunakan pendekatan DAS, antara lain: a) pendekatan DAS lebih holistik dan dapat digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara faktor biofisik dan sosial ekonomi lebih cepat dan lebih mudah; b) DAS mempunyai batas alam yang jelas di lapangan. Batas DAS adalah bentang alam (bio-region/kawasan geografis kehidupan) yang interdependensi sebagai suatu sistem yang utuh dan ditandai dengan kemampuan DAS dalam mewujudkan fungsi sosial, ekonomi dan lingkungan; c) DAS mempunyai keterkaitan biogeofisik yang sangat kuat antara hulu dan hilir sehingga mampu menggambarkan perilaku air akibat perubahan karakteristik landscape. Selain itu, adanya suatu outlet dimana air akan terakumulasi, sehingga aliran air dapat ditelusuri. Mawardi (2010) menyatakan bahwa indikator kerusakan DAS dapat ditandai oleh perubahan perilaku hidrologi, seperti tingginya frekuensi kejadian banjir (puncak aliran) dan meningkatnya proses erosi dan sedimentasi serta penurunan kualitas air. Upaya penanganan dalam pengelolaan Daerah Aliran Sungai diantaranya melalui penerapan kebijakan dalam pengelolaan lingkungan hidup, pencegahan alih fungsi lahan, rehabilitasi hutan dan lahan serta pengaturan kelambagaan dalam pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Mawardi, 2010).

2.7 Sistem Informasi Geografi

Sistem Informasi Geografi (SIG) mulai dikenal pada awal tahun 1980-an. SIG merupakan suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis dan sumber daya manusia yang bekerja bersama secara efektif untuk mengumpulkan, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa, dan menampilkan data dalam

suatu informasi berbasis geografis (Puntodewo dkk, 2003). SIG sangat berguna untuk berbagai kalangan dalam menjelaskan kejadian, merencanakan strategi, dan memprediksi apa yang akan terjadi.

Wibowo (2004) menyatakan bahwa SIG mempunyai tiga kemampuan utama yaitu: 1) pemetaan; 2) manajemen basis data; 3) analisa spasial.

Kemampuan pemetaan merupakan kemampuan SIG untuk membuat, merubah dan menyajikan peta. Dengan kemampuan ini pengguna dapat menyajikan informasi dalam bentuk peta. Kemampuan basis data adalah kemampuan untuk mengelola data tabular yaitu data yang mendeskripsikan obyek-obyek dalam peta.

SIG mempunyai kelebihan untuk mengintegrasikan peta dan data tabular (atribut).

Kemampuan analisis spasial merupakan kelebihan SIG dibanding sistem informasi lain. Kemampuan ini memungkinkan pengguna untuk melakukan berbagai analisis secara spasial. Kemampuan SIG dalam melakukan analisis spasial diklasifikasikan menjadi lima fungsi yaitu: fungsi pengukuran, query spasial dan klasifikasi, fungsi tumpang tindih (overlay), fungsi ketetanggaan (neighbourhood), fungsi jaring (network) serta analisis tiga dimensi.

Teknologi SIG telah digunakan dalam analisis untuk pemetaan diantaranya dilakukan oleh Asy-Syakur (2011) yang menggunakan SIG untuk mengetahui perubahan penggunaan lahan di Provinsi Bali. Chen et al (2010) menggunakan SIG untuk melakukan evaluasi terhadap kerentanan ekologi pegunungan di Cina dengan mengklasifikasikan tingkat kerentanan menjadi tinggi sampai rendah.

Yusuf dan Fransisco (2009) dalam studi pemetaan kerentanan terhadap perubahan iklim di Asia Tenggara juga menggunakan SIG untuk memetakan provinsi/daerah yang mengalami kerentanan terhadap perubahan iklim.

2.8 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Proses Hirarki Analisis merupakan salah satu metoda pengambilan keputusan (Analytical Hierarchy Process / AHP) pertama kali dikembangkan oleh Thomas L. Saaty, seorang ahli matematika dari Universitas Pittsburgh, Amerika Serikat pada tahun 1970-an. Proses hirarki analisis pada dasarnya dirancang untuk menangkap secara rasional persepsi orang yang berhubungan erat dengan permasalahan tertentu melalui prosedur untuk sampai pada suatu skala preferensi diantara berbagai alternatif. Analisis ini diterapkan untuk memecahkan masalah yang terukur (kuantitatif) maupun masalah yang memerlukan pendapat (judgement), atau pada situasi yang kompleks atau tidak berkerangka, pada situasi data atau informasi statistik sangat minim atau pada masa yang hanya bersifat kualitatif yang didasarkan oleh persepsi, pengalaman dan intuisi (Saaty, 1993).

Saaty (1993) menyatakan bahwa model AHP merupakan salah satu bentuk model pengambilan keputusan yang komprehensif dan memperhitungkan hal-hal yang bersifat kuantitatif dan kualitatif sekaligus. Model AHP memakai persepsi manusia yang dianggap ahli sebagai input utamanya. Suatu masalah yang tidak terstruktur dipecahkan kedalam kelompok-kelompok yang kemudian diatur menjadi hirarki. Dalam penerapannya suatu tujuan yang bersifat umum dijabarkan kedalam sub-sub tujuan, dilakukan dalam beberapa tahap sehingga diperoleh tujuan operasional. Proses hirarki analitis dikembangkan untuk memecahkan masalah kompleks dengan struktur masalah yang belum jelas, ketidakpastian persepsi pengambilan keputusan serta ketidakpastian tersedianya data statistik yang akurat. Proses hirarki analitis mempunyai kemampuan untuk memecahkan masalah yang meliputi objektif dan multi kriteria, berdasarkan

perbandingan preferensi dari setiap elemen dalam hirarki. AHP umumnya digunakan dengan tujuan untuk menyusun prioritas dari berbagai alternatif pilihan yang ada yang bersifat kompleks atau multi kriteria. Saaty (1993) menyatakan bahwa pembobotan dalam pembuatan keputusan multi kriteria dapat efektif dengan struktur hirarki dan *pairwise comparison*. Struktur hirarki memberikan beberapa keuntungan, antara lain: a) mewakili suatu sistem yang dapat menerangkan bagaimana prioritas pada level yang lebih tinggi dapat mempengaruhi prioritas pada level di bawahnya; b) memberikan informasi rinci mengenai struktur dan fungsi dari sistem pada level yang lebih rendah dan memberikan gambaran pada level yang lebih tinggi; c) sistem akan menjadi lebih efisien jika disusun dalam bentuk hirarki dibandingkan dalam bentuk lain; d) bersifat stabil dan fleksibel dalam arti penambahan elemen pada struktur yang telah tersusun baik tidak akan mengganggu penampilannya.

Pairwise comparison merupakan metode perbandingan berpasangan yang melibatkan perbandingan satu-satu dari setiap indikator (Mendoza *et al.* 1999). Metode ini memungkinkan pengguna untuk memberikan nilai bobot relatif dari multi kriteria secara intuitif. Metode ini merupakan metode yang lebih baik dibandingkan metode rating dan ranking, karena: a) metode ini mengukur ordinal dan kardinal pada kepentingan indikator yang berbeda; b) respon dari pakar lebih spesifik karena disadari pentingnya indikator dalam hubungannya dengan semua indikator; c) dapat dianalisis untuk kekonsistensinya sehingga membuat analisis lebih nyata dan akurat.

Secara umum tahapan AHP adalah sebagai berikut: a) perumusan masalah; b) penyusunan hirarki masalah; c) pembangunan matrik perbandingan; d) penghitungan bobot prioritas; e) penghitungan tingkat konsistensi. Identifikasi masalah setidaknya harus dapat merumuskan: 1) tujuan/sasaran yang ingin dicapai dalam pengambilan keputusan; 2) kriteria/sub kriteria yang dapat digunakan untuk menjelaskan dan mencapai tujuan; 3) alternatif-alternatif solusi terhadap permasalahan yang dihadapi.

Dalam Penentuan skala prioritas, pemilihan alternatif kebijakan Pengelolaan DAS yang digunakan adalah AHP dengan berbagai pertimbangan antara lain : fleksibel, sederhana, praktis dan mampu dipergunakan dalam menganalisis suatu masalah yang memiliki kriteria atau atribut yang kompleks. Lebih jauh aplikasi AHP telah terbukti berhasil dalam penyusunan rencana penggunaan lahan (*land use planning*) dan perencanaan kehutanan di Finlandia dan Kenya, sehingga diharapkan aplikasi AHP dalam Pengelolaan DAS akan mempunyai tingkat keberhasilan yang memadai.

Nurdin dkk (2007) menyatakan AHP dapat digunakan dalam analisis sistem kelembagaan dalam perencanaan dan strategi pengelolaan lahan kritis di DAS Bila. Hasil kajian menyatakan bahwa AHP dapat menentukan prioritas strategi yaitu peningkatan pengetahuan dan ketrampilan petani serta penggunaan sistem wanatani.

2.8 Penilaian Studi Terdahulu

Berdasarkan beberapa sumber informasi untuk melengkapi dan mendukung studi yang dibuat, dibawah ini merupakan kajian dari beberapa hasil studi terdahulu. Tabel yang disajikan sebagai berikut :

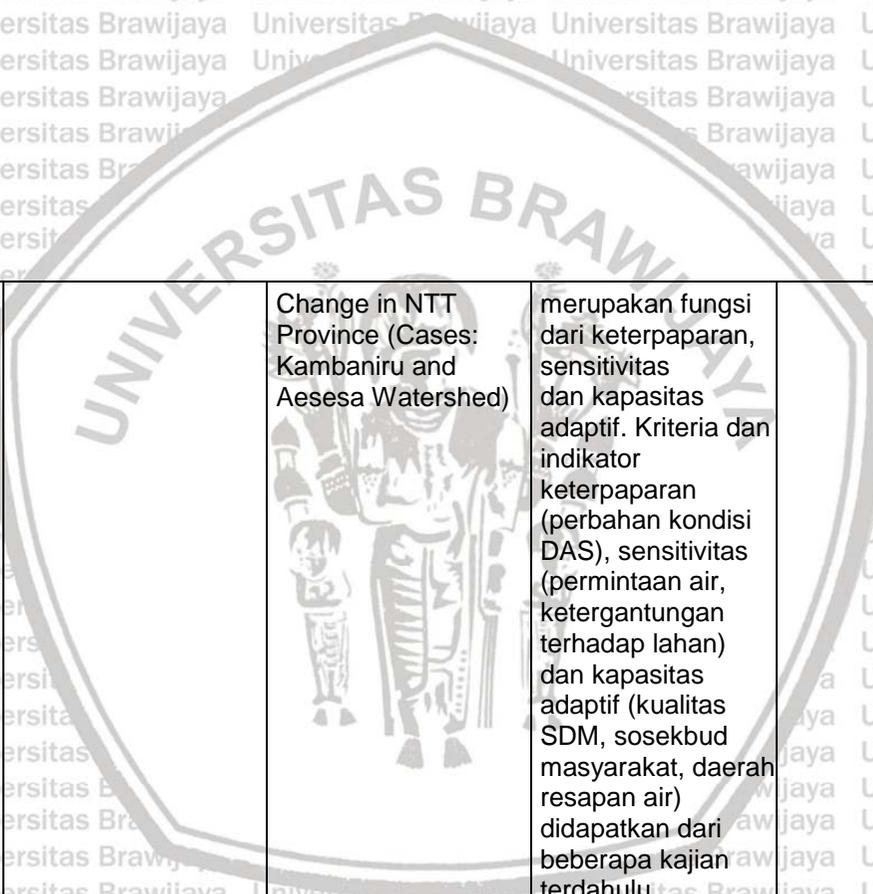


Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti/Penulis (Tahun)	Judul	Metodologi	Research/ Theory Gap	Temuan/hasil Saran
1	Muchtar Efendi (2012)	Kajian Tingkat Kerentanan Masyarakat terhadap Perubahan Iklim dan Strategi Adaptasi Berbasis Daerah Aliran Sungai: Studi Kasus Sub DAS Garang Hulu	Deskriptif-Eksploratif	Kerentanan masyarakat di Daerah Aliran Sungai (DAS) Garang	<ul style="list-style-type: none"> • Tingkat kerentanan merupakan hubungan positif dari kepekaan masyarakat dan paparan dan hubungan negatif dari kemampuan adaptasi masyarakat. • Kriteria kepekaan (sensitivitas) merupakan hal paling penting dibandingkan paparan dan kemampuan adaptasi dalam pemetaan kerentanan masyarakat terhadap perubahan iklim di Sub DAS Garang Hulu. • Tingkat kerentanan masyarakat di DAS Garang Hulu didominasi kategori rendah sampai sedang.
2	Rositasari dkk (2011)	Kajian dan Prediksi Kerentanan Pesisir terhadap Perubahan Iklim: Studi Kasus di Pesisir Cirebon	Deskriptif Kuantitatif	Prediksi Kerentanan Pesisir Cirebon terhadap perubahan iklim	<ul style="list-style-type: none"> • Perlu adanya perlindungan secara alamiah terhadap garis pantai Cirebon
3	Naylor dkk (2007).	Assessing risks of climate variability and climate change for Indonesian rice agriculture.	Deskriptif Kualitatif	Pola perubahan iklim di Indonesia	<ul style="list-style-type: none"> • Terjadi Perubahan iklim di Jawa dimana jumlah bulan hujan menjadi semakin pendek (4 bulan)

4	Swandayani (2010)	Pemetaan Kerentanan Masyarakat terhadap perubahan iklim dan adaptasi berbasis ekosistem	Kuantitatif dan kualitatif	Kerentanan masyarakat terhadap perubahan iklim di DAS Ciliwung dan strategi berbasis ekosistem	<ul style="list-style-type: none"> Tingkat kerentanan di DAS Ciliwung kategori agak rentan dan sedang pada bagian hulu, tengah dan hilir DAS
5	Niken Sakuntaladewi & Silviani	Kerentanan dan Upaya Adaptasi Masyarakat Pesisir terhadap Perubahan Iklim	Multivariate Analysis	Kerentanan Masyarakat Pesisir akibat perubahan Iklim	<ul style="list-style-type: none"> Perubahan iklim berdampak terhadap berbagai aktivitas kehidupan termasuk sektor kehutanan khususnya yang ada di wilayah pesisir pantai yang mengakibatkan tergenangnya daerah pantai dan menurunnya kualitas air. Pemahaman masyarakat pesisir terhadap perubahan iklim masih beragam dan fenomenal terhadap perubahan musim. Tingkat kerentanan masyarakat dipengaruhi oleh kemampuan untuk beradaptasi terhadap terjadinya perubahan musim. Masyarakat tidak selalu dapat melakukan adaptasi sendiri. Dukungan dari pemerintah dan LSM diperlukan untuk menjadikan mereka mampu beradaptasi terhadap perubahan iklim.
6	Eko Pujiono, Budiyanto Dwi Prasetyo dan Retno Setyowati	Vulnerability Assessment and Community Adaptation on Water Resource Sector under Climate	Penaksiran tingkat kerentanan dilakukan dengan pendekatan konsep dari IPCC, dimana kerentanan	Kerentanan dan adaptasi masyarakat pada sektor sumberdaya air akibat perubahan iklim di Provinsi NTT	<ul style="list-style-type: none"> Hasil kajian menunjukkan bahwa suhu tahunan rata-rata di DAS Kambaniru selama 1973-2012 cenderung naik sebesar 0,40C, sedang di DAS Aesesa selama 1983-2011 menunjukkan



		<p>Change in NTT Province (Cases: Kambaniru and Aesesa Watershed)</p>	<p>merupakan fungsi dari keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptif. Kriteria dan indikator keterpaparan (perubahan kondisi DAS), sensitivitas (permintaan air, ketergantungan terhadap lahan) dan kapasitas adaptif (kualitas SDM, sosekbud masyarakat, daerah resapan air) didapatkan dari beberapa kajian terdahulu</p>		<p>kecenderungan kenaikan sekitar 0,12OC.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sebaliknya, curah hujan tahunan rata-rata menunjukkan kecenderungan menurun, di hilir DAS Kambaniru menurun sekitar 30 mm selama periode 1973-2012 dan di hilir DAS Aesesa menurun sekitar 175 mm selama 1976-2004. • Kondisi sumberdaya air di kedua DAS, baik kuantitas maupun kualitas air relatif tidak mengalami perubahan yang berarti. • Peta kerentanan menunjukkan bahwa sekitar 50% dari luasan DAS memiliki tingkat kerentanan tinggi. • Dalam proses validasi, terdapat kesesuaian antara peta kerentanan dan peta bencana, dimana tingginya tingkat kerentanan berbanding lurus dengan banyaknya jumlah bencana. • Terkait adaptasi, pola adaptasi masyarakat di kedua DAS pada umumnya masih bersifat reaktif, namun diketahui terdapat beberapa adaptasi antisipatif dari masyarakat
<p>7</p>	<p>Maulinnak Wardhani, Sulistiono dan</p>	<p>Tingkat Kerentanan Lingkungan Pesisir Selatan Kabupaten Bangkalan Terhadap</p>	<p>Pendekatan pemetaan kerentanan lingkungan di</p>	<p>Menentukan tingkat kerentanan kawasan pesisir selatan Kabupaten terhadap potensi</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kawasan pesisir selatan Kabupaten Bangkalan, berdasarkan penggunaan lahan, terdapat 5 kawasan bernilai penting terkait dengan

Vincentius P Siregar	Potensi Tumpahan Minyak (Oil Spill)	 <p>Amerika Serikat menggunakan NOAA's Environmental Sensitivity Index (ESI) yang secara sistematis memadukan informasi berupa kerentanan pesisir, sumberdaya hayati dan pemanfaatannya oleh manusia</p>	terjadinya tumpahan minyak (oil spill)	<p>penerimaan dampak buruk apabila terjadi tumpahan minyak. Lokasi-lokasi tersebut adalah kawasan potensi wisata (Desa Sukolilo Barat, Desa Kwanyar Barat, Desa Karang Anyar dan Desa Langpanggang), rehabilitasi mangrove (Desa Karang Anyar), daerah budidaya (Desa Tajungan, Desa Karang Anyar, Desa Modung, dan Serabi Barat), pemukiman yang berada di sepanjang pesisir, dan kawasan pelabuhan (Kecamatan Kamal)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Secara umum pesisir selatan Kabupaten Bangkalan merupakan kawasan yang rentan terhadap tumpahan minyak (oil spill). • Tumpahan minyak mentah membawa akibat yang amat luas pada lingkungan laut. Oleh karena itu, penanggulangan tumpahan minyak bukan hanya meliputi cara pemantauan yang menuntut teknologi yang canggih. Namun cara penanggulangan tumpahan minyak yang menuntut penggunaan teknologi yang bisa dipertanggung jawabkan dan ramah lingkungan
----------------------	-------------------------------------	---	--	--

8	Niken SakuntalaDewi & Sylviani	Vulnerability and Adaptation of Community at the Coastal Area to Climate Change	Multivariate Analysis	kerentanan masyarakat pesisir akibat perubahan iklim	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan iklim menurunkan penghasilan mayoritas masyarakat di tiga desa penelitian. • Jumlah masyarakat desa sekitar hutan mangrove yang merupakan hutan hak mempunyai kerentanan paling rendah (37%), kerentanan tertinggi di masyarakat desa sekitar hutan lindung (82%) dan kerentanan sedang di masyarakat desa sekitar hutan konservasi (55%). • Kerentanan masyarakat banyak dipengaruhi oleh: 1) keterbukaan yaitu kondisi iklim; 2) sensitivitas, meliputi ketergantungan masyarakat terhadap jenis penghasilan yang sensitif iklim, lokasi sumber penghasilan yang dekat dengan sumber bencana dan rusaknya lingkungan biofisik; 3) kapasitas adaptasi, meliputi perbaikan lingkungan biofisik, variasi sumber penghasilan, ekstensifikasi lahan usaha, penerapan teknologi pertanian dan perikanan, penyesuaian jadwal kegiatan usaha dengan prakiraan musim, alih profesi, tetap pada kegiatan lama dan berharap pada keuntungan, kuatnya kelembagaan masyarakat, bantuan atau program pembangunan desa dan pendampingan yang intensif
---	--------------------------------	---	-----------------------	--	---

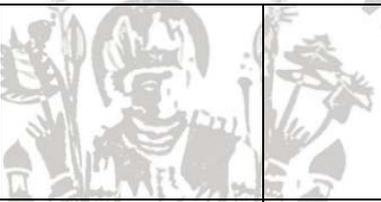


					<ul style="list-style-type: none"> • Perubahan iklim berdampak terhadap berbagai aktivitas kehidupan termasuk di sektor kehutanan khususnya yang ada di wilayah pesisir pantai yang mengakibatkan tergenangnya daerah pantai dan menurunnya kualitas air. Pemahaman masyarakat pesisir terhadap perubahan iklim masih beragam dan fenomenal terhadap perubahan musim. • Tingkat kerentanan masyarakat dipengaruhi oleh kemampuan untuk beradaptasi terhadap terjadinya perubahan musim. Masyarakat tidak selalu dapat melakukan adaptasi sendiri. Dukungan dari Pemerintah dan LSM diperlukan untuk menjadikan mereka mampu beradaptasi terhadap perubahan iklim. Kesadaran masyarakat terhadap pentingnya peran hutan mangrove, kelembagaan masyarakat yang tangguh, program pembangunan yang tepat dari pemerintah dan pendampingan intensif terhadap masyarakat merupakan beberapa aspek penting dalam menjadikan masyarakat mampu menghadapi perubahan iklim.
9	Rizsa Putri Danianti dan Sariffuddin	Tingkat Kerentanan Masyarakat terhadap Bencana Banjir di Perumnas Tlogosari, Kota Semarang	Penilaian kerentanan dilakukan menggunakan metode kuantitatif dengan	menilai tingkat kerentanan masyarakat di Perumnas Tlogosari dalam menghadapi banjir pada saat siang dan malam.	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kerentanan siang masyarakat lebih tinggi, dibandingkan kerentanan malam. • Hal ini dibuktikan dengan penurunan jumlah masyarakat di kuadran 3 dan 5 pada saat malam, diikuti dengan kenaikan

			teknik analisis skoring pembobotan		jumlah masyarakat di kuadran 1 dan 2 sebesar 2-3%. Banyaknya masyarakat yang berada di kuadran 1, 2 dan 3 mengartikan bahwa masyarakat berada pada selang toleransi dari kemampuan mereka dalam menghadapi banjir. <ul style="list-style-type: none"> Oleh karena itu, masing-masing rumah tangga telah berketahanan dalam menghadapi banjir.
10	Arfita Rahmawati	Studi Kerentanan Banjir Sub DAS Pucang di DAS Brantas	Pendekatan penelitian ini adalah kuantitatif, lokasi penelitian menggunakan seluruh wilayah Sub DAS Pucang, subyek penelitian dilakukan dengan menggunakan sampling jenuh yaitu seluruh populasi merupakan sampel	untuk mengetahui tingkat kerentanan banjir di Sub DAS Pucang, dinilai dari aspek kemiringan lereng, intensitas curah hujan, drainase, bentuk lahan, penggunaan lahan, tekstur tanah, tinggi genangan, dan lama genangan	<ul style="list-style-type: none"> Berdasarkan analisis <i>overlay</i> yang kemudian diskoring, diperoleh hasil 3 kelas tingkat kerentanan yaitu kerentanan sangat tinggi, kerentanan tinggi, dan kerentanan sedang. Dengan persentase kerentanan sangat tinggi 6,57%, kerentanan tinggi 56,8%, dan kerentanan sedang 36,63%. Mengingat besarnya kelas kerentanan banjir yang tinggi, perlu upaya penanggulangan banjir di Sub DAS Pucang lebih ditingkatkan lagi terutama yaitu dapat dilakukan untuk peningkatan kapasitas eksiting serta perawatan drainase yang lebih diperhatikan lagi.

11	Anggun Prima Gilang Rupaka, Sudarno dan Suharyanto	 Penilaian Potensi Bencana Longsor Berdasarkan Tingkat Kerentanan Di Kabupaten Tegal	Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta RTRW Kabupaten Tegal, Peta Administrasi Kabupaten Tegal dan data tingkat kerawanan longsor dari BPBD. Data kerentanan didapat dengan wawancara dengan warga di daerah rawan longsor dan <i>stakeholder</i> (pemerintah desa dan kecamatan) di daerah tersebut. Wawancara dilaksanakan untuk mengetahui tingkat kepedulian dan kewaspadaan warga terhadap bahaya longsor yang terjadi di tempat tinggal mereka	Mengetahui tentang tingkat kerentanan di daerah rawan longsor kabupaten Tegal dan memberikan rekomendasi pada masyarakat yang tinggal di daerah rawan longsor dan mengetahui peran serta pemerintah daerah dalam memberikan arahan pada masyarakat tentang bahaya longsor.	<ul style="list-style-type: none"> • Wilayah ketiga kecamatan yang memiliki permasalahan yang hampir sama yaitu rusaknya akses jalan, longsor yang melanda setiap tahun, pengetahuan tentang bahaya longsor serta kurangnya sosialisasi dari pemerintah daerah tentang bahaya longsor dan tidak adanya fasilitas evakuasi, jalur evakuasi dan pusat pengobatan yang mudah dijangkau oleh warga. • Kurangnya kesadaran pemerintah desa untuk memberikan pengarahan kepada warganya tentang bahaya longsor serta penyebabnya memberikan andil yang cukup besar bagi tingginya tingkat kerentanan di wilayah kecamatan Jatinegara, Bojong dan Bumijawa. • Semestinya Badan Penanggulangan Bencana Daerah selaku bagian pemerintah yang menangani tentang masalah bencana alam harus meningkatkan kinerja, terutama dibidang pelatihan bahaya bencana alam kepada para pemangku kepentingan di desa atau kecamatan.
----	--	---	--	--	--

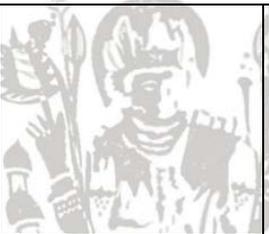
12	Tommi1, Baba Barus2 dan Arya Hadi Dharmawan	Vulnerability Mapping of Farmers in the High Flood Hazard at the Karawang District	Metode yang digunakan dalam analisis tingkat bahaya banjir adalah tumpang susun (<i>overlay</i>) peta sawah, peta kejadian banjir, peta drainase tanah, peta curah hujan dan peta administrasi Kabupaten Karawang. Tahapan kedua, dilakukan analisis kerentanan petani di daerah bahaya banjir tinggi. Metode yang digunakan untuk analisis kerentanan petani adalah dengan menghitung indeks kerentanan nafkah atau <i>Livelihood Vulnerability Index (LVI)</i>	untuk menganalisis tingkat bahaya banjir dan tingkat kerentanan petani di daerah bahaya banjir tinggi di Kabupaten Karawang	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil dari penelitian ini menunjukkan daerah di Kabupaten Karawang yang memiliki kelas tingkat bahaya banjir tinggi terdapat di Kecamatan Telukjambe Barat, Telukjambe Timur dan Jayakarta. • Tingkat kerentanan nafkah petani di daerah bahaya banjir tinggi pada Kecamatan Telukjambe Barat menunjukkan petani di Dusun Pengasinan dan Dusun Kampek, Desa Karangligar, tingkat kerentanannya lebih tinggi dibandingkan dengan petani di Dusun Peundeuy, Desa Ciptamarga, Kecamatan Jayakarta • Secara umum tingkat bahaya banjir untuk lahan sawah di Kabupaten Karawang yang berada di aliran DAS Citarum berada pada tingkat bahaya sedang. • Namun, ada daerah yang memiliki tingkat bahaya banjir yang tinggi yaitu Kecamatan Telukjambe Barat, Telukjambe Timur dan Jayakarta. Di daerah dengan tingkat bahaya banjir tinggi, kerentanan nafkah petani di Desa Karangligar Dusun Pengasinan paling tinggi dibandingkan Dusun Kampek Desa Karangligar dan Dusun Peundeuy Desa Ciptamarga. Kerentanan nafkah yang tinggi di Dusun
----	---	--	--	---	---

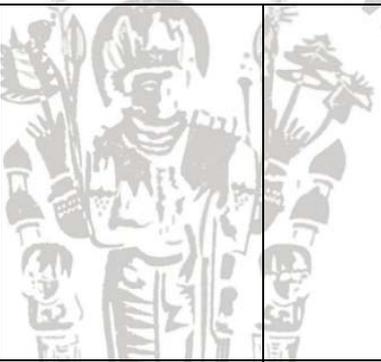
					Pengasinan disebabkan oleh modal manusia, modal finansial, modal sosial dan modal fisik yang rendah
13	Purifyningtyas, H. Q. & Wijaya, H. B	Kajian Kapasitas Adaptasi Masyarakat Pesisir Pekalongan terhadap Kerentanan Banjir Rob	Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan analisis skoring dan statistik deskriptif untuk mensintesis hasil analisis. Kapasitas adaptif dinilai pada tingkat individu, masyarakat, dan kota. Analisis juga didasarkan pada aspek fisik, sosial dan ekonomi	untuk menilai kapasitas adaptasi masyarakat pesisir Pekalongan terhadap kerentanan banjir pasang	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil analisis menunjukkan bahwa pada tingkat individu, tingkat adaptasi masyarakat rendah. • Hal ini disebabkan oleh rendahnya kemampuan masyarakat untuk memperbaiki rumah. Tingkat kapasitas adaptasi juga dipengaruhi oleh tingkat pendidikan dan pendapatan. • Di tingkat masyarakat, tingkat kapasitas adaptif ditentukan oleh kemampuan masyarakat untuk meningkatkan infrastruktur. • Tingkat kapasitas adaptasi juga ditentukan oleh keberadaan organisasi dan kemampuan untuk mengumpulkan dana. • Berdasarkan kondisi itu, dapat diketahui bahwa tingkat kapasitas adaptasi di tingkat masyarakat adalah sedang. Di tingkat kota, pemerintah mampu beradaptasi dengan menyediakan teknologi dan kelembagaan. Masyarakat diperlukan untuk meningkatkan kapasitas adaptif dengan meningkatkan kemampuan ekonomi, selain

					mengoptimalkan kinerja organisasi pemerintah dan non-pemerintah
14	Muhammad Nursa'ban	Identifikasi Kerentanan Dan Sebaran Longsor Lahan Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Di Kecamatan Bener Kabupaten Purworejo	Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif dengan variabel terikat yaitu tingkat kerentanan longsor lahan dan variabel bebas yaitu keadaan fisik lahan	Tujuannya untuk menentukan atau menilai tingkat kerentanan tanah longsor di daerah penelitian	<ul style="list-style-type: none"> • Tingkat potensi kerentanan longsor lahan rendah meliputi jenis satuan unit lahan: LAIK1, LKbK1, LSK1 yang terletak di 26 lokasi dengan luas wilayahnya mencapai 24042750,21 m² 2. • Tingkat potensi kerentanan longsor lahan sedang meliputi satuan unit lahan: LAIK2, LHK2, LKbK2, dan LSK2 yang terletak di 23 lokasi dengan luas wilayahnya mencapai 67768254,22 m² 3. • Tingkat potensi kerentanan longsor lahan Tinggi meliputi satuan unit lahan: LAdK1 dan LAdK2 yang terletak di 8 lokasi dengan luas wilayahnya mencapai 4125389,95 m² 4. Tingkat potensi kerentanan longsor lahan sangat tinggi meliputi satuan unit lahan: LAdK3 dan LKbK3 yang terletak di 9 lokasi dengan luas wilayahnya mencapai 6256242,28 m
15	Reza Satria dan Dian Rahmawati	Penentuan Tingkat Kerentanan dan Ketahanan Ekonomi Kawasan Pesisir Banda Aceh Berdasarkan Berbagai Aspek	Metode pengumpulan data dibagi kedalam dua metode yaitu secara primer dan sekunder. Pengumpulan data primer	Alasan utama pertumbuhan yang lambat tersebut adalah konflik dan tsunami yang berlangsung lama yang berdampak buruk dengan korban yang hampir mencapai 200.000 (dua ratus ribu) jiwa dan	<ul style="list-style-type: none"> • Tingkat ketahanan yang sedang dan tingkat kerentanan tinggi di dua kecamatan kawasan pesisir Banda Aceh yaitu Kuta Raja dan Meuraxa menunjukkan adanya ketidak merataan distribusi kegiatan



	<p>Resiliensi Ekonomi</p>	<p>dilakukan dengan survey primer dimana data diperoleh dari hasil pengamatan atau observasi lapangan secara langsung, wawancara dan kuisisioner. Metode pengumpulan data sekunder dilakukan untuk mendapatkan data, informasi dan peta yang sudah tersedia di sejumlah instansi dan literatur terkait seperti dari Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Kota Banda Aceh, Bappeda Kota Banda Aceh dan BPS Kota Banda Aceh. Sedangkan data survey yang digunakan berupa</p>	<p>meninggalkan kerusakan fisik yang luar biasa. Hal ini secara langsung juga mengakibatkan tingkat kerentanan dan ketahanan dari wilayah pesisir menjadi terganggu bahkan tidak sesuai dengan kapasitas yang ada</p>	<p>perekonomian di kawasan pesisir Kota Banda Aceh. - Sedangkan tingkat ketahanan yang tinggi dengan didukung tingkat kerentanan sedang di kecamatan Kuta Alam menunjukkan sudah mulai adanya pemerataan distribusi kegiatan perekonomian di kawasan pesisir Kota Banda Aceh di semua sektor dan peningkatan kegiatan perekonomian pada sektor yang rentan. - Sedangkan Kecamatan Syiah Kuala dengan tingkat ketahanan tinggi dengan didukung tingkat kerentanan yang tinggi pula menunjukkan masih adanya ketidakmerataan distribusi kegiatan perekonomian di kawasan pesisir tersebut walaupun masih perlu peningkatan kegiatan perekonomian pada sektor yang rentan seperti perikanan</p>
--	---------------------------	--	---	--

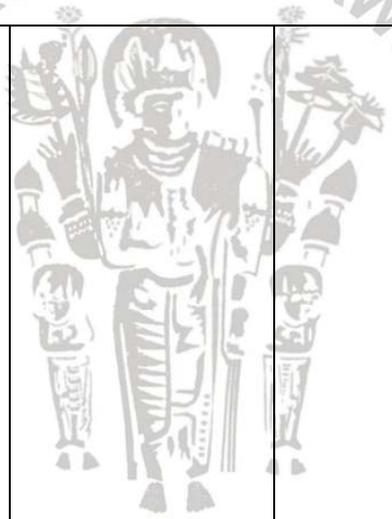
			monografi Kota Banda Aceh, data sosial ekonomi dan data prasarana dan sarana perekonomian Kota Banda Aceh		
16	Arif Wahyu Widada Suhatmini Hardyastuti Jangkung Handoyo Mulyo Irham	Analisis Kerentanan Penghidupan Rumah Tangga Tani Akibat Perubahan Iklim DI Kabupaten Gunungkidul	Metode analisis yang digunakan adalah metode tabel deskriptif analisis dan perhitungan indeks	untuk mengetahui pengetahuan rumah tangga tani terhadap perubahan iklim di daerah pinggiran perkotaan dan daerah perdesaan, mengetahui dampak perubahan iklim yang dirasakan rumah tangga tani di daerah pinggiran perkotaan dan daerah perdesaan, mengetahui strategi adaptasi rumah tangga tani terhadap perubahan iklim di daerah pinggiran perkotaan dan daerah perdesaan serta menghitung Indeks Eksposur, Sensitivitas dan Kemampuan Adaptasi serta Indeks Kerentanan Penghidupan rumah tangga tani akibat perubahan iklim di	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil penelitian menunjukkan bahwa rumah tangga tani di daerah pinggiran perkotaan dan daerah perdesaan Kabupaten Gunungkidul memiliki pengetahuan yang rendah terhadap perubahan iklim. • Rumah tangga tani di daerah pinggiran perkotaan dan daerah perdesaan di Kabupaten Gunungkidul lebih merasakan curah hujan yang tidak menentu dan sulit menentukan awal musim tanam. • Rumah tangga tani di daerah pinggiran perkotaan lebih banyak yang berasakan dampak perubahan iklim. Rumah tangga tani di daerah pinggiran perkotaan memiliki strategi adaptasi pada usahatani yang lebih baik. • Rumah tangga tani di daerah pinggiran perkotaan merasakan paparan perubahan iklim yang lebih besar. Rumah tangga tani di pinggiran perkotaan memiliki kemampuan adaptasi

				daerah pinggiran perkotaan dan daerah perdesaan	<p>yang lebih baik terhadap perubahan iklim. Rumah tangga tani di daerah pinggiran perkotaan lebih sensitif akibat perubahan iklim.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rumah tangga tani di daerah pinggiran perkotaan memiliki kerentanan penghidupan yang lebih besar akibat perubahan iklim dibandingkan dengan rumah tangga tani di daerah perdesaan baik melalui perhitungan LVI maupun LVI-IPCC.
17	Andhika Prayudhatama, Nursetiawan, Restu Faizah	Kajian Bahaya Dan Kerentanan Banjir Di Yogyakarta (Studi Kasus: DAS Code) ¹	<i>Metode analisis yang digunakan yaitu metode AHP serta metode skoring dan pembobotan</i>	<i>kajian tingkat bahaya dan tingkat kerentanan wilayah DAS Code terhadap bencana banjir</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan analisis tingkat bahaya dan tingkat kerentanan wilayah DAS Code terhadap bencana banjir yang telah dilaksanakan maka dapat disimpulkan bahwa: <ol style="list-style-type: none"> 1. Tingkat bahaya wilayah DAS Code terhadap bencana banjir masuk ke dalam kelas sedang dengan skor 1,597. 2. Tingkat kerentanan wilayah DAS Code terhadap bencana banjir masuk ke dalam kelas rentan dengan skor 37,7. Parameter yang paling berpengaruh terhadap tingkat kerentanan wilayah DAS Code terhadap bencana banjir adalah aspek sosial. Skor untuk setiap parameter kerentanan banjir di DAS Code adalah sebagai berikut: <ol style="list-style-type: none"> a. Aspek sosial memiliki skor sebesar 53,4 b. Aspek ekonomi memiliki skor sebesar 19,6 c. Aspek Fisik memiliki skor sebesar 33

					d. Aspek lingkungan memiliki skor sebesar 31,9
18	Dwi Prasetyo	Kerentanan Wilayah Terhadap Kekeringan menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus: Kabupaten Gunungkidul)	Kerentanan wilayah terhadap kekeringan dikaji secara spasial dengan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process atas parameter durasi bulan kering, kemiringan lereng, penggunaan tanah, ketersediaan pipa PDAM, jarak desa ke Ibukota Kabupaten, kepadatan penduduk, kemiskinan, beban tanggungan hidup per kepala keluarga dan tingkat pendidikan	tingkat kekeringan dan kerentanan wilayah terhadap kekeringan di Kabupaten Gunungkidul sebagai dampak terjadinya perubahan iklim yang ditinjau dari aspek keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptif	<ul style="list-style-type: none"> Berdasarkan hasil analisis data, wilayah kekeringan terendah dapat dijumpai di 29 desa yang berada di selatan bagian timur dan sedikit di utara bagian timur dengan durasi bulan kering hanya sepanjang 2 – 3 bulan kering saja, sedangkan wilayah dengan tingkat kekeringan tertinggi dapat ditemui di 12 desa yang mengelompok di utara bagian timur dengan panjang bulan kering lebih dari 6 bulan. Kerentanan wilayah terhadap kekeringan di Kabupaten Gunungkidul menunjukkan keterkaitan yang cukup nyata dengan kondisi fisiografis daerah penelitian Kerentanan wilayah terhadap kekeringan di daerah penelitian didominasi oleh wilayah dengan wilayah kerentanan sangat tinggi sebanyak 43 desa yang tersebar di selatan bagian barat dan sebagian tengah daerah penelitian dimana wilayah kerentanan sangat tinggi ini merupakan Zona Pegunungan Batur Agung dan Karst Gunung Sewu.
19	Nur Miladan	Kajian Kerentanan Wilayah Pesisir Kota	Penelitian ini menggunakan pendekatan	Mengkaji kerentanan wilayah pesisir Kota Semarang terhadap	<ul style="list-style-type: none"> Hasil dari penelitian ini diketahui bahwa 16 Kelurahan Pesisir Kota Semarang memiliki tingkat kerentanan rendah hingga

		<p>Semarang Terhadap Perubahan Iklim I</p>	<p>kuantitatif yakni pendekatan yang didalam usulan penelitian, proses, hipotesis, turun ke lapangan, analisis data dan kesimpulan serta penulisannya mempergunakan aspek pengukuran, perhitungan, rumus dan kepastian data numerik (Musianto, 2002). Hal ini sesuai dengan variabel-variabel kerentanan yang sudah ditentukan sebelum pencarian data dan proses analisisnya.</p>	<p>perubahan iklim terutama pada permasalahan kenaikan air laut</p>	<p>sedang terhadap kerawanan kenaikan air laut.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kawasan dengan kerentanan rendah seluas 2241,20 Ha dan kawasan dengan kerentanan sedang seluas 431,02 Ha. • Selain itu berdasarkan hasil kerentanan maka alternatif strategi yang dapat dikembangkan untuk mengatasi permasalahan tersebut yakni Strategi Akomodatif dan Strategi Mundur (retreat) • Tingkat kerentanan Wilayah Pesisir Kota Semarang akibat kenaikan permukaan air laut terkategori dalam kerentanan rendah hingga sedang dan tidak ditemukan kerentanan tinggi. Total luas kawasan berpotensi tergenang pada Tahun 2029 yakni seluas 2672,21 Ha yang berada di 16 kelurahan pesisir dan sebagian besar luasanya termasuk dalam kategori kerentanan rendah. Kerentanan rendah berada di kawasan seluas 2241,20 Ha sedangkan kawasan yang memiliki kerentanan sedang seluas 431,02 Ha. • Kerentanan sedang terjadi pada 6 kelurahan pesisir yakni Kelurahan Bandarharjo, Kelurahan Mangkang Wetan, Kelurahan Mangunharjo, Kelurahan Tanjung Mas, Kelurahan Terboyo Kulon, Kelurahan Trimulyo. Kerentanan Sedang tertinggi berada di
--	--	--	---	---	--

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Kelurahan Tanjung Mas dengan luas kawasan seluas 197,31 Ha atau keseluruhan dari luas wilayah kelurahan tersebut.

- Kerentanan rendah terjadi pada 15 kelurahan pesisir yang meliputi Kelurahan Mangunharjo, Kelurahan Terboyo Kulon, Kelurahan Trimulyo, Kelurahan Bandarharjo, Kelurahan Mangkang Wetan, Kelurahan Panggung Lor, Kelurahan Randu Garut, Kelurahan Tambakharjo, Kelurahan Tambakrejo, Kelurahan Tawang Sari, Kelurahan Terboyo Wetan, Kelurahan Tugu Rejo, Kelurahan Jerakah, Kelurahan Karang Anyar dan Kelurahan Mangkang Kulon.
- Kerentanan rendah terjadi hampir di seluruh kelurahan pesisir yang berpotensi tergenang kecuali Kelurahan Tanjung Mas yang seluruh kawasannya terkategori kerentanan sedang. Kelurahan-kelurahan yang memiliki kerentanan rendah ini tentunya penanganan/penentuan strateginya akan lebih mudah daripada kelurahan-kelurahan yang memiliki kerentanan sedang.

20	Dwiardy Evander Huren Unturangi Abast, Ingerid L. Moniaga, ST., MT, & Ir. Pierre H. Gosal, MEDS	 <p>Tingkat Kerentanan Terhadap Banjir di Kelurahan Ranotana</p>	<p>Penelitian ini menggunakan pendekatan sistem informasi geografis (SIG) dengan metode tumpang susun (<i>overlay</i>) terhadap parameter-parameter banjir diantaranya, penggunaan lahan, kemiringan lereng, dan kontur</p>	<p>Penelitian ini dilakukan di lokasi kelurahan Ranotana dengan judul Tingkat Kerentanan Banjir di Kelurahan Ranotana. Kelurahan Ranotana dipilih sebagai studi kasus untuk kajian ini dengan pertimbangan permasalahan banjir yang terjadi pada tahun 2014 telah mengakibatkan kerugian material dan fisik yang cukup tinggi di lokasi tersebut</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil identifikasi kerentanan banjir di Kelurahan Ranotana terdiri atas tiga klasifikasi yakni tidak rentan, rentan, dan sangat rentan. Tingkat kerentanan banjir terletak pada lima zone yaitu pada belokanbelokan air ekstrim yang membuat arah air tidak teratur dan lempasan air sungai mengalir sampai ke area sempadan sungai. • Tingkat kerentanan banjir di lokasi penelitian menghasilkan kelas tidak rentan seluas 0,140 ha atau 0,857% , kelas rentan seluas 2,405 ha atau 14,724 %, dan kelas sangat rentan seluas 3,266 ha atau 19,996%
----	---	---	---	--	---

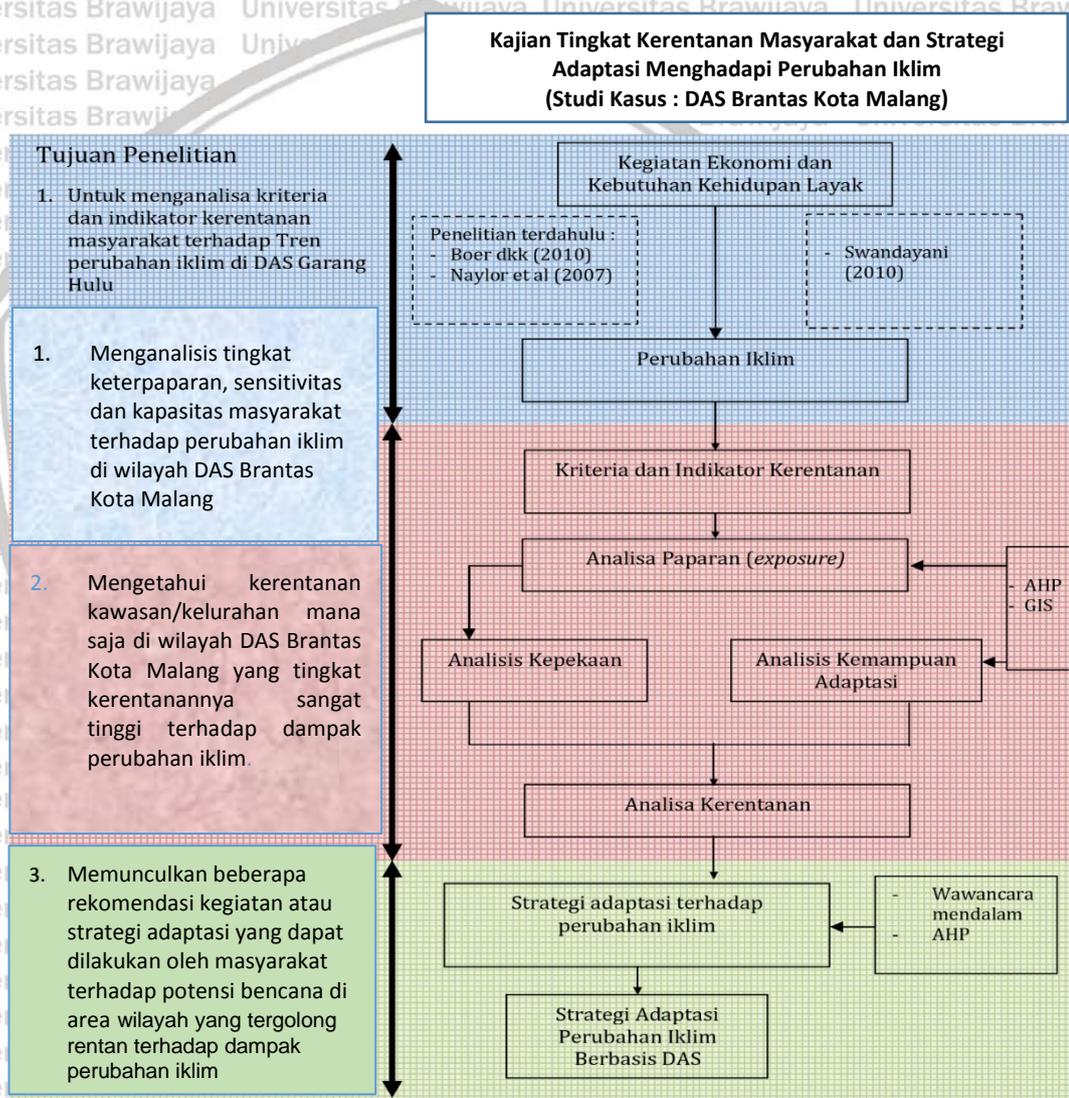
Sumber : Hasil Analisa Dokumentasi Penelitian

2.10 Kerangka Pemikiran

Pertambahan penduduk dan kegiatan ekonomi pembangunan di sepanjang DAS Brantas Kota Malang yang sangat pesat menyebabkan terjadinya perubahan penggunaan lahan dan penggunaan bahan bakar fosil yang sangat tinggi. Kedua kegiatan tersebut merupakan sumber emisi GRK terbesar di sepanjang aliran sungai Brantas. Perubahan iklim, terutama suhu dan curah hujan, akan meng-*exposure* atau menyingkap terjadinya perubahan fluktuasi debit di DAS Brantas. Skenario dari Peter IPCC (2007) menggunakan GCM, untuk wilayah Indonesia menunjukkan ada peningkatan suhu sekitar 0.1°C - 0.5°C pada tahun 2010 dan tahun 2070 sekitar 0.4°C - 3.0°C, sedangkan secara global terjadi peningkatan suhu antara 0.6°C-1.7°C pada tahun 2030 dan 1.0°C - 4.0°C pada tahun 2070. Naylor dkk (2007) telah memproyeksikan sampai dengan tahun 2050 untuk bulan April, Mei dan Juni akan terjadi peningkatan curah hujan di Jawa Tengah, sedangkan pada bulan Juli, Agustus dan September diproyeksikan kondisinya luar biasa kering.

Perubahan fluktuasi debit di DAS Brantas yang semakin tinggi sangat berpengaruh pada kehidupan masyarakat di DAS Brantas. Masyarakat yang peka akan merespon kondisi ini dan menyebabkan terjadinya peningkatan kerentanan masyarakat di DAS Brantas. Namun demikian, masyarakat yang mempunyai kemampuan adaptasi akan bertahan dengan perubahan atau kondisi hidrologis di DAS Brantas ini. Kepekaan dan kemampuan adaptasi masyarakat dapat dinilai dari lima aspek kehidupan, yaitu: fisik/teknologi, sosial/kelembagaan, ekonomi, sumber daya manusia (SDM) dan juga alam. Besarnya tingkat kerentanan masyarakat dipengaruhi oleh besarnya paparan, kepekaan masyarakat serta kemampuan adaptasi masyarakat tersebut. Semakin tinggi paparan dan kepekaan

masyarakat, maka tingkat kerentanan masyarakat akan semakin tinggi. Sedangkan semakin tinggi kemampuan adaptasi maka makin rendah tingkat kerentanan masyarakat. Dengan kata lain, tingkat kerentanan merupakan fungsi positif dari paparan dan kepekaan masyarakat, dan fungsi negatif dari kemampuan adaptasi masyarakat. Perubahan iklim akan terjadi secara perlahan dan terus menerus. Oleh karena itu, adaptasi terhadap perubahan iklim sangat penting



Gambar 2.3. Konsep Kerangka Pemikiran



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini berjudul “Kajian Tingkat Kerentanan Masyarakat dan Strategi

Adaptasi Menghadapi Perubahan Iklim, Studi Kasus DAS Brantas Kota Malang”.

Jenis penelitian ini tergolong deskriptif kuantitatif dimana perolehan data dan pengolahannya berasal dari data sekunder organisasi perangkat daerah (OPD) di Kota Malang yang diklasifikasikan kedalam beberapa parameter kerentanan kemudian diolah menggunakan skala pembobotan dan ditampilkan dalam peta spasial.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode campuran yaitu gabungan antara metode kuantitatif dan kualitatif. Penelitian metode campuran adalah pendekatan penelitian yang mengkombinasikan antara pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Metode ini melibatkan asumsi-asumsi filosofis, aplikasi pendekatan-pendekatan kualitatif dan kuantitatif dan campuran kedua pendekatan tersebut dalam satu penelitian. Pendekatan ini melibatkan dua fungsi dari dua pendekatan tersebut secara kolektif sehingga kekuatan penelitian ini secara keseluruhan lebih besar (Creswell, 2014).

Dalam penelitian ini dilakukan survai secara langsung terhadap kader dan relawan tangguh bencana yang tersebar dikelurahan yang berbatasan langsung dengan DAS Brantas Kota Malang mulai dari hulu, tengah dan hilir.

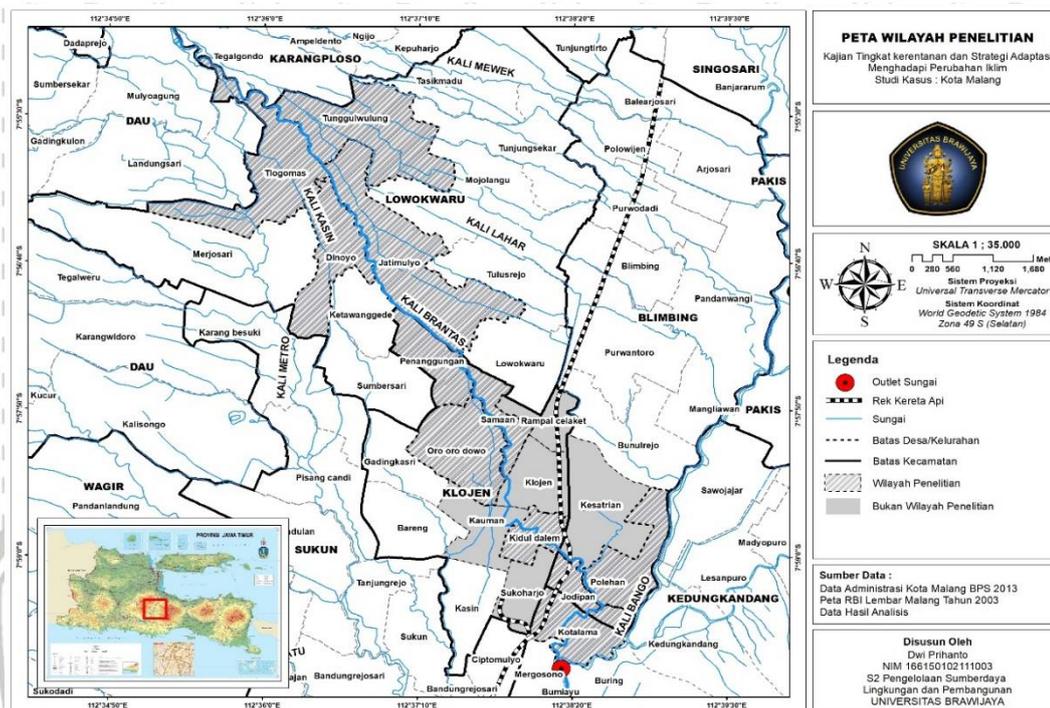
3.3 Fokus Penelitian

Fokus dalam penelitian ini adalah menganalisa kondisi kerentanan di beberapa parameter (fisik, ekonomi dan sosial) melalui data sekunder untuk diperoleh skala kerentanan Kota Malang kemudian dengan skala pembobotan melalui Analytical Hierarchy Process (AHP) dengan parameter ancaman, kerentanan dan kemampuan adaptasi dianalisa dalam bentuk peta spasial menggunakan piranti lunak Quantum GIS (QGIS).

3.4 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di DAS Brantas Kota Malang. Jumlah kelurahan lokasi penelitian sebanyak 11 (sebelas) kelurahan yang terdiri dari Kelurahan Dinoyo, Jatimulyo, Tlogomas, Tunggulwulung, Samaan, Oro-oro Dowo, Koduldalem, Penanggungan, Kota Lama, Polehan dan Jodipan. Alasan mengambil lokasi di sungai Brantas adalah: a) perubahan iklim sangat berpengaruh pada kondisi hidrologis, terutama debit atau limpasan air di DAS Brantas; b) daerah di DAS Brantas dan sekitarnya telah terjadi tanda-tanda perubahan iklim; c) DAS Brantas dalam kondisi kritis, yang disebabkan oleh beberapa faktor, terutama penggunaan lahan dan perubahan iklim; d) belum ada informasi tentang kerentanan masyarakat di DAS Brantas. Pengambilan lokasi ditentukan dengan metode *purposive sampling*. Pertama lokasi dipilih secara strata berdasarkan pembagian wilayah administrasi kecamatan dan kelurahan yang berada pada aliran sungai Brantas. Kemudian dari basis kecamatan dipilih lokasi/kelurahan yang dianggap mewakili kondisi administratif pada setiap kecamatan di DAS Brantas Hulu, Tengah dan

Hilir. Lokasi yang dipilih dalam penelitian ini Lokasi penelitian tersaji dalam Gambar 3.1 dibawah.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian tesis ini terbagi menjadi dua yaitu primer dan sekunder, dimana data primer dilakukan melalui quisioner kepada Kader/Relawan Tangguh Bencana yang ada di masing-masing kelurahan sedangkan untuk data sekunder diperoleh dari Organisasi Perangkat Daerah (OPD) Kota Malang.

3.5.1 Pengumpulan Data Primer

Proses pengumpulan data primer dilakukan melalui kegiatan quisioner kepada Kader/Relawan tangguh bencana yang dibentuk oleh BPBD Kota Malang yang tersebar di masing-masing Kelurahan. Tujuannya untuk memperoleh informasi tepat dan akurat dari data yang dibutuhkan. Metode yang dilakukan dengan menggunakan quisioner dan kerangka pertanyaan quisioner. Beberapa data yang dibutuhkan dalam quisioner antara lain :

- 1) Data pembobotan parameter keterpaparan
- 2) Data pembobotan parameter sensitivitas
- 3) Data pembobotan parameter kapasitas adaptif

3.5.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan diperoleh dari beberapa Organisasi Perangkat Daerah seperti Barenlitbang,BPS,Dinas Lingkungan Hidup,BMGK dan BPBD Kota Malang yang berkaitan dengan penataan kawasan tata ruang dan kebencanaan dengan basis sebaran data yang dimiliki oleh Kota Malang. Kebutuhan data tersebut antara lain :

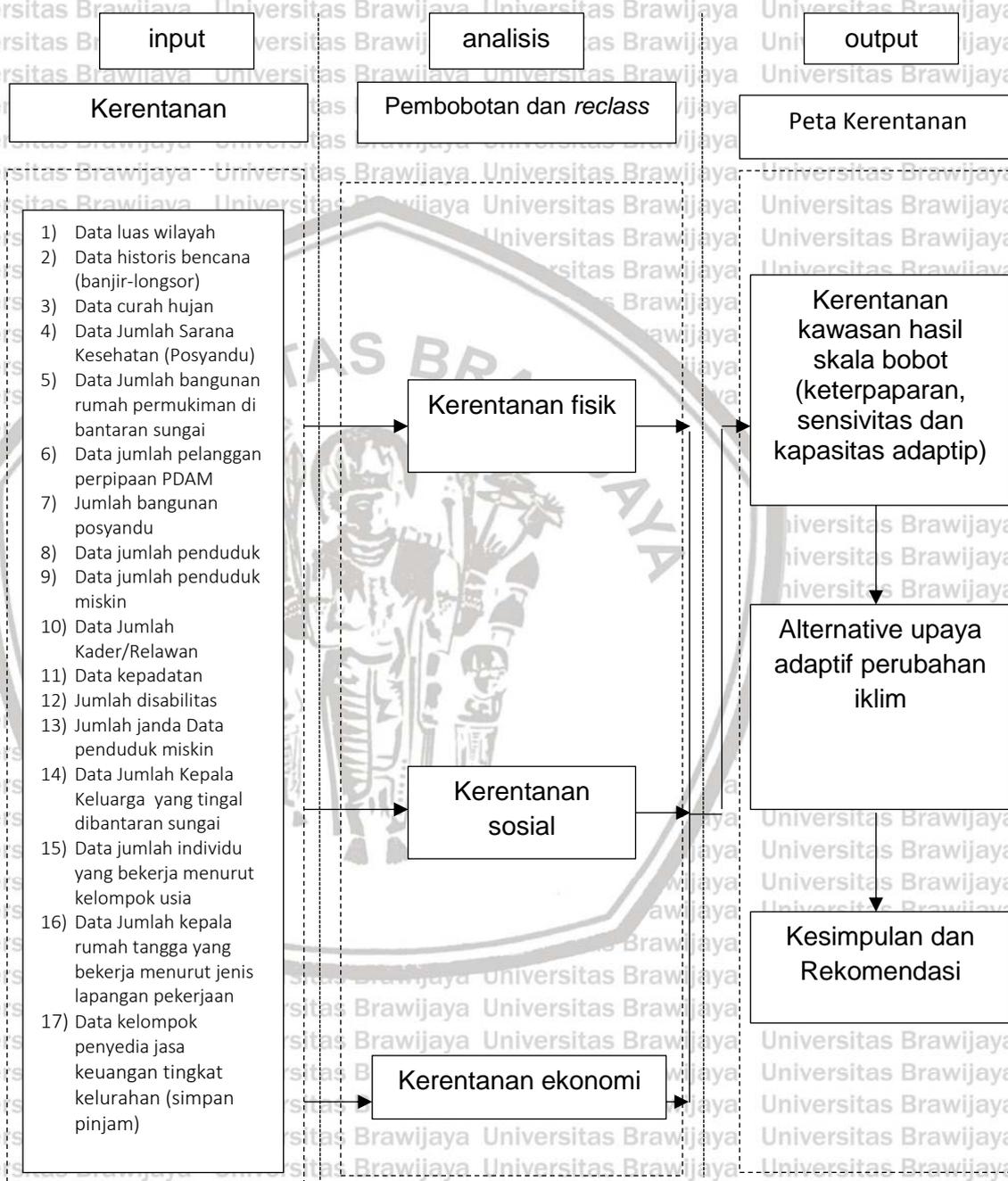
- 1) Data jumlah penduduk kelurahan,kecamatan dan kota
- 2) Data luas wilayah kelurahan,kecamatan dan kota
- 3) Data curah hujan kelurahan dan kota
- 4) Jumlah bangunan rumah di bantaran sungai
- 5) Jumlah penduduk
- 6) Kepadatan penduduk
- 7) Penduduk miskin
- 8) Jumlah kepala keluarga yang tinggal di bantaran sungai

- 9) Historis bencana (banjir-longsor)
- 10) Jumlah pelanggan air PDAM
- 11) Jumlah Individu yang bekerja berdasarkan kelompok usia
- 12) Jumlah janda
- 13) Jumlah disabilitas
- 14) Jumlah Prasarana kesehatan (Posyandu)
- 15) Jumlah kader/relawan tanggap bencana
- 16) Jumlah koperasi simpan pinjam
- 17) Jumlah kepala rumah tangga yang bekerja menurut jenis lapangan pekerjaan



3.6 Kerangka Konseptual Penelitian

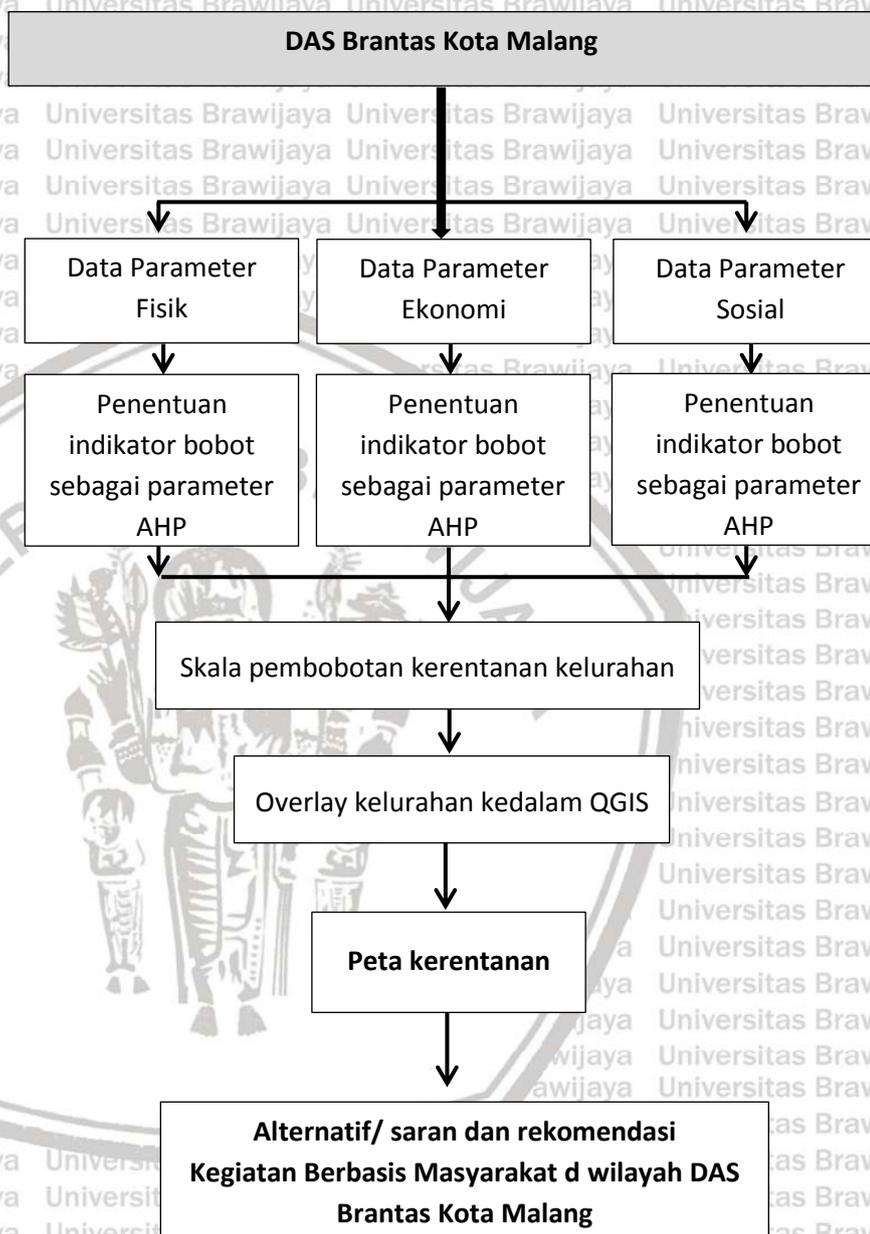
Berdasarkan informasi data yang diperoleh, maka proses analisa dilakukan dengan ilustrasi alur pada gambar 3.1 dibawah ini



Gambar 3.2 Diagram Alur Pengolahan Data 1

Sumber : Hasil Analisa Alur Pemikiran 1

Selanjutnya untuk Proses pengolahan data digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.3 Diagram Alur Pengolahan Data 2

Sumber : Alur Pemikiran 2

3.7 Pengolahan Data dengan model AHP

Proses Hirarki Analisis merupakan salah satu metoda pengambilan keputusan (Analytical Hierarchy Process/AHP) pertama kali dikembangkan oleh Thomas L. Saaty, seorang ahli matematika dari Universitas Pittsburgh, Amerika Serikat pada tahun 1970-an. Proses hirarki analisis pada dasarnya dirancang untuk menangkap secara rasional persepsi orang yang berhubungan erat dengan permasalahan tertentu melalui prosedur untuk sampai pada suatu skala preferensi diantara berbagai alternatif. Analisis ini diterapkan untuk memecahkan masalah yang terukur (kuantitatif) maupun masalah yang memerlukan pendapat (judgement), atau pada situasi yang kompleks atau tidak berkerangka, pada situasi data atau informasi statistik sangat minim atau pada masa yang hanya bersifat kualitatif yang didasarkan oleh persepsi, pengalaman dan intuisi (Saaty, 1993).

Model Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan salah satu bentuk model pengambilan keputusan yang komprehensif dan memperhitungkan hal-hal yang bersifat kuantitatif dan kualitatif sekaligus. Model AHP memakai persepsi manusia yang dianggap ahli sebagai input utamanya. Suatu masalah yang tidak terstruktur dipecahkan kedalam kelompok-kelompok yang kemudian diatur menjadi hirarki. Dalam penerapannya suatu tujuan yang bersifat umum dijabarkan kedalam sub-sub tujuan, dilakukan dalam beberapa tahap sehingga diperoleh tujuan operasional. Proses hirarki analitis dikembangkan untuk memecahkan masalah kompleks dengan struktur masalah yang belum jelas, ketidakpastian persepsi pengambilan keputusan serta ketidakpastian tersedianya data statistik yang akurat. Proses hirarki analitis mempunyai kemampuan untuk memecahkan

masalah yang meliputi objektif dan multi kriteria (Muchtar Efendi, 2012.,Ristiano.2011).

Berdasarkan perbandingan preferensi dari setiap elemen dalam hirarki. AHP umum digunakan dengan tujuan untuk menyusun prioritas dari berbagai alternatif pilihan yang ada yang bersifat kompleks atau multi kriteria. Dalam penentuan skala prioritas, pemilihan alternatif kebijakan banyak menggunakan metode AHP dikarenakan berbagai pertimbangan antara lain : fleksibel, sederhana, praktis dan mampu dipergunakan dalam menganalisis suatu masalah yang memiliki kriteria atau atribut yang kompleks selain itu hasil kajian menyatakan bahwa AHP dapat menentukan prioritas strategi (Muchtar Effendi, 2012).

Sesuai dengan rumusan menghitung angka kerentanan maka penentuan kerentanan bencana menggunakan metode skoring dan pembobotan. Semua variabel diberi skor dan dibobot dalam metode AHP. Tahapan yang dilakukan dalam penilaian bobot AHP antara lain sebagai berikut :

- 1) Membuat struktur hierarki yang disusun berdasarkan parameter kajian
- 2) Mengumpulkan dan menganalisa data sekunder yang diperoleh
- 3) Mengumpulkan dan melakukan entri bobot untuk parameter sesuai hasil dari perolehan data primer/kuisisioner
- 4) Mengentri data sekunder yang dilengkapi melalui data primer
- 5) Membuat matrik perbandingan berpasangan yang saling terhubung berdasarkan data yang sudah diperoleh (primer dan sekunder)
- 6) Menganalisa kriteria sesuai dengan random parameter kepentingan
- 7) Data hasil olahan di entri kedalam QGIS untuk diperoleh citra spasial

3.8 Teknik Sampling Kuisisioner

Tujuan penyusunan kuisisioner untuk melengkapi bagian yang dianggap kurang dan mengetahui bobot parameter yang dibandingkan secara obyektif oleh responden. Yang menjadi dasar pembatasan menentukan parameter tersebut adalah harus dapat dimengerti dan dirasakan manfaatnya. Pertanyaan yang terdapat dalam kuisisioner disusun dalam bentuk pertanyaan tertutup, sehingga jawaban dapat langsung diketahui melalui angka yang dipilih. Kuisisioner untuk responden dibagi jadi 2 (dua) bagian, yaitu :

- 1) Bagian I berisi tentang data umum responden sekaligus berita acara.
- 2) Bagian II berisi pertanyaan mengenai kepentingan atau pembobotan parameter yang dibandingkan.

Berdasarkan Sugiyono (2003:74-78) sampling adalah teknik pengambilan *sample*, dimana dalam penelitian ini menggunakan metode non random *sample* dengan cara pengambilan *Proportional sampling* dimana pengambilan sampel mempertimbangkan unsur populasi penelitian, responden dalam hal ini adalah kader/relawan tangguh bencana yang terdapat di lokasi masing-masing.

Adapun beberapa pertimbangan yang digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam memperoleh kebutuhan data primer sekaligus pengisian kuisisioner yang dilakukan oleh kader atau relawan tangguh bencana (keltang) dimana hasil dari pengisian kuisisioner tersebut digunakan sebagai bahan perhitungan penentuan bobot di masing-masing parameter oleh peneliti diantaranya;

- 1) Kader atau Relawan tangguh bencana (keltang) merupakan penduduk lokal yang berdomisili di Kota Malang dan pada umumnya bertempat tugas di lokasi tinggal;
- 2) Kader atau relawan tangguh bencana memiliki kuota atau jumlah dampingan yang jelas dan diatur dalam keputusan kepala kelurahan ataupun dari BPBD, dimana masing-masing kelurahan ditetapkan 15 Kader tangguh bencana (Keltang);
- 3) Kader tangguh bencana (keltang) memiliki akses yang jelas terhadap lokasi yang didampingi;

Adapun nama-nama responden yang dimaksud adalah :

Tabel 3.1 **Daftar Nama Responden**

No	Nama	Organisasi	Keterangan
1	Amalia Savira	Keltang	Hulu
2	Ninda Prafitasari	Keltang	Hulu
3	Rian	Keltang	Hulu
4	Kuncoro	Keltang	Hulu
5	Agustianti	Keltang	Hulu
6	Lailatul	Keltang	Hulu
7	Subagio	Keltang	Hulu
8	Agus Gunarto	Keltang	Hulu
9	Suhartatik	Keltang	Hulu
10	Sukirno	Keltang	Tengah
11	Anik Indrawati	Keltang	Tengah
12	S.Widodo	Keltang	Tengah
13	Abukara	Keltang	Tengah
14	Umiarsih	Keltang	Tengah
15	Nuryasin	Keltang	Tengah

16	Ridha Fauziah	Keltang	Tengah
17	Arif Subandi	Keltang	Tengah
18	Sapta S	Keltang	Tengah
19	Sulaiman	Keltang	Hilir
20	Tukidi	Keltang	Hilir
21	Ujang WS	Keltang	Hilir
22	Supriadi	Keltang	Hilir
23	Andreas	Keltang	Hilir
24	Dwi S	Keltang	Hilir
25	Yuyun	Keltang	Hilir
26	Bambang Santoso	Keltang	Hilir
27	Lilik Jumiasih	Keltang	Hilir

3.9 Pemetaan Kawasan dengan QGIS

Hasil dari pembobotan yang dianalisa dengan metode AHP sebagai bahan input ke dalam QGIS untuk selanjutnya dilakukan pengolahan peta, sehingga diperoleh gradasi warna yang menunjukkan tingkat kerentanan kawasan. Peta yang dihasilkan berdasarkan parameter yang dikaji diantaranya ;

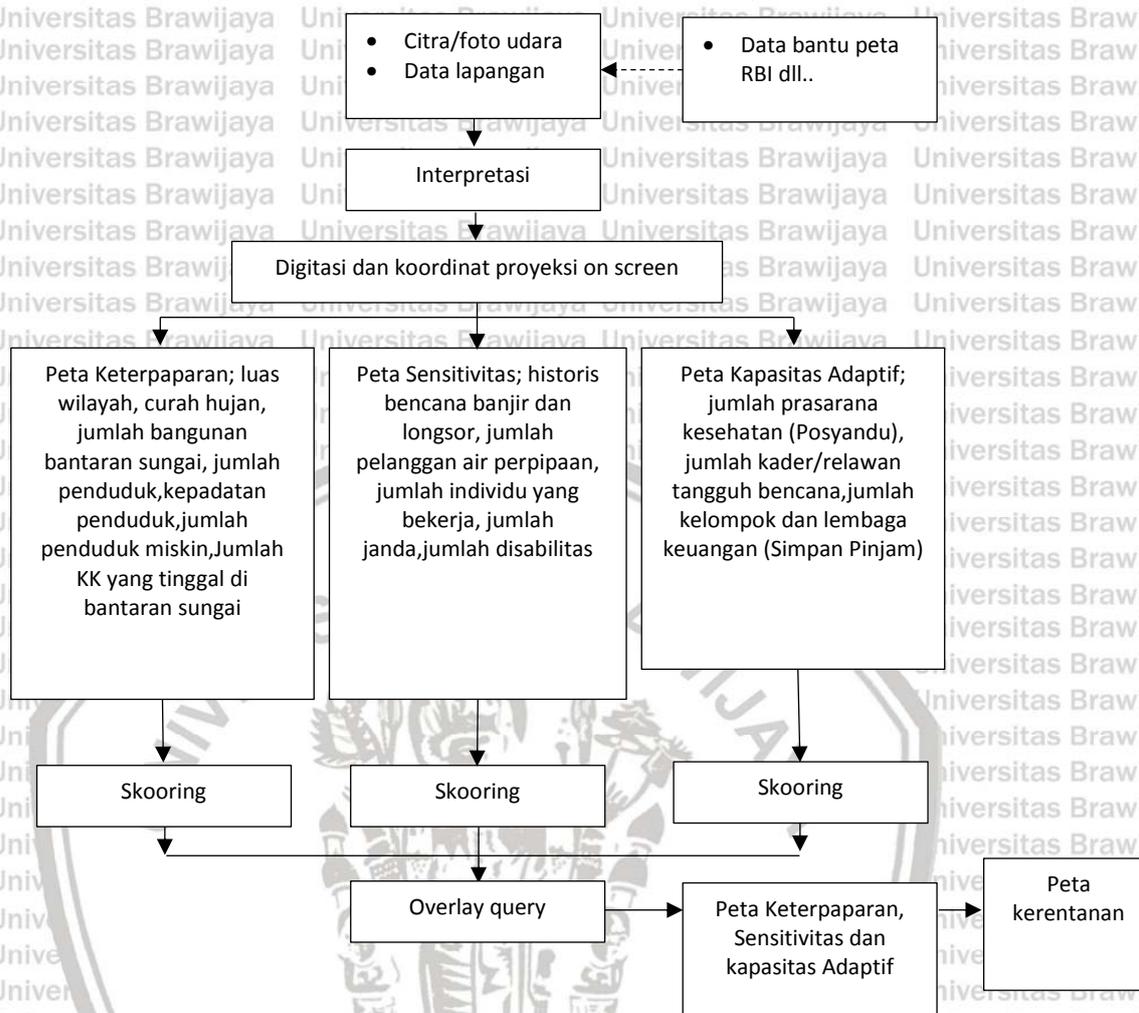
- 1) Peta keterpaparan kelurahan kawasan DAS Brantas
- 2) Peta sensitivitas kelurahan kawasan DAS Brantas
- 3) Peta kapasitas adaptasi kelurahan kawasan DAS Brantas

Komponen yang ada di dalam sistim informasi geografis (SIG) mencakup tiga hal, yaitu input, proses, dan output. Input dapat berupa bahan data berupa citra/foto udara dan data primer dari lapangan yang dilakukan intepretasi serta digitasi, dalam penelitian ini digunakan *digityzing on screen*. Proses dalam SIG mencakup suatu teknik query dari parameter-parameter input yang dilakukan tumpang susun (overlay).

Beberapa peta parameter yang dilakukan pengolahan data secara tumpang susun (overlay) diantaranya; peta luas wilayah, peta curah hujan, peta ketersediaan air, peta historis bencana banjir dan longsor, peta prosentase penduduk miskin, peta sistem peringatan dini (EWS), peta jumlah kelompok dan lembaga, peta sebaran jumlah kader atau relawan tangguh bencana, peta sebaran kelurahan tangguh bencana di area DAS Brantas Kota Malang.

Sejumlah peta tersebut dibagi menjadi 3 klasifikasi parameter keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptif, dimana hasil akhir nantinya akan dimunculkan peta kerentanan.

Untuk melakukan analisis pada peta terlebih dahulu dilakukan penyamaan koordinat serta sistem proyeksi setiap parameter peta. Di dalam penelitian ini digunakan koordinat UTM (*Universal Trade Mercator*) dengan tujuan agar dalam perhitungan luasan didapatkan nilai yang akurat. Pada query dilakukan suatu perhitungan data baik berupa penjumlahan, pengurangan, pembagian serta perkalian nilai dari peta. Sebagai output yaitu berupa data peta yang disajikan guna tujuan tertentu. Secara detail diuraikan pada diagram gambar 3.4 sebagai berikut :



Gambar 3.4 Diagram alur overlay GIS

Sumber: Alur Penilaian 2018

Metode yang digunakan dalam analisis SIG mengenai kerentanan kawasan DAS Brantas Kota Malang terhadap potensi bencana yang terkait dengan iklim di Kota Malang ini adalah metode tidak langsung, yaitu suatu metode yang digunakan dengan melalui beberapa pendekatan berdasarkan parameter yang mendukung (keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptif) yang diberikan suatu nilai (skor) sesuai dengan tingkat kerentanannya.

1.10 Jadwal Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Januari 2018 sampai dengan Juni 2018. Dalam upaya penyelesaian penelitian tepat waktu, maka disusunlah sebuah kalender tahapan penyelesaian penelitian dalam beberapa tahapan, tahap penyelesaian penelitian ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 3.2 Kalender Penelitian

No	Uraian Kegiatan	Bulan					
		Jan	Peb	Maret	April	Mei	Juni
1	Pengumpulan Data Sekunder						
2	Survey lapang perolehan data kerentanan fisik						
3	Survey lapang perolehan data kerentanan ekonomi						
4	Survey lapang perolehan data kerentanan sosial						
5	Survey lapang perolehan data kerentanan						
6	Pengolahan Data dan Pemetaan						
7	Analisis Data						
8	Penyusunan Laporan Penelitian						
9	Konsultasi dan Diskusi						
10	Seminar Hasil Penelitian						
11	Ujian Thesis						

BAB IV

PROFIL WILAYAH KAJIAN

4.1 Gambaran Umum Kota Malang

4.1.1 Letak Geografis dan Administrasi

Kota Malang merupakan salah satu kota di Propinsi Jawa Timur yang terletak di dataran tinggi. Kota Malang berjarak 90 kilometer di sebelah selatan Kota Surabaya, dan wilayah Kota Malang ini dikelilingi oleh Kabupaten Malang. Kota Malang merupakan kota terbesar kedua di Jawa Timur dan dikenal dengan julukan "Kota Pelajar". Kota ini secara geografis berada pada posisi 112,06°-112,07° Bujur Timur dan 7,06 - 8,02 Lintang Selatan serta terletak pada rentang ketinggian antara 440 – 667 m dpl yang dikelilingi beberapa gunung meliputi Gunung Arjuno di sebelah Utara, Gunung Tengger di sebelah Timur, Gunung Kawi di sebelah Barat, dan Gunung Kelud di sebelah Selatan. Kota Malang memiliki luas wilayah administratif sebesar 110,06 km² dengan batas-batas administratif sebagai berikut:

Sebelah Utara : Kecamatan Singosari dan Karangploso Kab.Malang

Sebelah Timur : Kecamatan Pakis dan Tumpang Kab.Malang

Sebelah Selatan: Kecamatan Tajinan dan Pakisaji

Sebelah Barat : Kecamatan Wagir dan DAU

Secara administrative, wilayah Kota Malang terdiri dari 5 kecamatan dan 54 kelurahan .

Tabel 4.1 Luas Wilayah Kota Malang Tiap Kecamatan

No	Kecamatan	Luas Wilayah (km ²)
1	Kedungkandang	39,89
2	Sukun	20,97
3	Klojen	8,83
4	Blimbing	17,77
5	Lowokwaru	22,60
Jumlah		110,06

Sumber : Malang Kota Dalam Angka, 2015

4.1.2 Topografi

Kota Malang merupakan dataran tinggi dengan ketinggian 440 – 667 meter di atas permukaan laut (m dpl), dimana daerah terendah berada di Kelurahan Tlogowaru Kecamatan Kedungkandang. Sementara itu, salah satu lokasi yang paling tinggi di Kota Malang adalah pegunungan Buring yang juga terletak pada bagian timur wilayah kota. Dari atas pegunungan ini terlihat jelas pemandangan yang indah ke bagian wilayah lain kota antara lain dari arah Barat terlihat barisan Gunung Kawi dan Panderman, kemudian dari arah utara terdapat Gunung Arjuno, selanjutnya dari arah timur terlihat Gunung Semeru dan apabila kita melihat ke bawah terlihat hamparan kawasan perkotaan Malang.

Selanjutnya, Kota Malang memiliki kondisi kelerengan wilayah yang berada pada rentang antara 0 – 15%. Kemudian juga terdapat beberapa sungai yang mengalir di wilayah Kota Malang yang membuat kondisi topografi semakin beragam meliputi Sungai Brantas, Sungai Metro, Sungai Amprong dan Sungai Bango.

4.1.3 Geologi dan Jenis Tanah

Menurut sebarannya terdapat 4 (empat) macam kondisi tanah/lahan di wilayah Kota Malang, meliputi:

- a) Bagian Utara merupakan dataran tinggi yang subur cocok untuk pertanian;
- b) Bagian Selatan merupakan dataran tinggi yang cocok untuk kawasan industri;
- c) Bagian Timur merupakan dataran tinggi dengan keadaan kurang subur;
- d) Bagian Barat merupakan dataran tinggi yang luas.

Sementara itu, untuk kondisi jenis tanah di Kota Malang meliputi 4 jenis, yakni tanah alluvial, tanah mediteran, tanah asosiasi latosol, serta tanah asosiasi andosol.

4.1.4 Sumber Daya Air (Hidrologi)

Air merupakan kebutuhan dasar bagi manusia. Pemanfaatan air baku bagi kehidupan manusia pada umumnya digunakan untuk kebutuhan air minum, mandi, cuci, serta untuk kebutuhan industri. Penggunaan air baku dibedakan atas sosial, non niaga, niaga, industri dan air yang terbuang atau air curah. Wilayah Kota Malang dilintasi atau dialiri oleh Sungai Brantas dengan beberapa anak sungainya yaitu Sungai Metro, Sukun, Bango, dan Amprong. Secara garis besar, wilayah Kota Malang dibagi menjadi 3 daerah aliran sungai (DAS) atau bagian besar wilayah tangkapan hujan, yaitu:

- a) Malang Utara, oleh DAS Bango dan DAS Amprong.
- b) Malang Barat, oleh DAS Brantas.
- c) Malang Selatan, oleh DAS Brantas, DAS Metro, dan DAS Sukun.

Sumber air baku Kota Malang berasal dari 5 mata air dan 4 sumur bor.

Adapun lokasi dari tiap sumber mata air meliputi Mata Air Wendit, Binangun, Banyuning, Karanganyar, dan Sumber Sari. Untuk jaringan distribusi air baku Kota Malang melalui PDAM terdiri dari jaringan primer dan jaringan sekunder. Jaringan distribusi air baku ini melewati beberapa ruas jalan di tiap kecamatan Kota Malang.

4.1.5 Klimatologi

Perubahan iklim bukan lagi sebuah isu. Perubahan iklim adalah sebuah fakta yang harus dihadapi oleh masyarakat di bumi. Selain itu, perubahan iklim tidak hanya menjadi konsumsi para akademisi, pemerintah dan pelaku bisnis semata sebab topik ini telah menjadi pembicaraan masyarakat umum karena dampaknya yang dirasakan secara langsung dan nyata terasa.

Kondisi iklim atau klimatologi wilayah Kota Malang selama tahun 2015 tercatat rata-rata suhu udara berkisar antara 22°C sampai 24,8°C. Sedangkan suhu maksimum mencapai 31,4°C dan suhu minimum 17,2°C. Rata-rata kelembaban udara berkisar 66% - 83%, dengan kelembaban maksimum 98% dan minimum mencapai 19%. Dari hasil pengamatan Stasiun Klimatologi Karangploso Curah hujan yang relatif tinggi selama tahun 2015 terjadi di awal dan akhir tahun. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember yang mencapai 533 mm dan hujan terjadi selama 18 hari.

Tabel 4.2 Kondisi Klimatologi Kota Malang Tahun 2016

Bulan	Curah Hujan (mm)	Hari Hujan
Januari	73	6
Pebruari	261	17
Maret	496	20
April	281	13
Mei	186	4
Juni	46	3
Juli	-	-
Agustus	-	-
September	-	-
Oktober	-	-
Nopember	93	10
Desember	533	18

Sumber : Kota Malang Dalam Angka 2016

4.1.6 Kondisi Penggunaan Lahan

Kota Malang memiliki luas wilayah yang sebesar 110,06 km² yang terdiri dari kawasan terbangun serta tidak terbangun. Kawasan terbangun meliputi permukiman, pekarangan dan lainnya. Sedangkan kawasan tidak terbangun meliputi pekarangan, hutan, ladang dan lainnya.

Tabel 4.3 Guna Lahan bukan sawah di Kota Malang Tahun 2016

Kecamatan	Permukiman	Sawah	Tegalan	Lahan Kosong
Kedungkandang	1.874,73	615,50	1.118,38	21,00
Sukun	1.282,86	284,00	396,30	133,41
Klojen	754,25	0,00	0,00	128,75
Blimbing	1.505,00	129,00	5,00	241,00
Lowokwaru	1.642,00	295,00	82,30	241,00

Sumber: Kota Malang dalam Angka 2016

Berdasarkan data BPS, dapat dilihat bahwa kondisi penggunaan lahan di Kota Malang didominasi oleh kawasan terbangun berupa permukiman dengan proporsi mencapai sebesar 63%, kemudian terdapat juga lahan persawahan, tegalan serta lahan kosong.

4.1.7 Kondisi Kependudukan

Penduduk Kota Malang pada tahun 2016 berjumlah 851.298 jiwa yang terdiri dari 419.713 jiwa penduduk laki-laki serta 431.585 jiwa penduduk perempuan.

Dengan demikian, rasio jenis kelamin penduduk Kota Malang sebesar 97,25 yang berarti bahwa setiap 100 jiwa penduduk perempuan terdapat 97-98 jiwa penduduk laki-laki. Dalam kurun tahun 2010 – 2015, rata-rata laju pertumbuhan penduduk di Kota Malang setiap tahun sebesar 0,75%.

Dilihat dari persebarannya, maka Kecamatan Lowokwaru merupakan kecamatan dengan jumlah penduduk terbesar yakni sebanyak 193.321 jiwa, kemudian Kecamatan Sukun (190.053 jiwa), Kecamatan Kedungkandang (186.068 jiwa), Kecamatan Klojen (104.127 jiwa). Kemudian terkait dengan kepadatan penduduk, wilayah dengan kepadatan tertinggi adalah Kecamatan Klojen yaitu mencapai 11.792 jiwa/km², sedangkan yang terendah meliputi wilayah Kecamatan Kedungkandang sebesar 4.665 jiwa/km². Selengkapnya kondisi kependudukan di Kota Malang dapat dilihat sebagaimana pada tabel berikut:

Tabel 4.4 Distribusi dan Rasio Jenis Kelamin Penduduk Tahun 2016

Kecamatan	Penduduk Laki-laki	Penduduk Perempuan	Total Penduduk	Rasio Jenis Kelamin
Kedungkandang	92.557	93.3511	186.068	98,98
Sukun	94.399	95.654	190.053	98,69
Klojen	49.569	54.558	104.127	90,86
Blimbing	88.036	89.693	177.729	98,15
Lowokwaru	95.152	98.169	193.321	96,93
Jumlah	419.713	431.585	851.298	97,25

Sumber: Kota Malang Dalam Angka Tahun 2016

Tabel 4.5 **Kepadatan Penduduk Kota Malang Tahun 2016**

Kecamatan	Luas Wilayah (km ²)	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kepadatan (jiwa/km ²)
Kedungkandang	39,89	186.068	4.665
Sukun	20,97	190.053	9.063
Klojen	8,83	104.127	11.792
Blimbing	17,77	177.729	10.002
Lowokwaru	22,60	193.321	8.554
Jumlah	110,06	851.298	7.735

Sumber: Kota Malang Dalam Angka Tahun 2016

4.1.8 Pertanian

Hampir seluruh kecamatan di Kota Malang memiliki lahan pertanian sawah, kecuali kecamatan klojen yang tidak memiliki lahan pertanian sawah. sedangkan kecamatan yang memiliki lahan pertanian sawah terluas adalah Kecamatan Kedungkandang (593,00 Ha). Dari hasil kegiatan pertanian tanaman padi total luas panen selama tahun 2014 seluas 1.985 Ha dengan total produksi 13.179 ton.

Tabel 4.6 **Luas sawah dan bukan sawah**

Kecamatan	lahan sawah	lahan kering	lainnya	total
Kedungkandang	593,00	1.250,00	22,00	1.865,00
Sukun	276,00	443,00	266,00	985,00
Klojen	1,00	1,00	7,00	8,00
Blimbing	104,00	5,00	1,00	110,00
Lowokwaru	241,00	86,00	1,00	328,00
Total	1.214,00	1.785,00	297,00	3.296,00

Sumber : Kota Malang dalam Angka,2015

Tabel 4.7 Luas Panen Sawah

Kecamatan	Luas Panen	Produksi	Produktivitas
Kedungkandang	666	4065	61.04
Sukun	559	3671	65.67
Klojen	-	-	-
Blimbing	254	1689	66.5
Lowokwaru	506	3754	74.19
Total	1985	13179	66.39

Sumber : Kota Malang dalam Angka,2015

4.1.9 Peternakan

Sektor peternakan juga merupakan salah satu keunggulan di Kota Malang.

Populasi ternak yang cukup tinggi dapat menjadi potensi yang diunggulkan.

Berikut lebih rinci mengenai jumlah populasi ternak masing-masing komoditas.

Tabel 4.8 Populasi Ternak menurut Kecamatan

komoditas	Kedungkandang	Sukun	Klojen	Blimbing	Lowokwaru	Total
sapi perah	208	24	-	10	27	269
sapi potong	2685	362	-	512	682	4241
kerbau	12	43	-	50	45	150
kuda	12	12	-	11	23	58
kambing	538	133	33	171	177	1052
domba	110	72	18	69	76	345
kelinci	289	134	76	116	119	734
total	3854	780	127	939	1149	6849

Sumber : Kota Malang dalam Angka,2015

Berdasarkan data tersebut, jumlah populasi sapi potong merupakan komoditas paling tinggi diantara komoditas-komoditas lainnya.

Tabel 4.9 **Populasi Unggas menurut Kecamatan**

Kecamatan	Ayam Kampung	Ayam Pedaging	Ayam Petelur	Itik	Puyuh	Entok	Jumlah
Kedungkandang	19894	106000	51700	3398	0	225	181217
Sukun	10794	0	100000	5097	0	128	116019
Klojen	4421	0	300	58	0	58	4837
Blimbing	11005	0	0	2126	1600	109	14840
Lowokwaru	7962	0	0	4116	0	112	12190
Total	54076	106000	152000	14795	1600	632	329103

Sumber : Kota Malang dalam Angka,2015

Populasi unggas juga memiliki peran penting dalam peternakan di Kota Malang dan saat ini populasi tertinggi pada komoditas ayam petelur mencapai 46% dibanding komoditas-komoditas lainnya.

4.1.10 Industri

Berdasarkan banyaknya pekerja, industri pengolahan dikelompokkan menjadi 4 golongan yaitu Industri Besar (jumlah pekerja lebih dari 100 orang), Industri Sedang (jumlah pekerja 20-99 orang), Industri Kecil (jumlah pekerja 5-19 orang), dan Industri Rumah Tangga (jumlah pekerja 1-4 orang). Pengumpulan data perusahaan industri besar dan sedang dilakukan setiap tahun dengan cara sensus lengkap. Pada tahun 2014, jumlah perusahaan industri besar dan sedang di Kota Malang tercatat sebanyak 103 perusahaan, namun yang merespon sampai bulan September 2015 sebanyak 103 perusahaan. Dari 103 perusahaan industri B/S yang ada di Kota Malang, mampu menyerap tenaga kerja sebanyak 11.514 orang pekerja. Sebagian besar perusahaan Industri B/S merupakan Sub sektor industri Pengolahan Tembakau. Industri pengolahan tembakau menyerap tenaga kerja

Tabel 4.10 Jumlah dan Pendapatan Industri

No	Sub Sektor Industri	Jumlah Perusahaan	Pendapatan
1	Industri Makanan dan Minuman	19	63.173.085
2	Insudtri Pengolahan Tembakau	12	166.898.013
3	Industri Tekstil dan Industri Pakaian Jadi	18	31.214.350
4	Industri Kulit, Barang dari kulit	3	57.275.868
5	Industri kayu, Anyaman dan Industri kertas, barang dari kerta sejenisnya	8	100.758.893
6	Industri penerbitan, percetakan & reproduksi media rekaman	10	45.317.262
7	Industri kimia dan barang dari kimia	1	2.016.400
8	Industri karet, barang dari karet dan barang dari plastik	6	18.252.157
9	Industri barang galian bukan logam	6	30939594,3

Sumber : Kota Malang dalam Angka,2015

4.1.11 Sistem Transportasi

Berdasarkan data Dinas Pekerjaan Umum Kota Malang, ruas jalan yang paling dominan pada wilayah Kota Malang adalah jalan kota sepanjang 140,78 kilometer, kemudian jalan propinsi 48,95 km sedangkan jalan nasional/negara 1,45 km. Berdasar data Samsat Kota Malang, diketahui bahwa diperoleh kendaraan bermotor yang di Kota Malang pada tahun 2015 sebanyak 512.072 unit kendaraan.

Peningkatan kepemilikan kendaraan/angkutan pribadi di Kota Malang ini cukup tinggi dan tidak diimbangi dengan peningkatan ketersediaan jaringan jalan baru.

Sementara itu juga terdapat sistem angkutan umum yang juga melayani kebutuhan pergerakan penduduk. Pelayanan angkutan jalan raya khususnya kereta api mengalami peningkatan jumlah penumpang dan barang yang diangkut

dibandingkan tahun sebelumnya. Jumlah penumpang yang menggunakan kereta api tahun 2013 sebanyak 574.847 dan barang yang diterima sebesar 840 ton.

4.1.12 Jaringan Jalan

Pada wilayah Kota Malang saat ini, pergerakan manusia dan barang mengalami peningkatan baik pergerakan internal (dari satu bagian wilayah kota menuju bagian wilayah yang lain) serta pergerakan eksternal (dari dan menuju Kota Malang). Peningkatan pergerakan tersebut ditandai dengan meningkatnya jumlah dan arus kendaraan pada ruas-ruas jaringan jalan yang ada di Kota Malang. Arus pergerakan kendaraan akan terlihat signifikan pada jam-jam tertentu seperti pada waktu dimulainya aktivitas masyarakat (pukul 07.00 WIB) dan berakhirnya kegiatan perkantoran (pukul 16.00 WIB), dimana terdapat kepadatan arus kendaraan bahkan cenderung macet pada ruas-ruas jalan yang menjadi penghubung antara daerah pinggiran/luar kota dengan pusat kota seperti ruas jalan Dinoyo – Tlogomas, Blimbing – Pandanwangi, Sukun – Gadang dan lainnya.

Hal ini dikarenakan kawasan pusat kota dan beberapa bagian wilayah kota lain merupakan tempat berkumpulnya berbagai aktivitas masyarakat seperti perkantoran, pendidikan, perdagangan dan lainnya. Pemusatan aktivitas fungsional kota tersebut menyebabkan tarikan yang cukup besar dari bagian wilayah kota lainnya maupun luar wilayah kota. Namun saat ini peningkatan jumlah kendaraan tidak diimbangi dengan penyediaan prasarana/jaringan jalan yang baru sehingga banyak ruas jalan di Kota Malang tidak mampu lagi menampung arus kendaraan yang melintas.

Jaringan jalan di Kota Malang berfungsi jalur distribusi barang dan jasa serta kerangka yang menunjang kegiatan pembangunan dan pengembangan wilayah kota. Ditinjau dari fungsinya, maka jaringan jalan yang ada di Kota Malang terdiri dari jalan arteri primer, arteri sekunder, kolektor primer, kolektor sekunder, lokal primer, lokal sekunder serta lingkungan. Fungsi jaringan jalan tersebut didasarkan pada kemampuan setiap ruas jalan dalam menghubungkan antar bagian wilayah kota. Pada tahun 2015, total panjang jaringan jalan di Kota Malang tersebut mencapai 663,34 km.

Tabel 4.11 Panjang Jalan Kota Malang Berdasarkan Fungsi Jalan

No	Fungsi	Panjang (km)
1	Arteri Primer	11,82
2	Arteri Sekunder	15,94
3	Kolektor Primer	8,16
4	Kolektor Sekunder	27,09
5	Lokal Primer	9,66
6	Lokal Sekunder	590,67
Total		663,34

Sumber : Kota Malang dalam Angka,2015

Berdasar data dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Malang, jalan kota (jalan lokal) memiliki panjang sebesar 873,26 km dengan sebagian besar ruas jalan dalam kondisi yang baik yakni sepanjang 792,39 km atau sebesar 90,74%. Sedangkan ruas jalan propinsi yang ada di Kota Malang sepanjang 49,32 Km pada tahun 2006, dengan 100% pada kondisi baik. Adapun panjang ruas jalan nasional yang ada di Kota Malang memiliki panjang 14,46 Km, dengan kondisi baik.

Tabel 4.12 Kondisi Jaringan Jalan Kota (Jalan Lokal) di Kota Malang

No	Kecamatan	2012			2013			2014		
		Panjang (km)	Kondisi (%)		Panjang (km)	Kondisi (%)		Panjang (km)	Kondisi (%)	
			Rusak	Baik		Rusak	Baik		Rusak	Baik
1	Blimbing	166,08	24	76	166,08	15	85	166,08	10	90
2	Klojen	106,31	17	83	106,31	13	87	106,31	8,7	91,3
3	Lowokwaru	228,02	12	88	228,02	10	90	228,02	5,6	94,4
4	Kd.kandang	131,83	20	80	131,83	12,7	87,3	131,83	10,2	89,8
5	Sukun	241,02	19,8	80,2	241,02	17,6	82,4	241,02	11,8	88,2
Jumlah		873,26	18,56	81,44	873,26	13,66	86,34	873,26	9,26	90,74

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Kota Malang

Tabel 4.13 Kondisi Jaringan Jalan Propinsi di Kota Malang

No	Kecamatan	2012			2013			2014		
		Panjang (km)	Kondisi (%)		Panjang (km)	Kondisi (%)		Panjang (km)	Kondisi (%)	
			Rusak	Baik		Rusak	Baik		Rusak	Baik
1	Blimbing	18,70	0	100	18,70	0	100	18,70	0	100
2	Klojen	4,10	0	100	4,10	0	100	4,10	0	100
3	Lowokwaru	16,30	0	100	16,30	0	100	16,30	0	100
4	Kd.kandang	1,80	0	100	1,80	0	100	1,80	0	100
5	Sukun	8,42	0	100	8,42	0	100	8,42	0	100
Jumlah		49,32	0	100	49,32	0	100	49,32	0	100

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Kota Malang, 2017

4.1.13 Kondisi Sistem Pelayanan Kebutuhan Air Bersih

Penggunaan air baku dapat dibedakan menjadi sosial, non niaga, niaga, industri dan air yang terbuang seperti air curah. Masyarakat di Kota Malang memenuhi kebutuhan air bersih selain dari jaringan perpipaan air bersih PDAM

juga memanfaatkan air bawah tanah dengan membuat sumur, sumur pompa tangan, maupun sumur pompa listrik. Secara umum, rumah tangga yang menggunakan sumur maupun pompa tersebut tidak terlayani oleh PDAM sebagian besar berada di wilayah Kecamatan Kedungkandang. Pada wilayah kecamatan tersebut, jaringan distribusi air bersih PDAM belum tersedia secara merata sehingga masyarakat memanfaatkan sumber air lainnya untuk memenuhi kebutuhan air bersihnya. Namun terdapat pula penduduk yang wilayah tinggalnya sudah terlayani oleh jaringan perpipaan air bersih PDAM namun juga tidak memanfaatkan atau mengakses jaringan tersebut yang disebabkan beberapa hal seperti faktor ekonomi dan faktor lokasi rumah tinggal dengan lokasi keberadaan jaringan perpipaan yang agak jauh.

Sistem jaringan perpipaan air bersih di Kota Malang sudah dibangun pada awal tahun 1900-an dan hingga saat ini telah dapat melayani sekitar $\pm 70\%$ penduduk. Sementara itu, cakupan wilayah pelayanan jaringan perpipaan air bersih PDAM saat ini baru mencapai $\pm 80\%$ dari luas wilayah kota. Secara umum, PDAM Kota Malang memakai 2 (dua) sistem pengaliran air dari sumber air baku (lokasi produksi) menuju tandon pelayanan (transmisi) serta saat pendistribusian air bersih ke pelanggan (distribusi), yaitu dengan menggunakan sistem gravitasi dan sistem perpompaan. Saat ini, sumber air baku untuk melayani kebutuhan di Kota Malang berasal dari 5 mata air dan 4 sumur bor. Adapun sumber mata air tersebut meliputi sumber Wendit, Binangun, Banyuning, Karangan, dan Sumpersari. Kemudian untuk jaringan distribusi air bersih PDAM terdapat jaringan perpipaan primer serta jaringan sekunder. Jaringan distribusi air baku ini melewati

beberapa ruas jalan yang ada di Kota Malang untuk mencapai seluruh lingkungan permukiman penduduk.

Berdasar data PDAM, total produksi air bersih yang diproduksi PDAM Kota Malang selama kurun tahun 2015 mencapai sebesar 43,288 juta m³ dengan jumlah pelanggan PDAM sampai dengan bulan Desember tahun 2015 tercatat sebanyak 146.795 unit pelanggan. Peningkatan perkembangan fisik kota diperkirakan menjadi salah satu faktor yang menyebabkan peningkatan kebutuhan air bersih kota.

Tabel 4.14 Perkembangan Produksi & Konsumsi Air Bersih PDAM

Bulan	Produksi (m ³)	Konsumsi (m ³)	Pelanggan (unit)
Januari	3.686.502	2.967.585	137.154
Februari	3.225.340	2.874.837	137.853
Maret	3.579.920	2.807.187	138.450
April	3.480.625	2.870.009	139.334
Mei	3.627.268	3.092.982	139.986
Juni	3.572.485	2.880.861	140.841
Juli	3.619.035	2.775.318	141.462
Agustus	3.682.406	2.907.427	142.232
September	3.601.337	2.912.752	143.662
October	3.753.944	3.034.976	144.794
November	3.646.660	3.063.430	146.040
December	3.812.507	2.978.352	146.795

Sumber: Kota Malang Dalam Angka,2016

4.1.14 Sistem Jaringan Drainase

Ditinjau dari kondisi fisik kewasannya, wilayah Kota Malang merupakan dataran tinggi yang dilayani saluran drainase alamiah/utama berupa beberapa sungai besar dan anak sungai, salah satunya adalah Sungai Brantas. Sistem jaringan drainase yang terdapat di Kota Malang terdiri atas 2 (dua) jenis yakni

drainase makro dan drainase mikro. Sistem drainase makro Kota Malang pada umumnya memanfaatkan sungai sebagai saluran pembuangan akhir, dimana terdapat 5 (lima) sungai besar yakni Sungai Brantas, Sungai Amprong, Sungai Bango, Sungai Metro dan Sungai Sukun (Saluran Irigasi Primer).

Sungai besar tersebut membentuk Daerah Aliran Sungai (DAS) yang membagi wilayah Kota Malang menjadi 3 (tiga) bagian, yaitu:

- Daerah Aliran Sungai (DAS) Metro, melayani tangkapan air hujan pada wilayah Malang Barat dan Tengah;
- Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas, melayani tangkapan air hujan pada wilayah Malang Tengah dan Malang Barat Laut;
- Daerah Aliran Sungai (DAS) Bango, melayani tangkapan air hujan pada wilayah Malang Tenggara dan Timur Laut.

Sementara itu, sistem drainase mikro berkembang dengan 2 (dua) pola yakni saluran tertutup dan saluran terbuka. Saluran drainase tertutup sebagian besar merupakan saluran peninggalan Belanda yang berada pada kawasan permukiman ljen dan kawasan pusat kota. Sementara itu, saluran drainase terbuka merupakan saluran yang sebagian besar pembangunan/penyediaannya dilakukan oleh pemerintah kota bersama masyarakat setempat, dan saluran ini banyak tersedia pada sisi kanan dan kiri ruas jalan lokal maupun jalan lingkungan. Saluran drainase di Kota Malang ini sebagian besar masih difungsikan oleh masyarakat sebagai saluran pembuangan limbah cair domestik. Oleh karena itu sistem drainase yang ada, khususnya di Kecamatan Klojen dan Perumnas Sawojajar masih menggunakan sistem drainase gabungan (*mix drain*) dimana pembuangan air

limbah/air kotor dan air hujan disalurkan melalui satu saluran, dimana hal ini disebabkan karena terbatasnya lahan untuk saluran drainase.

Dalam hal ini, sistem drainase gabungan memiliki beberapa kekurangan seperti perencanaan saluran yang menggunakan debit maksimum antara air limbah domestik dan air hujan seringkali sehingga pada musim kemarau hanya digunakan untuk menyalurkan air limbah saja. Dengan debit pengaliran air limbah yang rendah dan kondisi saluran drainase yang rata-rata cukup landau karena topografi wilayah kota yang relatif datar memungkinkan terjadi sedimentasi pada dasar saluran drainase dan pada akhirnya sangat mempengaruhi kapasitas saluran pembuangan. Sedangkan beberapa kelebihan sistem drainase gabungan yaitu:

- a) Lahan yang perlu disediakan tidak terlalu luas (terutama untuk saluran terbuka) sehingga ditinjau dari tata letak, sistem jaringan drainase gabungan masih sederhana.
- b) Operasi dan Pemeliharaan (OP) pada sistem jaringan drainase gabungan mudah dan murah dibandingkan dengan sistem jaringan drainase terpisah.
- c) Permasalahan genangan di Kota Malang meliputi genangan di sekitar DAS

4.1.15 Sistem Pengelolaan Persampahan

Permasalahan sampah pada suatu kota amat erat kaitannya dengan asal sampah serta sumber penghasil sampah, dikarenakan sumber penghasil sampah akan memberikan kontribusi yang berbeda terkait volume timbulan sampah yang dihasilkan maupun komposisi sampahnya. Umumnya besaran timbulan sampah pada setiap tempat atau kegiatan tidak sama. Kondisi perekonomian yang semakin baik diperkirakan berpengaruh terhadap perubahan pola hidup

masyarakat yang secara tidak langsung akan mempengaruhi timbulan sampah yang dihasilkan tiap hari. Dalam hal ini, faktor-faktor yang mempengaruhi jenis dan besarnya timbulan sampah adalah:

a) Jumlah Penduduk

Semakin besar jumlah penduduk pada suatu wilayah maka diperkirakan semakin banyak pula timbulan sampah yang dihasilkan.

b) Keadaan sosial ekonomi

Semakin tinggi keadaan sosial ekonomi masyarakat, semakin banyak jumlah timbulan sampah yang dihasilkan, karena terdapat kecenderungan semakin membaiknya perekonomian maka tingkat kebutuhan semakin meningkat.

Ditinjau dari kualitas sampah yang dihasilkan, saat inipun banyak sampah yang sifatnya tidak dapat membusuk, contohnya adalah wadah atau tempat makanan yang banyak terbuat dari plastik, atapun *sterofoam*. Kenaikan kesejahteraan inipun akan meningkatkan kegiatan konstruksi dan pembangunan, transportasi bertambah, dan produk pertanian, industri dan lain-lain akan bertambah dengan konsekuensi bertambahnya timbulan sampah.

c) Musim

Musim sangat berpengaruh pada jenis sampah yang dihasilkan. Di Indonesia karena terdiri dari 2 musim maka sebagian besar jenis sampahnya adalah sampah basah yang bersifat mudah membusuk (*garbage*).

d) Tingkat teknologi atau kemajuan teknologi

Kemajuan teknologi akan menambah jumlah maupun kualitas sampah, karena pemakaian bahan baku yang semakin beragam, cara pengepakan dan produk manufaktur yang semakin beragam pula.

Komposisi dan volume sampah yang dihasilkan pada suatu wilayah sangat erat kaitannya dengan upaya pengelolaan sampah tersebut, terutama yang terkait dengan perencanaan peningkatan infrastruktur persampahan dan teknologi pengolahan sampah yang akan diterapkan. Pengelolaan sampah di Kota Malang saat ini dikelola oleh Bidang Kebersihan pada Dinas Kebersihan dan Pertamanan.

Salah satu upaya pengelolaan sampah adalah penyediaan sarana dan prasarana sampah secara memadai. Pada wilayah Kota Malang, tersedia fasilitas TPA Supit Urang yang berada di Kelurahan Mulyorejo, Kecamatan Sukun. Sementara itu untuk pengumpulan sampah dari lingkungan permukiman dan kawasan lainnya, disediakan fasilitas TPS yang saat ini sebanyak 76 unit dan tersebar di seluruh wilayah kecamatan. Selanjutnya juga terdapat sarana pengangkutan sampah dari lingkungan perumahan penduduk berupa gerobak sampah dan motor sampah serta saraba pengangkutan dari TPS menuju TPA berupa truk sampah. Berikut merupakan sebaran TPS yang ada di wilayah Kota Malang.

Berdasar komposisinya, sampah yang ada di Kota Malang dapat dibedakan paling tidak menjadi 11 jenis, yaitu organik, kertas dan kardus, plastik, gelas/kaca, logam, tekstil, karet, tulang, sampah berbahaya, inert dan residu. Berdasar volumenya maka jenis sampah yang banyak dihasilkan masyarakat adalah sampah organik mencapai 65% dari total timbulan sampah.

Proses pengelolaan atau penanganan sampah di Kota Malang diawali dengan pengumpulan timbulan sampah yang berasal dari berbagai

sumber/kawasan seperti perumahan, pasar, sekolah, jalan, perkantoran, pertokoan serta terminal, yang kemudian disalurkan dan ditampung pada TPS terdekat dan selanjutnya diangkut untuk diolah di TPA. Sistem pengelolaan sampah yang dilaksanakan sampai saat ini sebagian besar merupakan paradigma lama, yaitu kumpul, angkut dan buang, sementara untuk pengolahan dengan konsep atau dengan konsep 3R (*Reduce, Reuse & Recycle*) masih jarang dilakukan penduduk meskipun saat ini sudah mulai dikembangkan dengan baik.

Secara prinsip, pengelolaan sampah pada tiap TPS relatif sama, yaitu pengangkutan sampah dari sumber timbulan sampah menuju lokasi TPS dilakukan oleh petugas kebersihan lingkungan terutama yang berasal permukiman/perumahan, kecuali pada kawasan pasar dan industri maka sampahnya langsung disalurkan ke TPA.

4.1.16 Sistem Pengelolaan Sanitasi

Sistem pengelolaan sanitasi ini diperlukan untuk penanganan dan pengelolaan limbah cair yang berasal dari aktivitas domestic (rumah tangga) maupun non domestik serta dari aktivitas industri. Pengelolaan limbah cair ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kondisi kebersihan dan kesehatan lingkungan. Dalam hal ini, upaya pengelolaan sanitasi di wilayah Kota Malang dapat diuraikan sebagai berikut:

1) Limbah Cair Domestik/Rumah Tangga

Kondisi pengelolaan limbah cair domestik/rumah tangga di wilayah Kota Malang sebagian sudah melalui proses pengolahan namun sebagian rumah tangga langsung menyalurkan limbahnya menuju sungai atau diresapkan ke dalam

tanah. Pengelolaan limbah cair rumah tangga di Kota Malang sebagian besar masih memanfaatkan upaya pengolahan konvensional yaitu menggunakan *septic tank* di masing-masing rumah tangga, namun demikian kondisi *septic tank* ini belum menjamin bahwa hasil pengolahan sudah memenuhi persyaratan. Selain penggunaan *septic tank* pribadi terdapat pula sistem pengolahan secara komunal di berbagai tempat seperti di Kelurahan Mergosono, Ciptomulyo, Tlogomas dan lain-lain.

2) Limbah Industri

Kota Malang memiliki berbagai macam industri baik skala menengah, sedang hingga kecil. Dari berbagai industri tersebut rata-rata industri dengan skala besar dan menengah sudah memiliki instalasi pengolahan air limbah, sedangkan untuk industri kecil atau home industry masih banyak dijumpai yang belum memiliki IPAL. Keluaran air limbah dari berbagai industri tersebut disalurkan melalui saluran drainase kota untuk kemudian dialirkan menuju ke Sungai Brantas. Sebagai akibatnya sering terjadi berbagai kasus pencemaran seperti yang terjadi beberapa tahun terakhir yang terjadi di Bendungan Sutami yang merupakan salah satu bendungan dari Sungai Brantas. Kasus yang terjadi diantaranya adalah matinya ikan di Bendungan Sutami akibat akumulasi limbah organik tinggi dari pembuangan limbah industri yang selama tiga tahun terakhir selalu melebihi baku mutu. Penyebab lainnya, fluktuasi kandungan oksigen terlarut (KOT) yang ekstrem dan tidak ada mekanisme pengendalian pencemaran yang baik.

3) Limbah Medis

Limbah medis dikategorikan menjadi tiga yaitu limbah infeksius, non infeksius dan bahan beracun berbahaya (B3). Penanganan untuk sampah (limbah padat) infeksius padat biasanya dilakukan pemusnahan dengan cara dibakar pada incinerator yang mampu menghasilkan suhu pembakaran hingga lebih dari 1000°C. Sedangkan untuk limbah padat non infeksius diperlakukan sama dengan penanganan sampah pada umumnya. Khusus untuk limbah B3 perlu mendapatkan penanganan secara khusus. Penanganan untuk limbah cair biasanya rumah sakit memiliki fasilitas berupa instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Dengan adanya IPAL ini diharapkan air limbah sudah mendapatkan pengolahan yang baik dan memenuhi standart baku mutu sehingga layak untuk dibuang.

4) Kondisi Pengolahan Limbah Domestik dengan *On-site System*

Pengolahan air limbah domestik dengan *on-site system* banyak dijumpai di Kota Malang. Adapun teknologi atau pengolahan yang dipakai pada *on-site system* ini adalah jamban yang biasanya dibangun di masing-masing rumah atau di tempat-tempat tertentu dan dipakai secara bersama atau kolektif untuk beberapa rumah tangga. Penyediaan jamban ini sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya faktor ekonomi dan ketersediaan lahan. Tingkat ekonomi penduduk sedang dan tinggi mampu untuk membuat toilet yang memenuhi syarat di rumah masing-masing, sedangkan untuk masyarakat dengan penghasilan sedikit/rendah biasanya tidak bisa membuat jamban sendiri tetapi mereka mendapatkan fasilitas berupa jamban secara kolektif.

Pada kenyataannya sampai saat ini masih sering dijumpai masyarakat ekonomi

lemah yang tinggal di bantaran sungai memanfaatkan sungai sebagai tempat mandi dan buang air besar. Ketersediaan lahan juga merupakan faktor yang penting dalam penyediaan jamban. Untuk lokasi yang padat penduduknya dan tidak mempunyai lahan yang cukup untuk membuat jamban biasanya dibuatkan jamban bersama.

Berikut adalah jenis jamban yang umumnya dipakai oleh masyarakat di Kota Malang:

a) Cubluk (toilet cemplung)

Cubluk/toilet cemplung atau sistem sederhana ini menampung/menerima kotoran dalam lubang galian tanah di bawah toilet. Penguraian dari kotoran manusia menghasilkan gas-gas (karbon dioksida dan metana) dan mengurangi volume lumpur. Mengalirnya air ke dalam tanah di sekitarnya terjadi melalui tepian lubang dan dasar galian. Dampak dari sistem jamban ini adalah kotoran manusia akan meresap atau merembes langsung ke dalam tanah sehingga bisa mencemari air tanah. (UNEP, 2001)

b) Plengsengan

Jamban plengsengan biasanya dibuat di daerah bantaran sungai. (Dinas Kesehatan Kota Malang, 2005). Manusia membuang kotoran langsung ke sungai tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu. Dampak yang ditimbulkan adalah tercemarnya air sungai oleh bakteri yang berasal dari kotoran manusia.

c) Leher Angsa Tanpa Sarana Tangki Septik

Jamban jenis ini mempunyai penyekat air yang berfungsi untuk mencegah bau dan masuknya serangga. Tinja dalam toilet diguyur dengan

menyiramkan 2 sampai 3 liter air. Campuran air dan tinja tersebut masuk ke dalam lubang dengan cara yang sama dengan toilet cemplung. Proses penguraian tinja di dalam lubang juga sama. Semakin banyak air yang menyusup ke tanah di sekeliling lubang galian maka semakin besar potensi untuk mencemari air tanah.

d) Leher Angsa dengan Sarana Tangki Septik

Pada jenis ini kotoran manusia tidak langsung dibuang atau masuk ke dalam tanah, tetapi melalui pengolahan yang disebut dengan tangki septik. Tangki septik adalah tangki kedap air, biasanya berada di bawah tanah dan menerima buangan limbah kotoran manusia dan air limbah dari rumah tangga. Setelah tinja diuraikan atau mengalami pengolahan dalam tangki septik kemudian dialirkan menuju ke tangki resapan. Pada tangki resapan ini kandungan pencemar dari tinja maupun air limbah rumah tangga sudah berkurang sehingga aman untuk dibuang atau diresapkan ke dalam tanah.

e) Kondisi Pengolahan Limbah Domestik dengan *Off-site System*

Pengolahan air limbah domestik di Kota Malang selain memakai *on-site* system juga memakai *off-site* system atau sering disebut Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik. Kondisi IPAL domestik yang ada saat ini sebagian masih berfungsi dengan baik dan sebagian lagi tidak. Beberapa faktor yang mengakibatkan IPAL domestik menjadi kurang berfungsi atau bahkan tidak berfungsi sama sekali adalah kapasitas air limbah yang masuk ke dalam IPAL sudah tidak sesuai dengan desain perencanaan, rusaknya bangunan IPAL serta kurangnya perawatan. IPAL yang masih berfungsi dengan baik antara lain : IPAL MSS Mergosono di

Kelurahan Mergosono; IPAL MSS Ciptomulyo di Kelurahan Ciptomulyo; IPAL hasil kerjasama Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) dengan Perum Jasa Tirta I (PJT 1) di Kelurahan Tlogomas dan MCK Tangki AG di Kelurahan Tlogomas.

4.1.17 Kondisi Fasilitas Ruang Terbuka Hijau

Ruang terbuka hijau adalah salah satu unsur penting yang dapat mengendalikan kualitas lingkungan perkotaan. Ketentuan proporsi ketersediaan ruang terbuka kota dalam undang-undang nomor 26 tahun 2007 adalah paling sedikit 30 % dari luas wilayah kota. Ketersediaan RTH perkotaan apabila disediakan dengan baik, maka RTH kota adalah salah satu lahan potensial yang dapat dijadikan kawasan konservasi ex-situ.

Ruang Terbuka Hijau (RTH) merupakan elemen penting yang mendukung perkembangan suatu kota terutama mendukung pencapaian aspek-aspek pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*). Pemenuhan kebutuhan RTH pada setiap kota/kabupaten di Indonesia harus memenuhi proporsi 30% dari total luas wilayah, dimana sebesar 20% merupakan RTH publik yang harus disediakan oleh pemerintah daerah dan 10% merupakan RTH privat yang dapat disediakan oleh masyarakat atau swasta.

Pada saat ini, terdapat fasilitas RTH di Kota Malang yang terdiri dari hutan kota, taman kota dan jalur hijau. Berdasar Keputusan Walikota Malang Nomor 188.45/35.73.112/2016 tentang Penetapan Taman Kota, Hutan Kota, dan Jalur Hijau di Kota Malang maka terdapat Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kota Malang sebesar 42,14 hektar. Namun luasan tersebut belum termasuk RTH jenis lain

seperti tempat pemakaman umum serta sempadan sungai, sempadan jalur kereta api dan lainnya.

Tabel 4.15 Sebaran Hutan Kota Malang yang Dikelola Pemerintah Kota

No.	Nama Hutan Kota	Luas (m ²)	Kelurahan	Kecamatan	Kondisi	Ket.
1	Hutan Kota Jl. Malabar	16.812	Oro-oro Dowo	Klojen	Terpelihara	Jl. Malabar
2	Hutan Kota Jl. Jakarta	14.777	Gadingkasri	Klojen	Terpelihara	Jl. Jakarta
3	Hutan Kota Jl. Kediri	5.479	Gadingkasri	Klojen	Terpelihara	Jl. Kediri
4	Hutan Kota Velodrome	12.500	Madyopuro	Kedungkandang	Terpelihara	Jl. Simpang Trsn. Danau Sentani
5	Hutan Kota Bumi Perkemahan Hamid Rusdi	18.000	Wonokoyo	Kedungkandang	Terpelihara	Jl. Sekar Putih
6	Hutan Kota Mulyorejo	5.000	Mulyorejo	Sukun	Terpelihara	Jl. Raya Mulyorejo
7	Hutan Kota Jl. Indragiri	2.500	Purwantoro	Blimbing	Terpelihara	Jl. Taman Indragiri
Total Luas Hutan Kota Malang			75.068 m ²			

Sumber: Keputusan Walikota Malang Nomor 188.45/35.73.112/2016

4.1.18 Kondisi Fasilitas Pendidikan

Kota Malang adalah kota terbesar kedua di Jawa Timur setelah Kota Surabaya, dimana Kota Malang dikenal sebagai kota pendidikan karena banyaknya fasilitas pendidikan yang tersedia dari mulai tingkat TK, SD sampai Perguruan Tinggi/Akademi. Sementara itu, jenis pendidikan non formal seperti kursus bahasa asing dan kursus komputer, baik yang diselenggarakan oleh pemerintah maupun swasta.

Tabel 4.16 Sebaran Sarana Pendidikan di Kota Malang Tahun 2015

Kecamatan	Jenis Sekolah							
	TK	SD	SMP	SMA	SMK	MI	MTS	MA
Kedungkandang	60	55	16	6	8	24	14	5
Sukun	69	57	16	5	11	12	3	1
Klojen	73	42	26	18	11	6	5	4
Blimbing	65	58	22	6	11	5	2	1
Lowokwaru	73	59	21	12	13	5	6	4
Total	340	271	101	47	54	52	30	15

Sumber: Kota Malang Dalam Angka, 2017

4.1.19 Kondisi Fasilitas Kesehatan

Sarana kesehatan yang berada di Kota Malang cukup lengkap, dimana terdapat 10 Rumah Sakit Umum baik yang dikelola oleh Pemerintah Propinsi Jawa Timur, TNI/POLRI, BUMN dan RS yang dikelola swasta. Keberadaan sarana dan tenaga kesehatan yang berada di bawah koordinasi Dinas Kesehatan Kota Malang utamanya keberadaan puskesmas dan jajaran tenaga kesehatannya sudah menyebar keseluruh kecamatan. Keberadaannya juga sudah cukup mendapat respon dari masyarakat sekitar hal ini ditunjukkan dengan jumlah persalinan yang dilakukan di puskesmas dan dilakukan oleh tenaga kesehatan.

Tabel 4.17 Sebaran Sarana Kesehatan Kota Malang Tahun 2016

No.	Sarana Kesehatan	Jumlah
1	Rumah Sakit Umum	10
2	Rumah Sakit Khusus	13
3	Puskesmas Rawat Inap	4
4	Jumlah Tempat Tidur	38
5	Puskesmas Non Rawat Inap	11
6	Puskesmas Keliling	15
7	Puskesmas Pembantu	33
8	Rumah Bersalin	1

No.	Sarana Kesehatan	Jumlah
9	Balai Pengobatan / Klinik	62
10	Praktik Dokter Bersama	1
11	Praktik Dokter Perorangan	527
12	Praktik Pengobatan Tradisional	43
13	Bank Darah Rumah Sakit	1
14	Unit Transfusi Darah	1
15	Industri Farmasi	1
16	Industri Obat Tradisional	1
17	Usaha Kecil Obata Tradisional	5
18	Produksi Alat Kesehatan	1
19	Pedagang Besar Farmasi	70
20	Apotek	223
21	Toko Obat	5
22	Penyalur Alat Kesehatan	23

Sumber : Kota Malang Dalam Angka, 2017

4.2 Gambaran Umum DAS Brantas

Wilayah Sungai Brantas merupakan wilayah sungai strategis nasional dan menjadi kewenangan Pemerintah Pusat berdasarkan Permen PU No. 11A Tahun 2006. Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas merupakan satu sungai terpanjang dan terpenting di Jawa Timur, di samping DAS tengah dan hilir Bengawan Solo. Induk sungai dari DAS ini yakni Sungai Brantas bermata air di Jurang Kualu, Cangar, lereng selatan kompleks pegunungan vulkanis yang sudah tidak aktif lagi. Sungai Brantas bermata air di Desa Sumber Brantas (Kota Batu). Dari tempat tersebut, Sungai Brantas mengalir ke Malang, Blitar, Tulungagung, Kediri, Jombang, dan Mojokerto. Di Kabupaten Mojokerto sungai ini bercabang dua menjadi Kali Mas (ke arah Surabaya) dan Kali Porong (ke arah Porong, Kabupaten Sidoarjo). Mengingat struktur geologi yang dilaluinya maka Sungai Brantas termasuk sungai

komposit. Secara geografik DAS Brantas terletak pada 115017'0" hingga 118019'0" Bujur Timur dan 7055'30" hingga 7057'30" Lintang Selatan. Luas DAS Brantas adalah seluas 12.150,30 km².

Tabel 4.18 Luas DAS Brantas

No	Kabupaten/Kota	Luas Kab/Kota (km ²)	Prosentase Luas yang masuk DAS Brantas (%)	Luas Kab/Kota Yang Masuk DAS Brantas (km ²)
1	BLITAR	1753	0,74	1.305,76
2	GRESIK	1238	0,10	128,68
3	JOMBANG	1114	0,97	1.080,58
4	KEDIRI	1522	1,00	1.522,00
5	KOTA BATU	202	1,00	202,00
6	KOTA BLITAR	33	1,00	33,00
7	KOTA KEDIRI	69	1,00	69,00
8	KOTA MALANG	110	1,00	110,00
9	KOTA MOJOKERTO	20	1,00	20,00
10	KOTA SURABAYA	331	0,62	205,22
11	MADIUN	1011	0,15	151,65
12	MALANG	3457	0,66	2.296,61
13	MOJOKERTO	974	0,91	886,34
14	NGANJUK	1284	1,00	1.284,00
15	PASURUAN	1487	0,32	472,87
16	PONOROGO	1487	0,04	62,75
17	SIDOARJO	719	1,00	719,00
18	TRENGGALEK	1245	0,52	645,52
19	TULUNGAGUNG	1151	0,83	955,33
		JUMLAH		12.150,30

Sumber : Kota Malang Dalam Angka, 2017

Tabel 4.19 Wilayah DAS Brantas

DAS Brantas	Sub DAS	DAS Brantas	Sub DAS
Utara	1. Rejoso Ds	Tengah	1. Lahar
	2. Welang		2. Ngowo Ngasinan
Selatan	3. Gedongan Diodo	Hilir	3. Widas
	4. Pasiraman In Ds		4. Konto
	5. Berek Glidi		5. Bluwek
Hulu	6. Ambang	Hilir	6. Brangkal
	7. Lesti		7. Maspo
	1. Melamon		

Sumber : Kota Malang Dalam Angka, 2017

Yang termasuk dalam wilayah DAS Brantas Hulu adalah DAS Ambang (Sungai Amprong dan Bango), DAS Melamon (Sungai Metro, Lahor dan Lemon) dan DAS Lesti (Sungai Lesti). Ketiga cabang sungai utama tersebut terbagi ke dalam anak sungai kecil-kecil sebanyak 157 anak sungai. Bentuk percabangan sungai dan drainase wilayah sangat rapat, terutama di daerah hulu sungai Amprong dan sungai Sumber Brantas. Panjang sungai utama 320 km mengalir melingkari sebuah gunung berapi yang masih aktif yaitu Gunung Kelud. Curah hujan rata-rata mencapai 2.000 mm per tahun dan jumlah tersebut sekitar 85% jatuh pada musim hujan.

Potensi air permukaan per tahun rata-rata 12 miliar m³. Potensi yang dimanfaatkan sebesar 2,6-3,0 miliar m³ per tahun. Sungai Brantas sebagai sungai induk pada DAS Brantas dibangun/melalui dua bendungan di wilayah Kabupaten Malang yaitu bendungan Sengguruh dan bendungan Karangates. Kedua bendungan ini memiliki fungsi yang strategis.

4.2.1 Kondisi Fisik DAS Brantas

Kondisi fisik DAS Brantas berikut ini terdiri atas kondisi morfologi DAS, kondisi fisiografi, kondisi lereng, kondisi jaringan sungai, kondisi tanah, kondisi iklim dan kondisi kualitas air sungai di DAS Brantas. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat berikut ini:

4.2.1.1 Kondisi Morfologi DAS

Tinjauan bentuk DAS Brantas secara keseluruhan hasil deliniasi *catchment area* menginformasikan bentuknya mendekati agak bulat. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.20 Bentuk (*Shape*) DAS Brantas

No	DAS/Sub Das	Luas (km ²)	Panjang Sungai Utama (km)	Faktor Bentuk	Bentuk Sub DAS/DAS
I	BRANTAS BAGIAN HULU	2.381,48			Agak Bulat
1	Ambang	1.016,75	61,40	0,27	Agak Lonjong
2	Lesti	583,84	57,00	0,18	Lonjong
3	Melamon	780,89	47,00	0,35	Agak Lonjong
II	BRANTAS BAGIAN TENGAH	6.062,90			Bulat
1	Ngrowo Ngasinan	1.451,98	47,50	0,64	Agak Bulat
2	Lahar	2.587,96	38,00	1,79	Bulat
3	Widas	1.515,32	69,33	0,32	Agak Lonjong
4	Konto	507,64	79,95	0,08	Lonjong
III	BRANTAS BAGIAN HILIR	3.441,21			Agak Lonjong
1	Bluwek	214,82	42,84	0,12	Lonjong
2	Brangkal	960,97	51,40	0,36	Agak Lonjong
3	Maspo	2.265,42	96,25	0,71	Agak Bulat
	DAS Brantas	11.885,59	329,63	0,11	Agak Bulat

Sumber Data : Hasil Analisa BPDAS Brantas'07

Panjang sungai utama 320 km mengalir melingkari sebuah gunung berapi yang masih aktif yaitu Gunung Kelud. Curah hujan rata-rata mencapai 2.000 mm per tahun dan jumlah tersebut sekitar 85% jatuh pada musim hujan. Potensi air

permukaan per tahun rata-rata 12 miliar m³. Potensi yang dimanfaatkan sebesar 2,6-3,0 miliar m³ per tahun. Sungai Brantas sebagai sungai induk pada DAS Brantas dibangun/melalui dua bendungan di wilayah Kabupaten Malang yaitu bendungan Sengguruh dan bendungan Karangates. Kedua bendungan ini memiliki fungsi yang strategis. DAS Brantas dibagi 5 (lima) unit fisiografi, yaitu: Lajur Daratan Alluvial, Lajur Perbukitan Kendeng, Lajur Dataran Tengah Lajur Gunung Api Kuarter dan Lajur Pegunungan Selatan.

4.2.1.2 Kondisi Topografi dan Kemiringan Lereng DAS Brantas

Wilayah DAS Brantas mempunyai topografi yang bervariasi dari datar, bergelombang, berbukit dan bergunung dengan ketinggian di atas permukaan air laut antara 0 m sampai 3.675 m. Topografi bergunung berada di bagian timur yaitu di hulu S. Brantas. Kemiringan lereng DAS Brantas umumnya didominasi oleh lereng dengan kemiringan antara 0 – 2 % yang menempati wilayah seluas 578.399,17 Ha atau seluas 47,6%. Secara umum kemiringan DAS Brantas disajikan dalam tabel berikut ini. DAS Brantas berbentuk trapesium dengan jumlah sub DAS sebanyak 32 buah. Morfologi sungai Kali Brantas mulai sungai di pegunungan, sungai di daerah transisi, sampai sungai di pedataran atau daerah pasang surut, mempunyai perubahan morfologi.

Secara keseluruhan kemiringan lereng di DAS Brantas dapat diklasifikasikan ke dalam kelas kemiringan sebagai berikut $\leq 8\%$, 8–15%, 16-25%, 26–45% dan $\geq 45\%$. Morfologi sungai di daerah pegunungan memiliki tebing sungai yang tinggi dengan kemiringan dasar sungai besar (curam), untuk daerah transisi/tengah mempunyai kemiringan dasar agak lebar dengan tebing sungai

agak rendah, sedangkan di daerah pedataran mempunyai kemiringan dasar yang landai serta tebing sungai yang rendah.

4.2.1.3 Kondisi Jaringan Sungai

Struktur sungai atau susunan sungai di dalam DAS merupakan karakteristik fisik yang penting setiap *drainage basin* karena susunan sungai/ jaringan sungai merupakan anatomi formasi sungai yang ada di dalam DAS dengan berbagai sifatnya. Bentuk jaringan sungai mempengaruhi efisiensi sistem *drainage* dan karakteristik hidrologis suatu DAS, yang kemudian nantinya dapat menjadi salah satu faktor yang dipakai sebagai pertimbangan dalam pengelolaan DAS guna mengetahui kondisi tanah dan permukaan DAS khususnya perilaku tenaga *erosif* yang ada.

Orientasi DAS (Aspect) atau Muka DAS (*Faces*) berpengaruh terhadap jumlah air yang tersedia didasarkan atas faktor-faktor yang mempengaruhinya seperti transpirasi, evaporasi dan lain-lain. Orientasi DAS Brantas adalah sangat unik mulai dari Brantas Bagian Hulu mengarah ke selatan lalu ke tenggara kembali ke selatan terus ke barat daya, selanjutnya pada Brantas Bagian Tengah mulai ke barat berbelok ke timur laut dan pada Brantas Bagian Hilir mengarah ke timur.

4.2.1.4 Kondisi Tanah

Jenis tanah yang terdapat di DAS Brantas antara lain yaitu tanah alluvial, andosol, latosol, litosol, mediteran, grumusol, dan regosol. Sedangkan kedalaman solum tanah di masing-masing Sub DAS tertera pada tabel berikut ini:

Tabel 4.21 Kedalaman Solum Tanah DAS Brantas

No	DAS/Sub DAS	Luas (ha)	Kedalaman/Solum Tanah (ha)			
			Sangat Dangkal (>30 cm)	Dangkal (30-60cm)	Sedang (60-90cm)	Dalam (>90 cm)
	BRANTAS HULU	238.148,00	1.585,77	3.188,84	24.139,54	209.233,85
	Ambang	101.675,00		414,88	9.084,68	92.175,44
	Lesti	58.384,00	991,00	1.182,00	6.214,00	49.997,00
	Melamon	78.089,00	594,8	1.592,0	8.840,9	67.061,4
	BRANTAS TENGAH	606.290,00	35.590,56	59.694,49	102.379,27	408.625,68
	Ngrowo	145.198,00	11.112,00	33.409,30	41.151,75	59.524,95
	Lahar	258.796,00	5.387,56	19.474,19	19.613,52	214.320,73
	Widas	151.532,00	19.091,00	6.786,00	40.243,00	85.412,00
	Konto	50.764,00	-	25,00	1.371,00	49.368,00
	BRANTAS HILIR	344.121,00	11.491,14	28.706,64	28.116,56	275.806,66
	Bluwek	21.482,00	6.646,54	6.948,08	2.089,06	5.798,32
	Brangkal	96.097,00	-	2.706,81	6.551,33	86.838,86
	Maspo	226.542,00	4.844,60	19.051,75	19.476,17	183.169,48
	DAS BRANTAS	1.188.559,00	48.667,47	91.589,97	154.635,37	893.666,19

Sumber Data : Hasil Analisa BPDAS Brantas'16

4.2.1.5 Kondisi Iklim

Secara kuantitas, nilai curah hujan tahunan rerata di sekitar DAS Sumber Brantas dan sekitarnya sesuai yang tercatat pada stasiun penakar adalah relatif besar. Sepanjang periode 30 tahun terakhir (1975 – 2004), curah hujan rerata tahunan pada daerah studi sebesar 1,876.70mm dengan nilai terkecil sebesar 1,009.9 mm yang terjadi pada tahun 2004 dan terbesar sebesar 3,060.7 mm yang terjadi pada tahun 1992. Bulan kering biasa terjadi pada bulan Mei sampai dengan Oktober, sedangkan bulan basah biasa terjadi antara awal bulan November sampai dengan April. Curah hujan rerata bulanan terbesar adalah 398.98mm pada bulan Januari dan terkecil sebesar 10.98 mm pada bulan Agustus. Dari hasil pencatatan pada Stasiun Tlekung selama 5 (lima) tahun terakhir (1996–2000), diperoleh nilai suhu udara rerata bulanan minimum sebesar 22.80oC yang terjadi

pada bulan Januari dan maksimum sebesar 25.12oC yang terjadi pada bulan Mei.

Kelembaban udara relatif tahunan rata-rata sebesar 85.33%. Kelembaban udara maksimum sebesar 88.60% terjadi pada bulan April dan minimum sebesar 81.20% yang terjadi pada bulan Februari.

4.2.1.6 Kondisi Debit Sungai

Keadaan debit sungai yang ada pada DAS Brantas yang terbesar terdapat pada Sungai Ngrowo 1.771 m³/detik sedangkan debit sungai minimum paling kecil pada Sungai Lahor 0,43 m³/detik. Adapun debit sungai pada Sungai Brantas sendiri yang diambil dari Stasiun Pening diketahui bahwa debit maksimum 486 m³/detik dan debit minimum 112 m³/ detik dengan rata-rata sebesar 254 m³/detik, sedangkan di hulu debit maksimum 1.582 m³/detik (Stasiun Gondang).

4.2.1.7 Kondisi Kualitas Air Sungai di DAS Brantas

Berdasarkan laporan pemantauan kualitas air DAS Tahun 2011 oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur, pemantauan kualitas air sungai di Provinsi Jawa Timur tahun 2011 yang dilaksanakan di DAS Brantas terdiri atas 30 titik sampling yang meliputi Kali Brantas 11 titik, Kali Surabaya 8 titik, Kali Porong 3 titik, Kali Tengah 3 titik, Kali Mas 3 titik dan kali Wonokromo 2 titik dengan frekuensi pemantauan 5 kali dalam setahun. Dari 29 parameter kualitas air yang diuji, terdapat 14 (empat belas) parameter yang cenderung tidak memenuhi baku mutu kualitas air kelas I, diantaranya adalah: DO, BOD₅, COD, TSS, Phosphat Total (PO₄-P), Nitrit (NO₂-N), Besi, Flourida, Mangan, Seng, Krom Heksavalen, Deterjen (MBAS), Fecal Coli dan Total Coli. Hal ini mengindikasikan adanya

cemaran limbah domestik, industri dan pertanian. Rata-rata konsentrasi DO di DAS Brantas (Kali Brantas dan Kali Surabaya) sebesar 6,58 mg/l masih memenuhi baku mutu kelas II tetapi tidak memenuhi baku kelas I. Konsentrasi parameter DO di Kali Brantas sebesar 7,77 mg/l masih memenuhi baku mutu Kelas I sedangkan parameter DO di Kali Surabaya sebesar 5,38 mg/l tidak memenuhi baku mutu Kelas I tetapi masih memenuhi baku mutu Kelas II. Rata-rata konsentrasi di DAS Brantas (Kali Brantas dan Kali Surabaya) untuk parameter BOD sebesar 5,54 mg/l dan parameter TSS sebesar 89,62 mg/l tidak memenuhi baku mutu kelas I dan baku mutu kelas II. Sedangkan rata-rata konsentrasi parameter COD sebesar 13,45 mg/l di DAS Brantas (Kali Brantas dan Kali Surabaya) tidak memenuhi baku mutu kelas I dan baku mutu kelas II.

Dari hasil perhitungan STORET Tahun 2011 dengan menggunakan metode penilaian kualitas air DAS Brantas dibandingkan dengan baku mutu Kelas II menunjukkan bahwa Kali Brantas cenderung tercemar sedang, sedangkan Kali Surabaya cenderung tercemar berat. Kondisi kualitas Kali Tengah yang cenderung tercemar berat berpotensi terhadap kualitas Kali Surabaya. Sedangkan hasil perhitungan STORET Tahun 2011 untuk Kali Porong, Kali Mas, dan Kali Wonokromo yang berada di bagian hilir aliran DAS Brantas keseluruhan cenderung tercemar berat. Kondisi kualitas DAS Brantas dari hulu sampai dengan hilir memerlukan perhatian serius, baik terkait dengan pengelolaan air limbah industri, domestik maupun pertanian serta tata guna lahan, karena parameter yang terlampaui menunjukkan adanya cemaran dari sumber pencemar industri, domestik dan pertanian.

Dikarenakan pada DAS hulu sampai hilir tingkat BOD melebihi ambang batas, maka diperlukan upaya yang tidak hanya terbatas pada pengelolaan limbah domestik masyarakat yang tinggal di bantaran sungai, melainkan juga pengelolaan limbah domestik dari seluruh kawasan perumahan yang pada akhirnya mengalirkan air limbah domestik ke sungai baik secara langsung maupun melalui saluran drainase. Kali Tengah memiliki nilai COD yang mencolok karena tidak memenuhi baku mutu kelas II mengindikasikan adanya cemaran organik dari industri, untuk itu pengendalian cemaran industri di segmen ini perlu mendapatkan penanganan serius.

4.2.1.8 Kondisi Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan paling dominan di DAS Brantas adalah sawah dan kebun. Hal ini menunjukkan bahwa mata pencaharian penduduk di sekitar DAS Brantas adalah petani dan DAS Brantas merupakan salah satu lumbung padi nasional. Penggunaan lahan sawah seluas 387,584.62 ha atau seluas 32,20% dari seluruh luas DAS. Luas kebun di DAS Brantas kurang lebih 247,492.60 ha atau seluas 20,37% dari seluruh luas DAS. Sedangkan luas penggunaan lahan hutan hanya menempati wilayah 85,569.84 ha atau seluas 7,04% dari seluruh luas DAS. Penggunaan lahan permukiman menempati wilayah seluas 199,436.92 ha atau seluas 16,41% dari seluruh luas DAS.

Penggunaan lahan permukiman tersebar merata di seluruh DAS dan cenderung mengalami peningkatan. Kondisi penggunaan lahan di DAS Brantas tahun 2012 berdasarkan hasil analisis GIS dari Citra Satelit Landsat-7 (LAPAN):

- Path/Row 118/065 tgl. 15 Juni 2012 dan 28 Mei 2011,

- Path/Row 118/066 tgl. 27 Maret 2012 dan 28 Mei 2011
- Path/Row 119/065 tgl. 19 April 2012 dan 21 Mei 2012
- Path/Row 119/066 tgl. 6 Juni 2012 dan 3 April 2012

4.3 Kondisi Eksiting DAS Brantas Kota Malang

4.3.1 Gambaran Kondisi Geografis Eksisting DAS Brantas

Terletak di ketinggian 440-667 meter di atas permukaan air laut, berhawa sejuk, memiliki kawasan pegunungan, merupakan daerah relatif tidak rata. Kota Malang dibelah oleh empat sungai, yaitu : Sungai Brantas, Amprong, Bango, dan Metro. Melihat kondisi daerah aliran Sungai Brantas yang membelah kota Malang mempunyai karakteristik kelerengan curam dengan ketinggian sungai mencapai 12-30 meter (membentuk suatu tebing).

4.3.2 Daerah Aliran Sungai Brantas di Kota Malang

Sungai Brantas mengalir melalui tengah Kota Malang adalah sungai terbesar di Jatim dengan panjang 320 km, meliputi daerah pengaliran seluas 12.000 km². Curah hujan tahunan rata-rata 200 ml, air limpa permukaan (*surface run off*) sebesar 12 miliar meter kubik pertahun. Kali Brantas merupakan salah satu sumber penghidupan yang sangat penting bagi penduduk yang bermukim di sepanjang DAS Brantas Kota Malang. Potensi sagat besar memberikan kemungkinan bagi pertumbuhan dan pengembangan daerah sepanjang aliran DAS Brantas. Data sekunder awal tahun 1993 tiap-tiap kelurahan menunjukkan sekitar 2.397 KK berhuni di tepian DAS Brantas, dimana tingkat kepadatan hunian rata-rata adalah 5 jiwa per KK.

Berdasarkan perhitungan luasan lahan di DAS Brantas, maka diperoleh kepadatan penduduk rata-rata mencapai 291 jiwa/ha. Kepadatan penduduk melampaui batas daya dukung dan tampung lingkungan yang akan menimbulkan efek kepadatan lingkungan (settlement Density) tersebut menyebabkan (crowdedness) bagi manusia dan lingkungannya. Sedangkan suatu lingkungan dengan kepadatan berlebihan memberikan tekanan (stress) dan kerawanan sosial yang tinggi. Selain itu juga mengakibatkan rusaknya siklus ekosistem.

4.3.3 Kondisi Sosial Ekonomi dan Budaya

Permukiman sebagai wadah kehidupan manusia bukan hanya menyangkut aspek fisik dan teknis saja, tetapi juga aspek-aspek sosial, ekonomi dan budaya dari para penghuninya, tidak hanya menyangkut masalah tempat kerja, belanja, santai, dan wahana untuk bepergian (meliputi wisma, karya, marga, suka). Melihat keadaan DAS Brantas yang membelah wilayah Kota Malang, tidak terlepas dari masalah tersebut.

Berbagai aktivitas fasilitas kota seperti pabrik, pertokoan dan perkantoran teramat dekat dengan DAS Brantas adalah akibat dari suatu sebab.

4.4. Rencana Tata Ruang Wilayah DAS Brantas Kota Malang

Kondisi DAS Brantas di Kota Malang, berdasarkan kemiringan lerengnya diperoleh hanya dua klasifikasi kemampuan lahan morfologi, yaitu daerah yang mempunyai klasifikasi kelerengan 30 % sampai 60 % dan daerah klasifikasi kelerengan lebih besar dari 60 %. Kondisi DAS Brantas yang membelah Kota Malang ini mempunyai karakteristik kelerengan yang curam dan ketinggian sungai

mencapai 12-30 meter, membentuk suatu tebing. Berdasarkan pengamatan kondisi fisik wilayah secara visual, diperoleh gambaran umum bahwa kondisi fisik permukiman di kawasan tersebut sangat padat. Banyak rumah/bangunan yang dibangun tepat di tepi/bibir tebing sungai, dengan atau tanpa tanggul penahan tebing.

Keadaan ini sangat membahayakan keselamatan penduduk, terutama bila tiba musim hujan, karena sering terjadi banjir yang diikuti dengan erosi/pengikisan dinding sungai hingga mengakibatkan longsornya tebing sungai. Kawasan kumuh yang ada di Kota Malang banyak berada di sekitar kawasan DAS Brantas dan sempadan KA dimana mempunyai kondisi lingkungan yang relatif kurang baik. Hal tersebut disebabkan semakin banyaknya pendirian rumah yang dibangun masyarakat dan tidak disertai penataan, sehingga menambah permasalahan seperti sistem jaringan jalan, sistem drainase, pelayanan air bersih fasilitas penunjang, serta menambah beban pencemaran di DAS Brantas. Perlu adanya penataan kawasan kumuh yang ada di kawasan DAS Brantas melalui program P3KT yang merupakan rumusan akan kebutuhan pembangunan prasarana yang mendukung kehidupan kota atau berfungsinya kota.

Dengan kondisi di atas, maka prospek penataan permukiman lingkungan di kawasan DAS Brantas antara lain adalah sebagai berikut: Bagi kawasan permukiman yang berada di wilayah sempadan sungai 15 meter dan dinyatakan sebagai daerah yang rawan bencana (daerah berbahaya), maka tidak ada pilihan lain dalam program penataan permukiman ini selain memindahkan penduduk ke daerah yang lebih aman, seperti halnya dengan usaha-usaha yang telah ditempuh

oleh Pemda saat ini dengan memberikan alternatif pemindahannya ke lokasi RSS di kawasan Buring atau ke lokasi Rumah Susun.

Lokasi permukiman yang telah ditinggalkan oleh penduduk harus segera diadakan penataan kembali, sesuai dengan tata guna lahan yang baru. Adapun alternatif-alternatif yang dapat dikembangkan, antara lain: Lokasi bekas permukiman tersebut dibersihkan, dari bangunan-bangunan fisik, ditata kembali sebagai daerah hijau (RTH) atau daerah konservasi sungai (hutan kota).

Area bekas permukiman tersebut dikembangkan dengan daerah sekitarnya sebagai kawasan peremajaan kota (meningkatkan vitalitas yang ada). Lokasi tersebut dikembangkan sebagai daerah rekreasi dan daerah hijau kota (taman kota), khususnya bagi daerah yang kelerengannya minimal 30 %.

Bagi kawasan permukiman yang berada di luar sempadan sungai lebih besar dari 15 meter (sesuai dengan peraturan yang berlaku Perda Jatim No.11 tahun 1991 tentang Penetapan Kawasan Lindung Propinsi Jatim) dengan kondisi lingkungan fisik yang belum baik, tak teratur, tingkat kepadatan yang tinggi, prasarana yang kurang memadai dan lain sebagainya, dapat diterapkan konsep penataan lingkungan permukiman/peremajaan lingkungan permukiman dengan pola membangun tanpa menggosur (sesuai INPRES No. 5, 1990). Kriteria yang ditetapkan di dalam konsep peremajaan lingkungan ini adalah sebagai berikut:
Menata arah bukaan tiap-tiap unit rumah kearah sungai agar memperoleh arah pandangan yang lebih baik, dan melengkapinya dengan prasarana jalan inspeksi yang membatasi lokasi bangunan rumah dengan daerah sempadan sungai.

Mengurangi/membatasi tingkat kepadatan unit bangunan rumah, agar diperoleh tingkat kepadatan bangunan yang ideal bagi suatu lingkungan

permukiman yang sehat, disamping juga mengupayakan peningkatan kualitas fiisk bangunan rumahnya secara berangsur-angsur dengan sistem koperasi gotong royong. Melindungi bantaran tepi sungai dengan pola penghijauan tanaman lindung dan tanaman hias. Gerakan penghijauan dan kebersihan disini merupakan usaha untuk memperbaiki kualitas lingkungan, serta secara simultan memperkuat kegiatan masyarakat, interaksi sosial dan mendorong tuibuhnya industri kecil.

Seluruh rangkaian kegiatan peremajaan ini disarankan dilakukan berdasarkan partisipasi warga masyarakat setempat sehingga masyarakat ikut membantu memelihara daerah pengaliran sungai serta melarang kebiasaan membuang kotoran/sampah di sungai. Bagi kawasan permukiman yang berada di wilayah luar dari sempadan sungai 15 meter, dengan kondisi fisik lingkungan yang sudah baik, maka konsep yang diterapkan disini adalah meningkatkan kualitas lingkungan permukimannya dengan pola penghijauan kota, juga meningkatkan kesadaran masyarakat akan makna dan fungsi dari daerah pengaliran sungai sebagai daerah konservasi. Dalam hal ini penghijauan tetap dipilih sebagai entry point menuju kegiatan yang lebih luas dan kompleks, seperti manajemensampah,sanitasi, perbaikan lingkungan, dan akhirnya pada pengembangan, pemeliharaan dan pengawasan kualitas lingkungan sungai (Program Prokasih).

4.4.1 Hulu Das Brantas Kota Malang

Hulu DAS Brantas Kota Malang secara administrasi berada di wilayah Kecamatan Lowokwaru merupakan satu dari dua wilayah kecamatan yang tergolong baru di Kota Malang. Untuk mengurus administrasi kependudukan,

warga setempat bisa datang ke Kantor Kecamatan Lowokwaru Kota Malang yang beralamatkan di Jalan Cengger Ayam I Nomor 12 Kota Malang. Saat ini, Kecamatan Lowokwaru memiliki total 12 kelurahan. Mulai dari Kelurahan Lowokwaru, Kelurahan Tasikmadu, Kelurahan Tunggulwulung, Kelurahan Tunjungsekar, Kelurahan Tlogomas, Kelurahan Merjosari, Kelurahan Dinoyo, Kelurahan Summersari, Kelurahan Ketawanggede, Kelurahan Tulusrejo, Kelurahan Jatimulyo, dan Kelurahan Mojolangu. Berdasarkan laman resminya, Kecamatan Lowokwaru memiliki luas area 2.089,51 Ha. Kecamatan ini terletak di daerah dengan ketinggian antara 200-499 meter dari permukaan air laut. Tingkat kemiringan di dataran tinggi cukup bervariasi, di beberapa tempat merupakan suatu daerah dataran dengan kemiringan 2-50, sedang dibagian lembah perbukitan rata-rata kemiringan 8-15 persen. Daerah ini memiliki suhu minimum 20 derajat Celcius dan maksimum 28 derajat Celcius dengan curah hujan rata-rata 2.71 mm.

Secara administratif, di sebelah utara, Kecamatan Lowokwaru berbatasan langsung dengan Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Sedangkan di sebelah timur berbatasan langsung dengan Kecamatan Blimbing. Sementara di sebelah selatan berbatasan langsung dengan Kecamatan Klojen. Lalu, di sebelah barat berbatasan langsung dengan Kecamatan Dau, Kabupaten Malang.

Kecamatan Lowokwaru memiliki beberapa lembaga kemasyarakatan yang dibawah. Mulai dari PKK, LPMK, BKM, Karang Werda, Karang Taruna, Forum Kecamatan dan Kelurahan Sehat, hingga Forum Anak. Selain itu, pihak kecamatan ini juga mewadahi puluhan UKM (Usaha Kecil dan Menengah).

Uniknya, Kecamatan Lowokwaru ini menjadi pusat pendidikan di Kota Malang

dengan banyaknya kampus-kampus yang berdiri di wilayah administratifnya. Mulai dari kampus Universitas Negeri seperti Universitas Brawijaya, Universitas Negeri Malang (dahulu IKIP), Politeknik Negeri Malang, Universitas Islam Negeri Malang, hingga kampus Universitas Swasta, seperti Institut Teknologi Nasional, Universitas Islam Malang, Universitas Muhammadiyah Malang, Universitas Gajayana Malang, STIE Malangkeucewara (ABM), Universitas Tribhuwana Tungga Dewi, Universitas Widyagama, dan Stikes Widyagama Husada.

Selain kampus, di wilayah Kecamatan Lowokwaru juga terdapat fasilitas umum seperti Malang Town Square (Matos), salah satu mall terbaru di Kota Malang. Ada pula Taman Singha Merjosari sebagai pusat lingkungan hijau bagi warganya. Tiga Rumah Sakit besar juga ada di wilayah Kecamatan Lowokwaru, yaitu Rumah Sakit Islam Malang, Rumah Sakit Permata Bunda, Rumah Sakit Ibu dan Anak Galeri Candra dan Rumah Sakit Anak dan Bersalin Gajayana.

Kecamatan Lowokwaru juga menjadi perlintasan beberapa sungai, di antaranya Sungai Brantas, Sungai Bango, Sungai Amprong, Sungai Mewek, Sungai Kajar dan Sungai Metro. Selain itu, di beberapa titik juga masih terdapat area persawahan, tegalan dan perkebunan. Kelurahan yang dilewati oleh DAS Brantas meliputi : Kelurahan Dinoyo, Jatimulyo, Tunggul Wulung dan Tlogomas.

Adapun kondisi fisik kelurahan dapat disajikan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.22 Kondisi Fisik Kelurahan yang dilewati DAS Brantas Hulu Kota Malang

NO	DAS	KECAMATAN	KELURAHAN	FISIK					
				Luas Wilayah	Histori Bencana	Curah Hujan	Jumlah Saran Kesehatan (Gedung Posyandu)	Jumlah bangunan rumah permukiman di bantaran sungai	Jumlah Pelanggan Air PDAM
1	HULU	LOWOKWARU	DINOYO	0,078	0,080	0,096	0,154	0,031	0,061
2			JATIMULYO	0,166	0,080	0,088	0,026	0,018	0,145
3			TUNGGUL WULUNG	0,123	0,080	0,098	0,077	0,018	0,013
4			TLOGOMAS	0,123	0,120	0,098	0,077	0,020	0,050

Sumber : Data Podes 2014

Sedangkan jumlah penduduk,kepadatan penduduk, jumlah kader,jumlah penduduk miskin,jumlah janda,jumlah KK yang tinggal di bantaran sungai dan disabilitas disajikan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.23 Kondisi Sosial Kelurahan yang dilewati DAS Brantas Hulu Kota Malang

No	KELURAHAN	SOSIAL						
		Jumlah Penduduk (jiwa)	Kepadatan Penduduk (jiwa)	Jumlah Kader/Relawan Bencana (orang)	Jumlah Penduduk Miskin (jiwa)	Jumlah Janda (orang)	Jumlah KK yang tinggal di Bantaran Sungai (jiwa)	Jumlah Disabilitas (orang)
1	DINOYO	17.802	15.434	10	67	87	50	30
2	JATIMULYO	21.216	8.645	15	100	186	30	32
3	TUNGGUL WULUNG	7.860	4.203	15	32	106	25	35
4	TLOGOMAS	19.313	10.383	15	49	113	55	47

Sumber : Data Podes 2014

Sementara secara perekonomian yang meliputi jumlah individu yang bekerja berdasarkan kelompok usia,jumlah kepala rumah tangga yang bekerja dan jumlah koperasi simpan pinjam dapat disajikan sebagai berikut :

Tabel 4.24 Kondisi Ekonomi Kelurahan yang dilewati DAS Brantas Hulu Kota Malang

No	KELURAHAN	EKONOMI		
		Jumlah individu yang bekerja berdasarkan kelompok usia (orang)	Jumlah kepala rumah tangga yang bekerja menurut jenis lapangan pekerjaan (jiwa)	Jumlah Koperasi Simpan Pinjam (Unit)
1	DINOYO	570	252	2
2	JATIMULYO	857	453	2
3	TUNGGUL WULUNG	906	401	2
4	TLOGOMAS	713	306	3

Sumber : Data TNP2K

4.4.2 DAS Brantas Tengah

Das Brantas tengah melewati wilayah Kecamatan Klojen, dimana Kecamatan Klojen merupakan satu dari tiga wilayah kecamatan tertua di Kota Malang sejak ditetapkan sebagai Kotapraja di masa pendudukan Belanda. Nama Klojen sendiri konon diambil dari kata Loji, yang merupakan benteng atau bangunan besar di masa penjajahan yang terletak di kawasan Claket.

Secara administratif, Kecamatan Klojen dikelilingi oleh empat kecamatan lainnya yang ada di Kota Malang. Di sebelah utara, Kecamatan Klojen berbatasan langsung dengan Kecamatan Lowokwaru dan Kecamatan Blimbing. Sedangkan di sebelah timur, kecamatan ini berbatasan langsung dengan Kecamatan Kedungkandang. Sementara di sebelah selatan, Kecamatan Klojen berbatasan dengan Kecamatan Sukun. Lalu, di sebelah barat, Kecamatan ini berbatasan dengan Kecamatan Sukun dan Kecamatan Lowokwaru.

Untuk mengurus administrasi kependudukan, warga setempat bisa datang ke Kantor Kecamatan Klojen Kota Malang yang beralamatkan di Jalan Surabaya, Klojen, Kota Malang. Berdasarkan laman resminya, Kecamatan Klojen memiliki luas area 8,83 kilometer persegi. Saat ini, Kecamatan Klojen memiliki total 11 kelurahan. Mulai dari Kelurahan Klojen, Kelurahan Rampal Celaket, Kelurahan Oro-Oro Dowo, Kelurahan Samaan, Kelurahan Penanggung, Kelurahan Gading Kasri, Kelurahan Bareng, Kelurahan Kasin, Kelurahan Sukoharjo, Kelurahan Kauman, Kelurahan Kiduldalem. Kecamatan Klojen memiliki beberapa lembaga kemasyarakatan yang dibawah. Mulai dari PKK, LPMK, BKM, Karang Werda, Karang Taruna, Forum Kecamatan dan Kelurahan Sehat, hingga Forum Anak. Selain itu, pihak kecamatan ini juga mewadahi puluhan UKM (Usaha Kecil dan Menengah).

Kecamatan ini bisa dibilang sebagai pusat pemerintahan Kota Malang, sehingga terdapat beberapa bangunan penting seperti gedung Balai Kota Malang, gedung DPRD, Alun-alun Merdeka, Alun-alun Tugu, Rumah Dinas Walikota dan Bupati Malang, dan lain-lain. Sebagai kota pendidikan, sekolah-sekolah pun tersebar di berbagai wilayah di Kota Malang, tak terkecuali di daerah Kecamatan Sukun. Di kecamatan ini terdapat banyak sekolah mulai jenjang dasar, menengah pertama, hingga menengah atas dan kejuruan. Sekolah Menengah Atas Negeri dan Madrasah Aliyah Negeri di kecamatan ini antara lain MAN 3, SMA Negeri 1, SMA Negeri 2, SMA Negeri 3, SMA Negeri 4, dan SMA Negeri 5.

Sementara sekolah swasta terkenal lainnya adalah SMA Islam, SMA Katolik Santo Albertus (Dempo), SMA Katolik Cor Jesu, SMA Katolik Frateran, SMA Katolik Santa Maria, SMA Kristen Kalam Kudus, SMA Kristen Petra, SMA

Laboratorium Universitas Negeri Malang, dan SMA Taman Harapan. Sementara untuk SMP dan MTs unggulan, ada nama MTs Negeri 01, SMP Negeri 1, SMP Negeri 2, SMP Negeri 3, SMP Negeri 5, SMP Negeri 6, SMP Negeri 8, SMP Negeri 9, SMP Negeri 19, SMP Katolik Kolese Santo Yusup 01. Sedangkan sekolah kejuruan antara lain SMK Negeri 03, SMK Negeri 04, dan SMK Nasional.

Untuk memenuhi pelayanan transportasi, terutama untuk angkutan kereta api, di kecamatan ini terdapat Stasiun Malang Kotabaru. Untuk pelayanan kesehatan, ada Rumas Sakit Umum Dokter Saiful Anwar di kawasan Celaket. Sementara kawasan Jalan Ijen, Kayutangan, juga kawasan Celaket, menjadi lokasi wisata sejarah yang patut dikunjungi jika berkunjung ke kecamatan ini.

Kelurahan yang dilewati oleh DAS Brantas bagian Tengah meliputi : Kelurahan Kidul Dalem, Oro-oro Dowo, Samaan dan Penanggungan. Adapun kondisi luas wilayah, ketinggian, histori bencana, curah hujan, jumlah sarana kesehatan, jumlah sarana posyandu, EWS, Jalur Evakuasi, jumlah bangunan di bantaran sungai dan jumlah pelanggan PDAM dapat disajikan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.25 Kondisi Fisik Kelurahan yang dilewati DAS Brantas Tengah Kota Malang

NO	DAS	KECAMATAN	KELURAHAN	FISIK					
				Luas Wilayah	Histori Bencana	Curah Hujan	Jumlah Sarana Kesehatan (Gedung Posyandu)	Jumlah bangunan rumah permukiman di bantaran sungai	Jumlah Pelanggan Air PDAM
1	TENGAH	KLOJEN	KIDUL DALEM	0,032	0,120	0,088	0,077	0,090	0,034
2			ORO-ORO DOWO	0,091	0,080	0,089	0,179	-	0,076
3			SAMAAN	0,035	0,080	0,089	0,103	0,132	0,060
4			PENANGGUNGAN	0,051	0,080	0,088	0,103	0,042	0,057

Sumber : Data Podes 2014

Sedangkan kondisi sosial masyarakat terdiri dari jumlah penduduk, kepadatan penduduk, jumlah kader, jumlah penduduk miskin, jumlah janda, jumlah KK yang tinggal di bantaran sungai dan disabilitas disajikan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.26 Kondisi Sosial Kelurahan yang dilewati DAS Brantas Tengah Kota Malang

No	KELURAHAN	SOSIAL						
		Jumlah Penduduk (jiwa)	Kepadatan Penduduk (jiwa)	Jumlah Kader/Relawan Bencana (orang)	Jumlah Penduduk Miskin (jiwa)	Jumlah Janda (orang)	Jumlah KK yang tinggal di Bantaran Sungai (jiwa)	Jumlah Disabilitas (orang)
1	KIDUL DALEM	6.100	12.210	15	30	54	206	26
2	ORO-ORO DOWO	13.278	8.157	15	89	102	-	23
3	SAMAAN	10.686	18.839	15	88	146	317	26
4	PENANGGUNGAN	17.026	15.131	12	83	101	122	18

Sumber : Data Podes 2014

Sementara secara perekonomian yang meliputi jumlah individu yang bekerja berdasarkan kelompok usia, jumlah kepala rumah tangga yang bekerja dan jumlah koperasi simpan pinjam dapat disajikan sebagai berikut :

Tabel 4.27 Kondisi ekonomi Kelurahan yang dilewati DAS Brantas Tengah Kota Malang

No	KELURAHAN	EKONOMI		
		Jumlah individu yang bekerja berdasarkan kelompok usia (orang)	Jumlah kepala rumah tangga yang bekerja menurut jenis lapangan pekerjaan (jiwa)	Jumlah Koperasi Simpan Pinjam (Unit)
1	KIDUL DALEM	362	160	2
2	ORO-ORO DOWO	393	214	2
3	SAMAAN	692	313	2
4	PENANGGUNGAN	570	238	2

Sumber : Data TNP2K

4.4.3 DAS Brantas Hilir Kota Malang

DAS Brantas Kota Malang Hilir membelah dua wilayah Kecamatan, yaitu Kedungkandang dan Blimbing. Secara geografis, Kecamatan Kedungkandang Kota Malang terletak antara 112036'14" – 112040'42" Bujur Timur dan 077036'38" – 008001'57" Lintang Selatan. Kecamatan Kedungkandang terletak pada ketinggian 440 – 460 meter di atas permukaan laut (dpl). Di sebelah timur wilayah Kecamatan Kedungkandang terdapat daerah perbukitan Gunung Buring yang memanjang dari utara ke selatan yang meliputi Kelurahan Cemorokandang, Kelurahan Madyopuro, Kelurahan Lesanpuro, Kelurahan Kedungkandang, Kelurahan Buring, Kelurahan Wonokoyo, Kelurahan Tlogowaru, Kelurahan Cemorokandang dan Kota Lama. Luas wilayah Kecamatan Kedungkandang adalah 3.989 Ha atau 39,89 Km².

Di wilayah Kecamatan Kedungkandang, jenis tanahnya adalah tanah aluvial kelabu kehitaman dan asosiasi latosol coklat. Kedua jenis tanah ini merupakan hasil gunung api kwarter muda. Di wilayah Kecamatan Kedungkandang mengalir

3 sungai yaitu:

a) Sungai Brantas

Debit air rata-rata maksimum 20.160 m³/detik dan dengan debit rata-rata minimum 8.181 m³/detik, arus air kuat pada musim penghujan dan lemah pada musim kemarau dengan kedalaman air rata-rata 4 meter.

b) Sungai Bango

Debit air rata-rata maksimum 16.240 m³/detik dan dengan debit rata-rata minimum 11.342 m³/detik, arus air kuat pada musim penghujan dan lemah pada musim kemarau dengan kedalaman air rata-rata 6 meter.

c) Sungai Amprong

Debit air rata-rata maksimum 10.261 m³/detik dan dengan debit rata-rata minimum 7.011 m³/detik, arus air kuat pada musim penghujan dan lemah pada musim kemarau dengan kedalaman air rata-rata 4 meter.

Kondisi iklim di Kecamatan Kedungkandang merupakan iklim tropis dengan suhu rata-rata mencapai 24°08' C kelembaban 7,26 %. Curah hujan rata-rata pertahun mencapai 2.279 mm, dengan rata — rata terendah bulan Agustus dan tertinggi bulan Januari. Sedangkan kelembaban udara rata-rata 73 % dengan jumlah hari hujan terbanyak (19 hari) pada bulan Agustus dan terendah (0 hari) pada bulan Januari. Wilayah Kecamatan Kedungkandang memiliki suhu yang relatif sama dengan Kecamatan lainnya yang ada di Kota Malang, yaitu :

- Pada bulan Desember – Mei pada siang hari antara 20°C – 25°C
- Pada bulan Juni – Agustus pada siang hari antara 20°C – 28°C
- Pada bulan September – November pada siang hari antara 24°C – 28°C

Potensi pertanian di Kecamatan Kedungkandang masih cukup besar, hal tersebut dapat diketahui dari jumlah lahan pertanian di Kecamatan Kedungkandang yang seluas kurang lebih 1.898 Ha atau 48% dari luas wilayah Kecamatan yaitu 3.989 Ha. Jumlah Lahan pertanian tersebut terdiri dari 2 jenis yaitu Sawah seluas 604 Ha dan Tegal Seluas 1.294 Ha. Di wilayah Kecamatan pada Tahun 2007 sudah dibangun sebuah sekolah TK dan SDN Nasional yang bertaraf Internasional. Dimana sekolah tersebut berada di wilayah Kelurahan Tlogowaru. Sedangkan sejak tahun 2009 di wilayah kelurahan Bumiayu sudah didirikan Universitas Terbuka Malang dan Universitas Negeri Malang Program PGSD ada di Kelurahan Madyopuro. Sehingga diwilayah Kecamatan

Kedungkandang terdapat 2 Perguruan Tinggi Negeri dan 4 perguruan tinggi swasta.

Fasilitas daerah dibidang kesehatan yang ada di wilayah Kecamatan Kedungkandang antara lain: RSUD Kota Malang (Kelurahan Bumiayu), Puskesmas Kedungkandang (Kelurahan Kedungkandang), Puskesmas Gribig (Kelurahan Madyopuro), Puskesmas Arjowinangun (Kelurahan Arjowinangun), Puskesmas Pembantu, Rumah Sakit Panti Nirmala (Kelurahan Kotalama), RSIA Refa Husada (Kelurahan Tlogowaru), dan beberapa klinik, praktek dokter lainnya.

Sedangkan Kecamatan Blimbing membawahi 11 Kelurahan, di antaranya:

Kelurahan Balearjosari, Kelurahan Arjosari, Kelurahan Polowijen, Kelurahan Purwodadi, Kelurahan Blimbing, Kelurahan Pandanwangi, Kelurahan Purwantoro, Kelurahan Bunulrejo, Kelurahan Kesatrian, Kelurahan Polehan, dan Kelurahan Jodipan. Kecamatan Blimbing terletak di bagian utara wilayah Kota Malang dengan luas wilayah 17,76 Km² yang terdiri dari 11 Kelurahan, yang sebagian wilayahnya dilalui Sungai Brantas. Suhu udara rata-rata 24° C dengan ketinggian rata-rata dari permukaan air laut antara 440 – 525 m.

Kelurahan yang dilewati oleh DAS Brantas bagian Hilir meliputi : Kelurahan Kota Lama, Jodipan dan Polehan. Adapun kondisi luas wilayah, histori bencana, curah hujan, jumlah sarana kesehatan (posyandu), jumlah bangunan di bantaran sungai dan jumlah pelanggan PDAM dapat disajikan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.28 Kondisi Fisik Kelurahan yang dilewati DAS Brantas Hilir Kota Malang

NO	DAS	KECAMATAN	KELURAHAN	FISIK					
				Luas Wilayah	Histori Bencana	Curah Hujan	Jumlah Sarana Kesehatan (Gedung Posyandu)	Jumlah bangunan rumah permukiman di bantaran sungai	Jumlah Pelanggan Air PDAM
1	HUILIR	KEDUNGKANDANG	KOTA LAMA	0,057	0,200	0,088	0,077	0,092	0,161
2		BLIMBING	JODIPAN	0,033	0,080	0,088	0,103	0,427	0,055
3			POLEHAN	0,096	0,080	0,089	0,026	0,015	0,088

Sumber : Data Podes 2014

Kondisi sosial masyarakat terdiri dari jumlah penduduk,kepadatan penduduk,jumlah kader,jumlah penduduk miskin,jumlah janda,jumlah KK yang tinggal di bantaran sungai dan disabilitas disajikan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.29 Kondisi Sosial Kelurahan yang dilewati DAS Brantas Hilir Kota Malang

No	Kecamatan	Kelurahan	SOSIAL						
			Jumlah Penduduk (jiwa)	Kepadatan Penduduk (jiwa)	Jumlah Kader/Relawan Bencana (orang)	Jumlah Penduduk Miskin (jiwa)	Jumlah Janda (orang)	Jumlah KK yang tinggal di Bantaran Sungai (jiwa)	Jumlah Disabilitas (orang)
1	KEDUNGKANDANG	KOTA LAMA	28.483	46.321	15	242	373	150	74
2	BLIMBING	JODIPAN	11.684	23.918	13	56	238	800	43
3		POLEHAN	11.684	17.745	15	215	237	30	77

Sumber : Data Podes 2014

Secara umum berdasarkan data dari PODES 2014 perekonomian yang dimaksud meliputi jumlah individu yang bekerja berdasarkan kelompok usia,jumlah kepala rumah tangga yang bekerja dan jumlah koperasi simpan pinjam dapat disajikan sebagai berikut :

Tabel 4.30 Kondisi ekonomi Kelurahan yang dilewati DAS Brantas Hilir Kota Malang

No	Kecamatan	Kelurahan	EKONOMI		
			Jumlah individu yang bekerja berdasarkan kelompok usia (orang)	Jumlah kepala rumah tangga yang bekerja menurut jenis lapangan pekerjaan (jiwa)	Jumlah Koperasi Simpan Pinjam (Unit)
1	KEDUNGKANDANG	KOTA LAMA	2.416	1.093	2
2	BLIMBING	JODIPAN	1.120	613	2
3		POLEHAN	1.417	675	4

Sumber : Data TNP2K

4.5 Wilayah Rawan Bencana Kota Malang

Kota Malang dengan topografi yang berada pada ketinggian 440-667 meter di atas permukaan laut, adalah merupakan hamparan dataran yang berada pada lokasi yang cukup tinggi. Wilayah Kota Malang yang berada pada dataran tinggi tersebut sebenarnya juga merupakan implikasi dari letaknya yang berada pada lereng-lereng dari beberapa pegunungan di sekitar Kota Malang.

Diuntungkan dengan lokasi yang berada pada kawasan lereng pegunungan tersebut, beberapa sisi Kota Malang memiliki berbagai pemandangan yang indah serta kawasan yang sejuk dengan hawa khas pegunungan. Di lain pihak,

Kota Malang juga berpotensi memiliki kawasan yang rawan bencana.

Tingkat kerawanan terhadap bencana ini merupakan karakteristik dari daerah yang mempunyai kawasan lereng dengan aliran sungai yang dikelilingi tebing-tebing sungai, serta kemiringan lahan yang berpotensi erosi maupun longsor. Semakin tinggi lokasinya, semakin tinggi nilai kemiringan lahannya,

sehingga tingkat potensi erosi maupun longsor pada kawasan tersebut juga semakin meningkat.

Menilik potensi wilayah dengan karakteristik demikian, tentunya akan sangat berpengaruh terhadap beban daerah untuk mengelola kawasan-kawasan rawan erosi dan longsor. Seiring dengan perkembangan wilayah dan pertumbuhan penduduk, potensi yang lain adalah dengan dimanfaatkannya kawasan aliran sungai sebagai saluran drainase dan tujuan akhir dari aliran buangan maupun aliran permukaan (*run off*). Konsekuensi yang timbul adalah terbawanya sampah-sampah maupun material-material erosi ke dalam aliran, sehingga berpotensi menyumbat lubang-lubang pembuangan dan saluran-saluran drainase yang pada gilirannya akan menyebabkan terjadinya genangan pada musim hujan. Semakin banyak tumpukan sampah padat dan juga material buangan pada titik pembuangan/saluran drainase tertentu, maka akan semakin banyak kapasitas air hujan yang meluap dan menggenangi pada kawasan tersebut.

Semakin mahal harga tanah, maka masyarakat yang berpenghasilan rendah akan hidup secara berkelompok pada kawasan marginal di tepian bantaran sungai. Kawasan tersebut, selain merupakan kawasan yang masih terjangkau dari segi harga, secara aspek yang lain juga masih terhitung ekonomis bagi mereka, misalnya pembuangan limbah rumah tangga cukup dekat dan tidak memerlukan tambahan instalasi yang rumit dan berbiaya tinggi.

Pemanfaatan daerah-daerah bantaran sungai dengan sisi tebing yang cukup tinggi sebagai kawasan hunian, akan membahayakan keselamatan jiwa dari masyarakat yang tinggal pada kawasan tersebut.

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Kerentanan adalah suatu keadaan penurunan ketahanan akibat pengaruh eksternal yang mengancam kehidupan, mata pencaharian, sumber daya alam, infrastruktur, produktifitas ekonomi dan kesejahteraan. Hubungan antara bencana dan kerentanan menghasilkan suatu kondisi resiko, apabila kondisi tersebut tidak dikelola dengan baik (Wignyosukarto, 2007). Kerentanan (*vulnerability*) juga merupakan tingkatan suatu sistem yang rentan terhadap dan mampu mengatasi efek dari perubahan iklim, termasuk variabilitas iklim dan ekstrem. Kerentanan merupakan fungsi dari karakter, jarak dan laju perubahan iklim dan variasi sistem yang terbuka, kepekaan dan kapasitas adaptif (IPCC, 2007).

Kerentanan adalah sekumpulan kondisi dan atau suatu akibat keadaan (faktor fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan) yang berpengaruh buruk terhadap upaya-upaya pencegahan dan penanggulangan bencana (Bakornas PB, 2009).

Apabila suatu bahaya merupakan suatu fenomena atau kondisi yang sulit diubah maka kerentanan masyarakat relative dapat diubah. Oleh karena itu pengurangan resiko bencana dapat dilakukan dengan cara memperkecil kerentanan. Kerentanan dikaitkan dengan kemampuan manusia untuk melindungi dirinya dan kemampuan untuk menanggulangi dirinya dari dampak bahaya/bencana alam tanpa bantuan dari luar.

Kompleksitas arti kerentanan bencana maka dapat didefinisikan dan dijabarkan kriteria kerentanan bencana berdasarkan pada karakteristik dampak yang ditimbulkan pada obyek tertentu. Kerentanan, ketangguhan, kapasitas, dan

kemampuan merespon dalam situasi darurat, bisa diimplementasikan baik pada level individu, keluarga, masyarakat dan institusi (Sunarti, 2009).

Berdasarkan IPCC (2007), metode penilaian kerentanan yang digunakan berdasarkan variabel *eksposure*/keterpaparan, sensitivitas, dan kapasitas adaptif yang digunakan dan dikembangkan dalam berbagai penelitian untuk menilai kerentanan akibat dampak perubahan iklim. Pembagian indikator yang berasal dari parameter fisik, sosial dan ekonomi berdasarkan jumlah Kelurahan tersebut diatas selanjutnya dianalisa kedalam parameter perhitungan kerentanan dengan rumusan sebagai berikut :

$$V = \frac{H \times S}{AC}$$

Dimana :

- V adalah kerentanan kawasan
- H adalah keterpaparan / *eksposure*
- S adalah sensitivitas / *Sensitivity*
- AC adalah kapasitas adaptasi / *Adaptive Capacity*

Penentuan suatu kawasan dikatakan menjadi rentan terhadap kebencanaan dibagi menjadi beberapa parameter. Dalam kajian penelitian Kerentanan Masyarakat wilayah DAS Brantas Kota Malang dibagi menjadi 3 parameter, yaitu Kerentanan Fisik, Sosial dan Ekonomi Masyarakat. Keterangan dan indikator dari masing-masing parameter dijelaskan sebagai berikut :

5.1 Parameter Fisik, Sosial dan Ekonomi Kawasan DAS Brantas

5.1.1 Parameter Fisik

Parameter Fisik adalah indikator kerentanan yang diukur berdasarkan kondisi material, kriteria kawasan dan infrastruktur yang termasuk didalamnya memiliki kerentanan jika terjadi bencana yang disebabkan oleh perubahan iklim. Penentuan nilai parameter fisik dihitung berdasarkan indikator luas wilayah, elevasi, histori bencana, curah hujan, jumlah sarana prasarana kesehatan (posyandu), jumlah bangunan di bantaran sungai, dan sistem penyediaan air minum dengan klasifikasi pembanding di tingkat Kota. Beberapa aspek data yang mendukung parameter kerentanan fisik di tabelkan sebagai berikut :

Tabel 5.1 Kebutuhan Data Kerentanan Fisik

Jenis data	Jenis data
1. Data luas wilayah/Kelurahan dan kota	5. Data Jumlah bangunan rumah permukiman di bantaran sungai kelurahan dan kota
2. Data historis bencana (banjir-longsor) kelurahan dan kota	6. Data jumlah pelanggan perpipaan PDAM kelurahan dan kota
3. Data curah hujan kelurahan dan kota	
4. Data Jumlah Sarana Kesehatan (Posyandu) Kelurahan dan kota	

Sumber : Bahan Analisa Penelitian

5.1.2 Paramater Sosial

Paramater sosial adalah pengaruh yang dirasakan oleh masyarakat secara luas sehubungan dengan bencana yang terjadi dan pada umumnya untuk melakukan pemulihan membutuhkan waktu yang relatif lama, misalkan dengan adanya banjir banyak anak yang tidak bisa sekolah, ketidak mampuan pengembalian modal masyarakat kepada koperasi simpan pinjam akibat

pekerjaan pokok libur karena bencana. Beberapa aspek data yang mendukung parameter kerentanan sosial ditabelkan sebagai berikut ;

Tabel 5.2 Kebutuhan Data Kerentanan Sosial

Jenis data	Jenis data
1. Data jumlah penduduk kelurahan dan kota berdasarkan PODES	5. Data penduduk miskin kelurahan dan kota
2. Data kepadatan penduduk kelurahan dan kota	6. Data Jumlah Kepala Keluarga yang tinggal dibantaran sungai
3. Jumlah disabilitas tingkat kelurahan dan kota	7. Jumlah Kader/Relawan Tanggap
4. Jumlah janda tingkat kelurahan dan kota	Bencana kelurahan dan kota

Sumber : Bahan Analisa Penelitian

5.1.3 Parameter Ekonomi

Parameter ekonomi adalah terpengaruhnya atau berkurangnya perekonomian kawasan setempat akibat bencana iklim, hal ini akan sangat dirasakan oleh masyarakat wilayah DAS Brantas. Penentuan nilai parameter ekonomi dihitung berdasarkan indikator yang mempengaruhi perekonomian dan dirasakan langsung oleh masyarakat diantaranya jumlah lembaga keuangan mikro (unit simpan pinjam koperasi) untuk modal usaha ekonomi rumah tangga dengan klasifikasi pembandingan yang ada di tingkat Kota.

Berdasarkan data sekunder dan primer yang telah diperoleh, proses pengolahan data awal dimulai dari membagi prosentase data setiap kelurahan dengan data cakupan Kota. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui batasan atau range yang akan digunakan untuk membandingkan kerentanan di setiap parameter.

Beberapa aspek data yang mendukung parameter kerentanan ekonomi ditabelkan sebagai berikut ;

Tabel 5.3 Kebutuhan Data Kerentanan Ekonomi

Jenis data	Jenis data
1. Data jumlah individu yang bekerja menurut kelompok usia tingkat kelurahan dan kota	3. Data kelompok penyedia jasa keuangan kelurahan (simpan pinjam) dan kota
2. Data Jumlah kepala rumah tangga yang bekerja menurut jenis lapangan pekerjaan tingkat kelurahan dan kota	

Sumber : Bahan Analisa Penelitian



Tabel 5.4 Pengolahan Data Parameter Fisik, Sosial dan Ekonomi Kawasan DAS Brantas Kota Malang

NO	DAS BRANTAS KOTA MALANG	KECAMATAN	KELURAHAN	FISIK						SOSIAL						EKONOMI				
				Luas Wilayah	Histori Bencana	Curah Hujan	Jumlah Sarana Kesehatan (Posyandu)	Jumlah bangunan rumah permukiman di bantaran sungai	Jumlah Pelanggan Air PDAM	Jumlah Penduduk	Kepadatan Penduduk	Jumlah Kader/Relawan Bencana	Jumlah Penduduk Miskin	Jumlah Janda	Jumlah KK yang tinggal di Bantaran Sungai	Jumlah Disabilitas	Jumlah Individu yang bekerja berdasarkan Kelompok Usia	Jumlah kepala rumah tangga yang bekerja menurut	Jumlah Koperasi Simpan Pinjam (Unit)	
1	HULU	LOWOKWARU	DINOYO	0,078	0,080	0,096	0,154	0,031	0,061	0,084	0,066	0,048	0,054	0,083	0,024	0,056	0,047	0,032	0,071	
2			JATIMULYO	0,166	0,080	0,088	0,026	0,018	0,145	0,100	0,037	0,071	0,080	0,178	0,015	0,060	0,070	0,057	0,071	
3			TUNGGUL WULUNG	0,123	0,080	0,098	0,077	0,018	0,013	0,037	0,018	0,071	0,080	0,101	0,012	0,066	0,074	0,051	0,071	
4			TLOGOMAS	0,123	0,120	0,098	0,077	0,020	0,050	0,091	0,044	0,071	0,026	0,108	0,027	0,088	0,058	0,039	0,107	
5	TENGAH	KLOJEN	KIDUL DALEM	0,032	0,120	0,088	0,077	0,090	0,034	0,029	0,052	0,071	0,024	0,052	0,100	0,049	0,030	0,020	0,071	
6			ORO-ORO DOWO	0,091	0,080	0,089	0,179	-	0,076	0,062	0,035	0,071	0,071	0,098	-	0,043	0,032	0,027	0,071	
7			SAMAAN	0,035	0,080	0,089	0,103	0,132	0,060	0,050	0,080	0,071	0,071	0,140	0,154	0,049	0,057	0,040	0,071	
8			PENANGGUNGAN	0,051	0,080	0,088	0,103	0,042	0,057	0,080	0,064	0,057	0,067	0,097	0,059	0,034	0,047	0,030	0,071	
9	HUILIR	KEDUNGKANDANG	KOTA LAMA	0,057	0,200	0,088	0,077	0,092	0,161	0,134	0,197	0,071	0,194	0,357	0,073	0,139	0,197	0,138	0,071	
10			BLIMBING	JODIPAN	0,033	0,080	0,088	0,103	0,427	0,055	0,055	0,102	0,062	0,045	0,228	0,389	0,081	0,091	0,078	0,071
11				POLEHAN	0,096	0,080	0,089	0,026	0,015	0,088	0,055	0,075	0,071	0,173	0,227	0,015	0,144	0,116	0,085	0,143

Dari hasil pengolahan data tabel 5.4, indikator dari Parameter Fisik, Sosial dan Ekonomi selanjutnya akan di breakdown kedalam 3 (tiga) indikator penilaian Kerentanan yang meliputi Keterpaparan (H), Sensitifitas (S) dan Kapasitas Adaptip (AC).

5.2 Keterpaparan, Sensitivitas dan Kemampuan Adaptif DAS Brantas

5.2.1 Keterpaparan Kawasan DAS Brantas Kota Malang

Keterpaparan/*Exposure* didefinisikan sebagai tingkatan sejauh mana populasi terkena urgensi perubahan iklim terkait dengan lokasi geografis, kawasan ini dapat dikatakan sebagai kondisi paling awal dari terpapar terhadap bencana.

Keterpaparan (*exposure*) adalah keberadaan manusia, mata pencaharian, spesies/ekosistem, fungsi lingkungan hidup, infrastruktur atau aset ekonomi sosial dan budaya, di dalam wilayah yang terlanda ancaman bencana. Adapun indikator yang masuk kedalam Keterpaparan (H) sebagai berikut :

- 1) Luas Wilayah
- 2) Curah Hujan
- 3) Jumlah Bangunan Rumah Permukiman di Bantaran Sungai
- 4) Jumlah Penduduk
- 5) Kepadatan Penduduk
- 6) Jumlah Penduduk Miskin
- 7) Jumlah Kepala Keluarga yang tinggal di Bantaran Sungai

Pemilihan indikator tersebut diatas berdasarkan ketersediaan data yang diolah sampai dengan batas kelurahan, sehingga analisa yang dihasilkan dapat menunjukkan dan membandingkan kondisi keterpaparan di masing-masing wilayah Kelurahan. Berdasarkan skor dan pembagian parameter keterpaparan, maka nilai yang diperoleh ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 5.5 Keterpaparan Kawasan DAS Brantas Kota Malang

NO	DAS BRANTAS KOTA MALANG	KECAMATAN	KELURAHAN	KETERPAPARAN (EXPOSURE)						
				Luas Wilayah (Ha)	Curah Hujan (mm)	Jumlah Bangunan Rumah Pemukiman di Bantaran Sungai (bh)	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kepadatan Penduduk (Jiwa)	Penduduk Miskin (Jiwa)	Jumlah KK yang tinggal di bantaran Sungai (Jiwa)
1	HULU	LOWOKWARU	DINOYO	0,078	0,096	0,031	0,084	0,066	0,054	0,024
2			JATIMULYO	0,166	0,088	0,018	0,100	0,037	0,080	0,015
3			TUNGGUL WULUNG	0,123	0,098	0,018	0,037	0,018	0,080	0,012
4			TLOGOMAS	0,123	0,098	0,020	0,091	0,044	0,026	0,027
5	TENGAH	KLOJEN	KIDUL DALEM	0,032	0,088	0,090	0,029	0,052	0,024	0,100
6			ORO-ORO DOWO	0,091	0,089	-	0,062	0,035	0,071	-
7			SAMAAN	0,035	0,089	0,132	0,050	0,080	0,071	0,154
8			PENANGGUNGAN	0,051	0,088	0,042	0,080	0,064	0,067	0,059
9	HUILIR	KEDUNGKANDANG	KOTA LAMA	0,057	0,088	0,092	0,134	0,197	0,194	0,073
10		BLIMBING	JODIPAN	0,033	0,088	0,427	0,055	0,102	0,045	0,389
11			POLEHAN	0,096	0,089	0,015	0,055	0,075	0,173	0,015

Sumber : Olah Data Penelitian

Perhitungan parameter keterpaparan tersebut berdasarkan kondisi wilayah ditinjau/kelurahan dibandingkan dengan total wilayah kawasan yang masuk dalam wilayah kajian. Misalnya untuk luas wilayah kelurahan Kota Lama (86 ha) dibandingkan dengan luas wilayah kajian (1.516 ha), maka diperoleh nilai 0,057. Selanjutnya untuk indikator luas wilayah dibagi menjadi beberapa range untuk menentukan bibit indikator, Kelurahan Kota Lama diperoleh bobot 2 sesuai dengan pembagian range dengan kelurahan yang lain.

Selanjutnya hasil perolehan bobot pada analisa data sekunder diatas kemudian dikalikan dengan besarnya nilai bobot hasil kuesioner yang diberikan kepada para kader tangguh bencana pada masing-masing parameter dalam

mengukur keterpaparan. Metode ini merupakan salah satu yang disyaratkan dalam menggunakan metode AHP (apple to apple). Adapun hasil bobot yang telah diperoleh melalui pengisian lembar kuisioner oleh para kader tangguh bencana ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 5.6 Tabel bobot keterpaparan kawasan DAS Brantas Kota Malang

NO	KETERPAPARAN	TOTAL	SCORE
1	Luas Wilayah	85	0,084
2	Curah Hujan	127	0,126
3	Jumlah bangunan rumah permukiman di bantaran sungai	100	0,099
4	Jumlah Penduduk	171	0,170
5	Kepadatan Penduduk	164	0,248
6	Jumlah Penduduk Miskin	154	0,153
7	Jumlah KK yang tinggal di Bantaran Sungai	120	0,119
		921	1,000

Sumber : Olah Data Penelitian, 2018

Dengan demikian, sebagai tindak lanjut dari perhitungan parameter keterpaparan, bobot hasil penilaian kuisioner (perolehan data primer dari AHP) dikelikan dengan hasil perolehan data sekunder. Contoh untuk indikator luas wilayah kelurahan Kota Lama diperoleh 0,084 dari hasil kuisioner dan bobot luas wilayah kelurahan Kota Lama sebesar 2. Maka diperoleh hasil perkalian dengan nilai 0,169.

Langkah perhitungan tersebut diulang-ulang untuk menghitung kelurahan yang lain, sehingga diperoleh hasil perhitungan bobot dengan perkalian bobot hasil pengisian kuisioner AHP dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 5.7 Bobot Keterpaparan Tiap Kelurahan Kawasan DAS Brantas

NO	DAS BRANTAS KOTA MALANG	KECAMATAN	KELURAHAN	KETERPAPARAN (EXPOSURE)						
				Luas Wilayah	Curah Hujan	Jumlah bangunan rumah permukiman di bantaran sungai	Jumlah Penduduk	Kepadatan Penduduk	Jumlah Penduduk Miskin	Jumlah KK yang tinggal di Bantaran Sungai
1	HULU	LOWOKWARU	DINOYO	0,253	0,504	0,199	0,509	0,326	0,306	0,238
2			JATIMULYO	0,338	0,252	0,199	0,509	0,326	0,306	0,238
3			TUNGGUL WULUNG	0,338	0,504	0,199	0,340	0,326	0,306	0,238
4			TLOGOMAS	0,338	0,504	0,199	0,509	0,326	0,306	0,238
5	TENGAH	KLOJEN	KIDUL DALEM	0,169	0,252	0,199	0,170	0,326	0,306	0,238
6			ORO-ORO DOWO	0,253	0,252	0,199	0,340	0,326	0,306	0,238
7			SAMAAN	0,169	0,252	0,397	0,340	0,489	0,306	0,357
8			PENANGGUNGAN	0,169	0,252	0,199	0,509	0,326	0,306	0,238
9	HUILIR	KEDUNGKANDANG	KOTA LAMA	0,169	0,252	0,199	0,340	0,326	0,306	0,238
10			BLIMBING	JODIPAN	0,169	0,252	0,397	0,340	0,489	0,306
11		POLEHAN		0,253	0,252	0,199	0,340	0,326	0,612	0,238

Sumber : Olah Data Penelitian, 2018

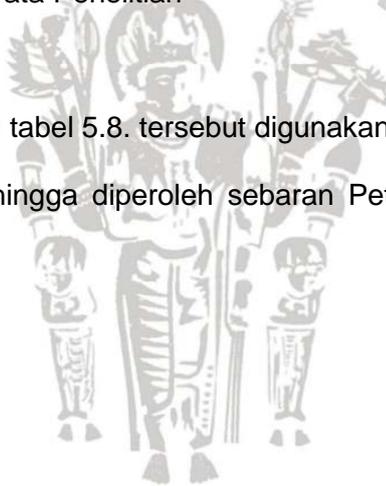
Hasil analisis yang diperoleh dari keseluruhan kelurahan dan indikator yang dibandingkan kemudian dilakukan penjumlahan secara horizontal untuk diperoleh besar nilai di masing masing wilayah kelurahan kemudian dilakukan pembobotan sesuai dengan range antara 0 sampai dengan 5, dimana penentuan besaran range tersebut didasarkan pada pilihan quisioner yang diisi melalui survey data primer yang diisi oleh kader tangguh bencana selain pemilihan panjang range didasarkan pada gradasi warna yang dihasilkan didalam peta, sehingga semakin tinggi gradasi atau range yang dibuat, maka gradasi warna yang dimunculkan dalam peta akan semakin bervariasi. Maka berdasarkan analisa perhitungan dan range nilai yang sudah ditentukan diperoleh bobot untuk keterpaparan dalam tabel sebagai berikut:

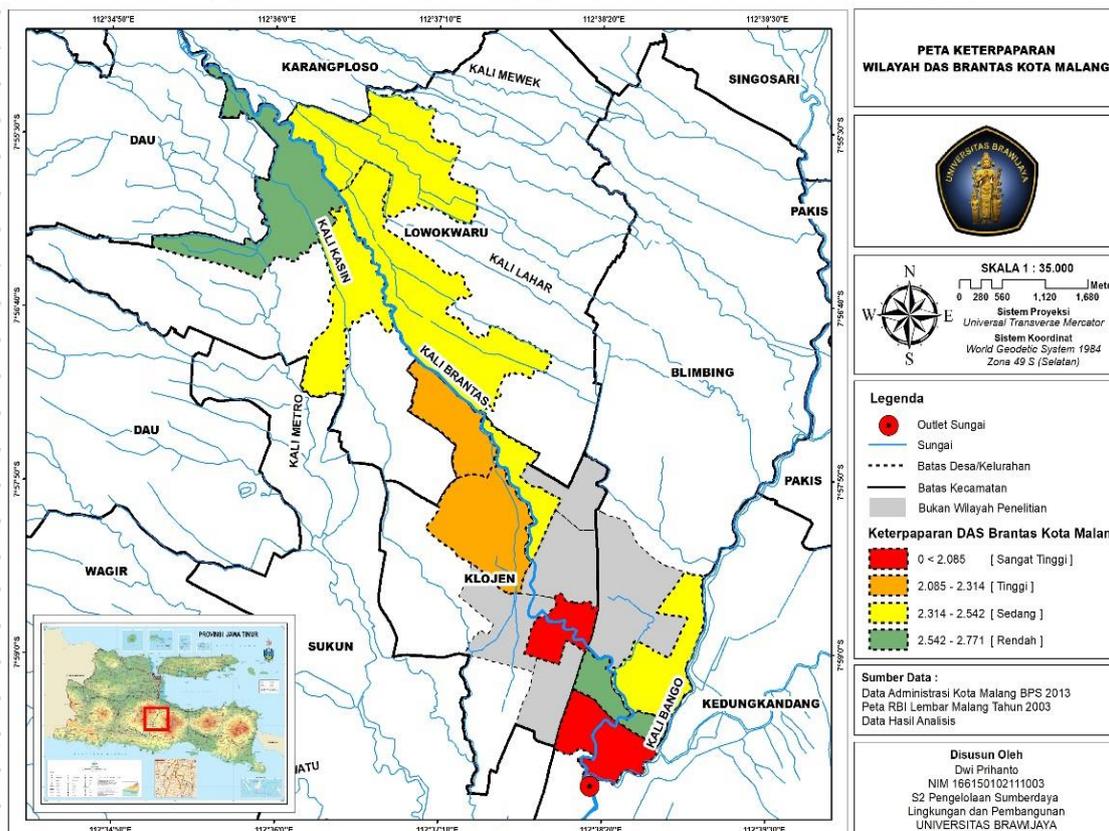
Tabel 5.8 Bobot Keterpaparan Kelurahan Kawasan DAS Brantas Kota Malang

No	Kecamatan	Kelurahan	Bobot Kerentanan
1	Lowokwaru	Dinoyo	3
2		Jatimulyo	3
3		Tunggulwulung	3
4		Tlogomas	4
5	Klojen	Kidul Dalem	1
6		Oro-Oro Dowo	2
7		Samaan	3
8		Penanggungan	2
9	Kedungkandang	Kota Lama	1
10	Blimbing	Jodipan	4
11		Polehan	3

Sumber : Olah Data Penelitian

Berdasarkan hasil tabel 5.8. tersebut digunakan sebagai dasar dalam pembuatan Peta Spasial, sehingga diperoleh sebaran Peta Keterpaparan Kelurahan pada gambar berikut :





Gambar 5.1 Peta Keterpaparan Kawasan DAS Brantas Kota Malang

Dari Peta tersebut dapat diketahui bahwa tingkat keterpaparan kelurahan pada kawasan DAS Brantas Kota Malang yang paling tinggi tingkat keterpaparannya ada 2 Kelurahan, yaitu Kelurahan Kidul Dalem dan Kota Lama. Sedangkan Oro-oro Dowo dan Penanggungan tingkat keterpaparannya tinggi. Disisi lain Kelurahan Dinoyo, Jatimulyo, Tunggulwulung, Samaan dan Polehan tingkat keterpaparannya tinggi. Adapun indikator atau penyusun dari tingkat keterpaparan di kelurahan tersebut terdiri dari :

- 1) Luas wilayah, merupakan luas wilayah kelurahan dibandingkan dengan luas wilayah se- Kota Malang yang berada di wilayah DAS Brantas dan semakin besar luas wilayah kelurahan yang berada di bantaran DAS maka akan semakin besar pula kelurahan tersebut terpapar jika terjadi bencana perubahan iklim;

- 2) Ketinggian elevasi, semakin tinggi elevasi kelurahan maka semakin rendah atau kecil potensi kelurahan tersebut untuk terpapar bencana iklim, tetapi di sisi lain semakin elevasinya terjal dan tinggi dapat memicu potensi bencana longsor di kelurahan tersebut.
- 3) Curah hujan, merupakan jumlah curah hujan yang terjadi di kelurahan dibandingkan dengan jumlah curah hujan yang terjadi di Kota Malang dan semakin tinggi curah hujan yang terjadi di tingkat kelurahan maka semakin tinggi pula kelurahan tersebut terpapar terhadap bencana akibat perubahan iklim.
- 4) Kepadatan penduduk, semakin padat permukiman penduduk di DAS Brantas maka resiko keterpaparan jika terjadinya bencana iklim sangat tinggi dikarenakan dengan tanah yang sempit dan alih tata guna lahan berdampak pada ketersediaan kawasan resapan air, belum juga sistem drainase yang ada dibantaran sungai kurang memadai termasuk didalamnya sistem sanitasinya.

5.2.2 Sensivitas Kawasan DAS Brantas Kota Malang

Sensitivitas di definisikan sebagai tingkatan atau derajat dimana suatu sistem dipengaruhi atau responsive terhadap rangsangan baik yang bersifat merugikan atau menguntungkan. Dalam konteks kerentanan wilayah pesisir, semakin tinggi sensitivitas suatu system maka semakin tinggi kerentanan sistem. (Olmos, 2001). Adapun indikator yang masuk kedalam (S) sensitifitas sebagai berikut :

- 1) Histori Bencana (banjir dan longsor)
- 2) Jumlah Pelanggan Perpipaan PDAM
- 3) Jumlah Individu yang bekerja berdasarkan kelompok Usia

4) Jumlah Janda

5) Jumlah Disabilitas

Sama halnya dengan penentuan indikator pada keterpaparan, pemilihan indikator pada parameter sensitivitas diatas berdasarkan pada ketersediaan data yang dapat diolah sampai dengan batas kelurahan, sehingga analisa yang dihasilkan dapat menunjukkan dan membandingkan dengan kondisi sensitivitas dari masing-masing kelurahan. Analisa dalam perhitungan parameter sensitivitas, ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 5.9 Sensitivitas Kawasan DAS Brantas Kota Malang

NO	PROV	KOTA	DAS BRANTAS KOTA MALANG	KECAMATAN	KELURAHAN	SENSITIVITAS					
						Histori Bencana	Jumlah Pelanggan Perpipaan PDAM	Jumlah Individu yang bekerja berdasarkan kelompok Usia	Jumlah Janda	Jumlah Disabilitas	
1	2	3	4	4	5						
1	JAWA TIMUR	MALANG	HULU	LOWOKWARU	DINOYO	0,080	0,061	0,047	0,083	0,056	
2					JATIMULYO	0,080	0,145	0,070	0,178	0,060	
3					TUNGGUL WULUNG	0,080	0,013	0,074	0,101	0,066	
4					TLOGOMAS	0,120	0,050	0,058	0,108	0,088	
5			TENGAH	KLOJEN	KIDUL DALEM	0,120	0,034	0,030	0,052	0,049	
6					ORO-ORO DOWO	0,080	0,076	0,032	0,098	0,043	
7					SAMAAN	0,080	0,060	0,057	0,140	0,049	
8					PENANGGUNGAN	0,080	0,057	0,047	0,097	0,034	
9			HUILIR	KEDUNGKANDANG	KOTA LAMA	0,200	0,161	0,197	0,357	0,139	
10					BLIMBING	JODIPAN	0,080	0,055	0,091	0,228	0,081
11						POLEHAN	0,080	0,088	0,116	0,227	0,144

Sumber : Olahan Data Penelitian, 2018

Perhitungan parameter sensitivitas tersebut diatas berdasarkan kondisi wilayah yang ditinjau/kelurahan dibandingkan dengan total wilayah kawasan yang masuk dalam wilayah kajian. Misalnya untuk menghitung nilai sensitivitas masyarakat yang menggunakan air perpipaan PDAM di Kelurahan Jodipan

dihitung melalui jumlah masyarakat yang menggunakan PDAM sebanyak 5.666 jiwa, maka diperoleh nilai 0,055, selanjutnya untuk indikator jumlah penggunaan PDAM tersebut dibagi menjadi beberapa range untuk menentukan bobot indikator dan kelurahan Jodipan diperoleh bobot 2.

Hasil perolehan bobot pada analisa data sekunder diatas kemudian dikalikan dengan besar nilai bobot hasil kuesioner AHP yang diberikan kepada para kader kelurahan tangguh pad masing-masing parameter dalam mengukur sensitivitas.

Metode ini merupakan salah satu yang disyaratkan dalam menggunakan metode AHP (apple to apple). Adapun hasil bobot yang telah diperoleh melalui pengisian lembar questioner oleh para kader kelurahan tangguh di tabelkan sebagai berikut :

Tabel 5.10 **Bobot Sensitivitas Kawasan DAS Brantas Kota Malang**

NO	SENSITIVITAS	TOTAL	SCORE
1	Histori Bencana	33	0,085
2	Jumlah Pelanggan Perpipaian PDAM	114	0,295
3	Jumlah Individu yang bekerja berdasarkan kelompok Usia	98	0,253
4	Jumlah Janda	95	0,245
5	Jumlah Disabilitas	47	0,121
		387	1,000

Sumber : Olah Data Penelitian, 2018

Sebagai tindak lanjut dari perhitungan parameter sensitivitas, bobot hasil penilaian kuisisioner (hasil perolehan data primer) dikalikan dengan hasil perhitungan perolehan data sekunder. Contoh bobot untuk indikator jumlah disabilitas di kelurahan diperoleh 0,121 dan hasil questioner dan bobot jumlah disabilitas kelurahan Kota Lama sebesar 2 .Maka diperoleh hasil perkalian dengan nilai 0,243.

Langkah perhitungan tersebut diulang-ulang guna menghitung kelurahan yang lain, sehingga diperoleh hasil perhitungan bobot dengan perkalian hasil pengisian questioner dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 5.11 **Bobot Sensitivitas Tiap Kelurahan Kawasan DAS Brantas Kota Malang**

NO	PROV	KAB	DAS BRANTAS KOTA MALANG	KECAMATAN	KELURAHAN	SENSITIVITAS					
						Histori Bencana	Jumlah Pelanggan Perpipaan PDAM	Jumlah Individu yang bekerja berdasarkan kelompok Usia	Jumlah Janda	Jumlah Disabilitas	
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	
1	JAWA TIMUR	MALANG	HULU	LOWOKWARU	DINOYO	0,171	0,589	0,506	0,491	0,243	
2					JATIMULYO	0,171	1,178	0,506	0,736	0,243	
3					TUNGGUL WULUNG	0,171	0,589	0,506	0,491	0,243	
4					TLOGOMAS	0,256	0,589	0,506	0,491	0,364	
5			TENGAH	KLOJEN	KIDUL DALEM	0,256	0,589	0,506	0,491	0,243	
6					ORO-ORO DOWO	0,171	0,884	0,506	0,491	0,243	
7					SAMAAN	0,171	0,589	0,506	0,491	0,243	
8					PENANGGUNGAN	0,171	0,589	0,506	0,491	0,243	
9			HUILIR	KEDUNGKANDANG	KOTA LAMA	0,256	0,589	0,506	0,491	0,243	
10					BLIMBING	JODIPAN	0,171	0,589	0,760	0,736	0,364
11						POLEHAN	0,171	0,884	0,506	0,736	0,243

Sumber : Olah Data Penelitian, 2018

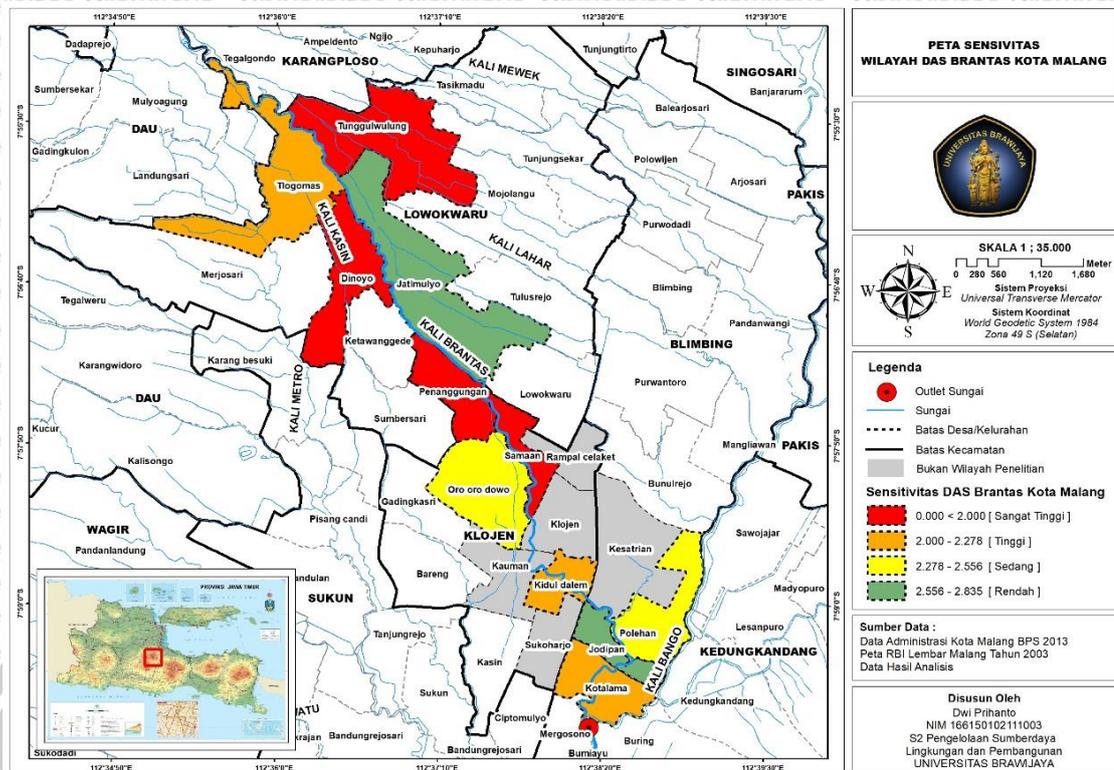
Hasil analisa yang diperoleh dari keseluruhan kelurahan dan indikator yang dibandingkan dari parameter sensitivitas kemudian dilakukan penjumlahan secara horizontal untuk diperoleh besar nilai dimasing-masing kelurahan. Dan selanjutnya dilakukan pembobotan sesuai dengan range antara 0 sampai dengan 5, maka akan diperoleh bobot sensitivitas dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 5.12 Bobot Sensitivitas Kelurahan Kawasan DAS Brantas Kota Malang

NO	PROV	KOTA	DAS BRANTAS KOTA MALANG	KECAMATAN	KELURAHAN	BOBOT	
1	JAWA TIMUR	MALANG	HULU	LOWOKWARU	DINOYO	1	
2					JATIMULYO	4	
3					TUNGGUL WULUNG	1	
4					TLOGOMAS	2	
5			TENGAH	KLOJEN	KIDUL DALEM	2	
6					ORO-ORO DOWO	3	
7					SAMAAN	1	
8					PENANGGUNGAN	1	
9			HUILIR		KEDUNGKANDANG	KOTA LAMA	2
10					BLIMBING	JODIPAN	4
11						POLEHAN	3

Sumber : Olah Data Penelitian, 2018

Dari tabel 5.12. tersebut digunakan sebagai dasar dalam pembuatan Peta Spasial, sehingga diperoleh sebaran Peta Sensitivitas Kelurahan DAS Brantas Kota Malang pada gambar 5.2



Gambar 5.2 Peta Sensitivitas Kawasan DAS Brantas Kota Malang

Selanjutnya dari peta tersebut dapat diketahui bahwa sensitivitas kelurahan pada kawasan DAS Brantas Kota Malang sangat tinggi. Ada 4 kelurahan yang masuk katagori sensitivitasnya sangat tinggi , yaitu Kelurahan Dinoyo, Tunggulwulung, Samaan dan Penaggungan. Adapun unsur penyusun dari sensitivitas di kelurahan tersebut yaitu :

- 1) Histori kejadian kebencanaan, merupakan jumlah kejadian bencana di kelurahan dibagi dengan jumlah kejadian bencana dalam 1 kota Malang dan semakin banyak historis kejadian bencana yang terjadi atau tercatat (terdokumentasikan) maka semakin besar pula tingkat sensitivitas masyarakat di kelurahan tersebut dalam menghadapi dampak bencana yang ditimbulkan oleh iklim;

2) Disabilitas adalah hasil interaksi antara keterbatasan fungsi seseorang dengan hambatan lingkungan. Hambatan lingkungan dapat berupa terbatasnya akses informasi, infrastruktur, partisipasi, sikap negatif atau stigma, dan kebijakan yang tidak berpihak. Jumlah disabilitas merupakan masyarakat di kelurahan dibagi dengan jumlah disabilitas dalam 1 kota Malang dan semakin banyak jumlah penyandang disabilitas yang ada di wilayah kelurahan maka semakin besar pula tingkat sensitivitas masyarakat di kelurahan tersebut dalam menghadapi dampak bencana yang ditimbulkan oleh iklim.

3) Jumlah penduduk miskin, merupakan jumlah penduduk miskin di kelurahan dibandingkan dengan jumlah penduduk miskin total yang terdapat di semua kelurahan DAS Brantas Kota Malang tersebut dan semakin besar prosentase penduduk miskin yang terdapat di kelurahan DAS maka semakin tinggi sensitivitas desa tersebut terhadap dampak terjadinya bencana akibat perubahan iklim.

5.2.3 Kapasitas Adaptif Kawasan DAS Brantas Kota Malang

Kapasitas adaptif didefinisikan sebagai kemampuan suatu system, wilayah, atau masyarakat untuk beradaptasi dengan dampak perubahan iklim (Smit, 2003:894., Sakuntaladewi, 2014). Kapasitas beradaptasi memiliki peran penting dalam mengatasi dan meminimalisir kerentanan di suatu kawasan.

Adapun indikator yang masuk kedalam kapasitas adaptif (AC) dalam penelitian ini sebagai berikut :

- 1) Jumlah Sarana Kesehatan (Posyandu)
- 2) Jumlah Kader/Relawan Bencana

- 3) Jumlah Koperasi Simpan Pinjam
- 4) Jumlah Kepala Rumah Tangga yang bekerja menurut jenis lapangan pekerjaan

Sama halnya dengan penentuan indikator yang terdapat pada keterpaparan dan sensitivitas, pemilihan indikator pada parameter kapasitas adaptif ini didasarkan pada ketersediaan data yang dapat diolah sampai dengan batas kelurahan, sehingga analisa yang dihasilkan dapat menunjukkan dan membandingkan antara kondisi kapasitas adaptif dari masing-masing kelurahan.

Analisa dalam perhitungan parameter kapasitas adaptif ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 5.13 Kapasitas Adaptif Kawasan DAS Brantas Kota Malang

NO	DAS BRANTAS KOTA MALANG	KECAMATAN	KELURAHAN	KAPASITAS ADAPTIF			
				Jumlah Sarana Kesehatan (Posyandu)	Jumlah Kader/Relawan Bencana	Jumlah Koperasi Simpan Pinjam	Jumlah Kepala RT yang bekerja menurut jenis lapangan pekerjaan
1	HULU	LOWOKWARU	DINOYO	0,154	0,048	0,071	0,032
2			JATIMULYO	0,026	0,071	0,071	0,057
3			TUNGGUL WULUNG	0,077	0,071	0,071	0,051
4			TLOGOMAS	0,077	0,071	0,107	0,039
5	TENGAH	KLOJEN	KIDUL DALEM	0,077	0,071	0,071	0,020
6			ORO-ORO DOWO	0,179	0,071	0,071	0,027
7			SAMAAN	0,103	0,071	0,071	0,040
8			PENANGGUNGAN	0,103	0,057	0,071	0,030
9	HUILIR	KEDUNGKANDANG	KOTA LAMA	0,077	0,071	0,071	0,138
10		BLIMBING	JODIPAN	0,103	0,062	0,071	0,078
11			POLEHAN	0,026	0,071	0,143	0,085

Sumber : Olah Data Penelitian, 2018

Perhitungan parameter kapasitas adaptif tersebut diatas berdasarkan kondisi wilayah yang ditinjau/kelurahan dibandingkan dengan total wilayah

kawasan yang masuk ke dalam wilayah kajian. Misalnya untuk menghitung nilai kapasitas adaptif jumlah kader/relawan bencana di kelurahan Tlogomas tersebut berjumlah 15 orang dibandingkan dengan jumlah total kader tingkat Kota sebanyak 210 orang, maka diperoleh nilai 0,071. Selanjutnya untuk indikator jumlah kader/relawan bencana tersebut dibagi menjadi beberapa range untuk menentukan bobot indikator, sehingga untuk kelurahan Tlogomas diperoleh bobot 4 untuk indikator kader/relawan bencana.

Hasil perolehan bobot pada analisa data sekunder diatas kemudian dikalikan dengan besar nilai bobot hasil questioner yang diberikan kepada para kader/relawan bencana pada masing-masing parameter dalam mengukur kapasitas adaptif. Metode ini merupakan salah satu yang disyaratkan dalam menggunakan metode AHP (apple to apple). Adapun hasil bobot yang telah diperoleh melalui pengisian lembar questioner oleh para kader/relawan bencana ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 5.14 **Bobot Kapasitas Adaptif Kawasan DAS Brantas Kota Malang**

NO	KAPASITAS ADAPTIF	TOTAL	SCORE
1	Jumlah Prasarana Kesehatan (Posyandu)	84	0,143
2	Jumlah Kader/Relawan Bencana	134	0,228
3	Jumlah Koperasi Simpan Pinjam	114	0,194
4	Jumlah Kepala RT yang bekerja menurut jenis lapangan pekerjaan	257	0,436
		589	1,000

Sumber : Olah Data Penelitian, 2018

Sehingga sebagai tindak lanjut dari perhitungan parameter kapasitas adaptif, maka bobot hasil penilaian questioner (hasil perolehan data primer) dikalikan dengan hasil perhitungan perolehan data sekunder. Sebagai contoh

bobot indikator jumlah kader/relawan bencana di kelurahan diperoleh 0,172 dari hasil questioner dan bobot jumlah kader/relawan bencana di kelurahan Tlogomas sebesar 4. Maka diperoleh hasil perkalian dengan nilai 0,708.

Langkah perhitungan tersebut diulang-ulang untuk menghitung kelurahan yang lain, sehingga diperoleh hasil perhitungan bobot dengan perkalian bobot hasil pengisian questioner dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 5.15 **Bobot Kapasitas Adaptif tiap Kelurahan Kawasan DAS Brantas**

Kota

Malang

NO	DAS BRANTAS KOTA MALANG	KECAMATAN	KELURAHAN	KAPASITAS ADAPTIF			
				Jumlah Sarana Kesehatan (Posyandu)	Jumlah Kader/Relawan Bencana	Jumlah Koperasi Simpan Pinjam	Jumlah Kepala RT yang bekerja menurut jenis lapangan pekerjaan
1	HULU	LOWOKWATU	DINOYO	0,452	0,354	0,286	0,664
2			JATIMULYO	0,285	0,708	0,286	0,664
3			TUNGGUL WULUNG	0,428	0,708	0,286	0,664
4			TLOGOMAS	0,428	0,708	0,286	0,664
5	TENGAH	KLOJEN	KIDUL DALEM	0,428	0,708	0,286	0,664
6			ORO-ORO DOWO	0,570	0,708	0,286	0,664
7			SAMAAN	0,339	0,708	0,286	0,664
8			PENANGGUNGAN	0,339	0,354	0,286	0,664
9	HILIR	KEDUNGKANDANG	KOTA LAMA	0,226	0,708	0,286	1,328
10		BLIMBING	JODIPAN	0,339	0,531	0,286	0,996
11			POLEHAN	0,226	0,708	0,572	0,996

Sumber : Olah Data Penelitian,2018

Hasil analisa yang diperoleh dari keseluruhan kelurahan dan indikator yang dibandingkan dari parameter kapasitas adaptif, kemudian dilakukan penjumlahan secara horizontal untuk diperoleh besar nilai di masing-masing kelurahan dan

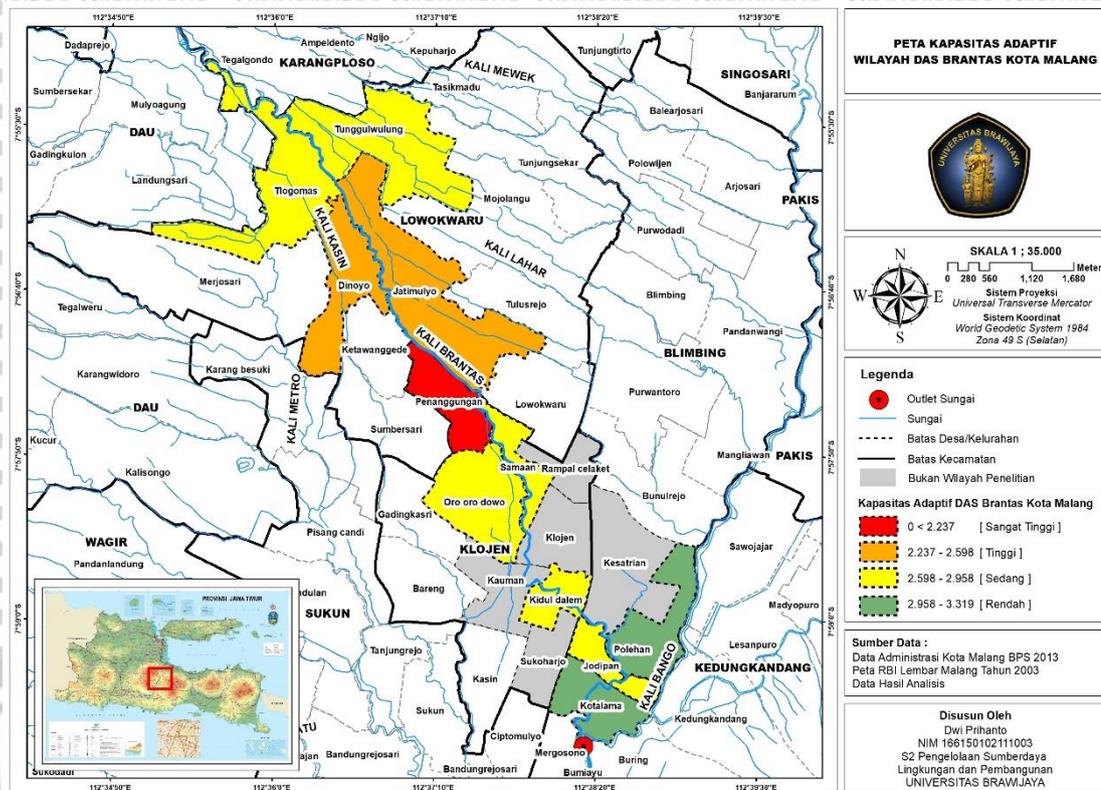
dilakukan pembobotan sesuai dengan range antara 0-5, maka akan diperoleh bobot untuk kapasitas adaptip dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 5.16 Bobot Kapasitas Adaptip Kelurahan Kawasan DAS Brantas Kota Malang

NO	PROV	KOTA	DAS BRANTAS KOTA MALANG	KECAMATAN	KELURAHAN	BOBOT	
1	JAWA TIMUR	MALANG	HULU	LOWOKWARU	DINOYO	2	
2					JATIMULYO	2	
3					TUNGGUL WULUNG	3	
4					TLOGOMAS	3	
5			TENGAH	KLOJEN	KIDUL DALEM	3	
6					ORO-ORO DOWO	3	
7					SAMAAN	3	
8					PENANGGUNGAN	1	
9			HUILIR		KEDUNGKANDANG	KOTA LAMA	4
10					BLIMBING	JODIPAN	3
11						POLEHAN	4

Sumber : Olah Data Penelitian, 2018

Dari hasil tabel pembobotan tersebut digunakan sebagai dasar dalam pembuatan peta spasial, sehingga diperoleh sebaran peta kapasitas adaptip kelurahan pada gambar di bawah ini :



Gambar 5.3 Peta Kapasitas Adaptif Kawasan DAS Brantas Kota Malang

Dari Peta tersebut diatas dapat diketahui bahwa beberapa kelurahan yang perlu dilakukan peningkatan kapasitas adaptif dikarenakan kapasitas adaptifnya masih rendah yaitu kelurahan Kota Lama dan Polehan. Adapun unsur penyusunan dari kapasitas adaptif di kelurahan tersebut yaitu :

- 1) Kader/relawan bencana merupakan kader yang terlatih dalam kebencanaan, jumlah kader yang terdapat dikelurahan dibandingkan dengan jumlah kelurahan dan penduduk yang terdapat diseluruh kawasan DAS Brantas Kota Malang yang dikaji dan semakin banyak kader yang dibentuk (jumlah) dikelurahan tersebut, maka semakin tinggi tingkat kapasitas beradaptasi masyarakat dikelurahan dalam menghadapi bencana iklim;

2) Jumlah lembaga penyedia dana seperti koperasi simpan pinjam, adalah merupakan lembaga keuangan mikro yang terdapat dikelurahan tersebut dalam mendukung kebutuhan perekonomian masyarakat di wilayah yang terdampak bencana iklim. Semakin banyak lembaga keuangan mikro yang ada di wilayah kelurahan maka akan semakin tinggi nilai adaptasi kelurahan terhadap dampak bencana iklim yang mengancam sistem perekonomian rumah tangga terutama disabilitas dan janda serta kepala rumah tangga yang tidak bisa bekerja karena dampak perubahan iklim.

3) Jumlah sarana prasarana kesehatan (Posyandu) yang ada diwilayah kelurahan semakin banyak, maka juga akan meningkatkan kapasitas adaptif masyarakat yang terdampak bencana akibat iklim.

4) EWS/Sistem peringatan dini, merupakan jumlah sistem peringatan dini yang terdapat di kelurahan dibandingkan dengan jumlah sistem peringatan dini yang terdapat di seluruh kawasan DAS Brantas yang dikaji dan semakin banyak sistem peringatan dini yang terpasang di kelurahan tersebut maka semakin tinggi angka kapasitas beradaptasi masyarakat dalam menghadapi dampak bencana perubahan iklim.

5.3 Kerentanan Kawasan DAS Brantas Kota Malang

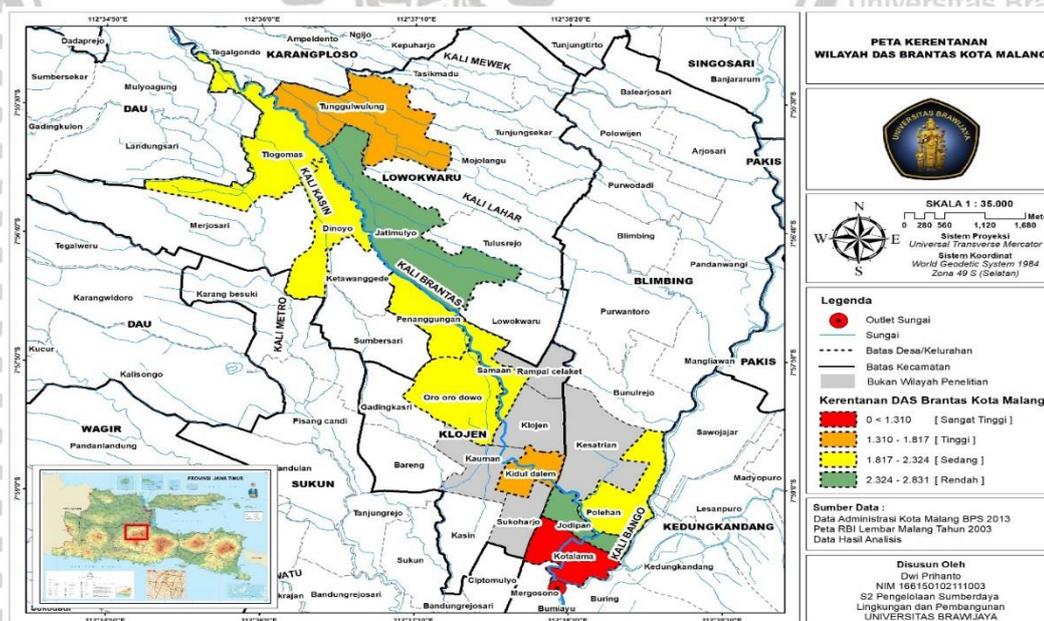
Berdasarkan korelasi variabel keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptif dari kawasan DAS Brantas Kota Malang, maka dapat diperoleh bobot nilai kerentanan yang terdapat pada masing-masing kelurahan ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 5.17 Kerentanan Kawasan DAS Brantas Kota Malang

NO	PROV	KOTA	DAS BRANTAS KOTA MALANG	KECAMATAN	KELURAHAN	JUMLAH BOBOT				GRADIENT KERENTANAN				
						KETERPAPARAN (EXPOSURE)	SENSITIVITAS	KAPASITAS ADAPTIF	KERENTANAN	H	S	AC	V	
1	JAWA TIMUR	MALANG	HULU	LOWOKWARU	DINOYO	2,506	2,000	2,395	2,093	3	1	2	3	
2					JATIMULYO	2,509	2,835	2,513	2,831	3	4	2	4	
3					TUNGKUL WULUNG	2,421	2,000	2,879	1,682	3	1	3	2	
4					TLOGOMAS	2,676	2,207	2,660	2,220	4	2	3	3	
5			TENGAH	KLOJEN	KIDUL DALEM	2,001	2,085	2,621	1,592	1	2	3	2	
6					ORO-ORO DOWO	2,255	2,295	2,729	1,896	2	3	3	3	
7					SAMAAN	2,566	2,000	2,765	1,856	3	1	3	3	
8					PENANGGUNGAN	2,341	2,000	2,237	2,093	2	1	1	3	
9			HUILIR	BLIMBING	KEDUNGKANDANG	KOTA LAMA	2,085	2,085	3,319	1,310	1	2	4	1
10					JODIPAN	2,771	2,620	2,791	2,601	4	4	3	4	
11					POLEHAN	2,561	2,540	3,141	2,071	3	3	4	3	

Sumber : Olah Data Penelitian, 2018

Berdasarkan tabel tersebut diatas, maka jika digambarkan sebagai peta spasial untuk menunjukkan lokasi kelurahan yang rentan terhadap perubahan iklim, maka peta kerentanan kawasan DAS Brantas Kota Malang dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 5.4 Peta Kerentanan Kawasan DAS Brantas Kota Malang

Berdasarkan gambar peta tersebut diatas, warna merah pada peta menunjukkan bahwa kelurahan tersebut merupakan kelurahan yang tingkat kerentanannya sangat tinggi terhadap dampak yang ditimbulkan akibat perubahan iklim, dalam hal ini bencana yang sering terjadi diwilayah itu adalah longsor. Untuk kelurahan yang tingkat kerentanannya sangat tinggi yaitu kelurahan Kota Lama. Sedangkan yang tinggi ada di kelurahan Tunggulwulung dan Kidul Dalem. Kelurahan Dinoyo, Tlogomas, Oro-oro Dowo, Samaan, Penanggungan dan Polehan masuk dalam katagori sedang. Kelurahan Jatimulyo dan Polehan merupakan kelurahan yang rendah tingkat kerentanannya.

Adapun hasil penyusun kerentanan tersebut disebabkan oleh tingginya nilai keterpaparan suatu kawasan beserta dengan tingginya sensitifitas kelurahan tersebut dalam potensi terkena dampak bencana selain itu rendahnya kemampuan masyarakat/kelurahan dalam beradaptasi guna menghadapi kemungkinan dampak buruk jika terjadi bencana iklim. Dalam hal ini penyusun kapasitas adaptasi masyarakat diantaranya ketersediaan sistem peringatan dini, jumlah kader tangguh bencana yang tersedia di kelurahan dan jumlah lembaga keuangan yang dapat diandalkan oleh para UMKM di kelurahan mengalami kekurangan modal sebagai dampak dari terjadinya bencana iklim, sehingga tidak bisa mengakses dana.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian dan analisis kerentanan fisik, sosial dan ekonomi melalui penggalian informasi data primer dan sekunder kemudian dikaji kedalam parameter kerentanan (keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptip) wilayah DAS Brantas Kota Malang, maka diperoleh kesimpulan diantaranya :

1) Tingkat keterpaparan, sensitivitas dan kemampuan adaptip masyarakat wilayah DAS Brantas yang ditinjau dari kriteria dan indikator keterpaparan, sensitivitas dan kemampuan masyarakat dalam beradaptasi dengan dampak bencana akibat perubahan iklim dapat dijelaskan sebagai berikut :

(a) Keterpaparan terdapat 2 Kelurahan yang memiliki tingkat keterpaparan sangat tinggi yaitu Kelurahan Kota Lama dan Kidul Dalam. Hal ini disebabkan selain luas wilayah juga kepadatan penduduk ditambah dengan elevasi yang relatif rendah. Selanjutnya terdapat 1 Kelurahan, yaitu Kelurahan Penanggungan yang tingkat keterpaparannya tinggi;

(b) Sedangkan berdasarkan indikator sensitivitas terdapat 4 Kelurahan yang tingkat sensitivitasnya sangat tinggi, yaitu Kelurahan Dinoyo, Tunggulwulung, Samaan dan Penanggungan



Gambar 6.1 Kelurahan Kidul Dalam Tingkat Keterpaparannya Sangat Tinggi terhadap Bencana Hidrometeorologi



Gambar 6.2 Kelurahan Samaan Tingkat Sensitivnya Sangat Tinggi terhadap Bencana Hidrometeorologi

(c) Selanjutnya indikator Kapasitas Adaptip, Kelurahan Kota Lama dan Polehan merupakan kelurahan yang memiliki kemampuan adaptip rendah terhadap bencana yang diakibatkan oleh iklim. Hal ini dikarenakan di kelurahan tersebut merupakan DAS Hilir Kota Malang ,sistem peringatan dini (EWS) tidak ada termasuk jalur evakuasi juga belum dibuat dengan baik,peningkatan kapasitas kader dan relawan terhadap kesiapsiagaan tanggap darurat kebencanaan masih kurang, informasi cuaca dan iklim yang di buat oleh BMKG belum digunakan sepenuhnya oleh kader dan relawan.

- 2) Sedangkan berdasarkan hasil analisa kerentanan wilayah DAS Brantas Kota Malang terdapat satu kelurahan yang tingkat kerentanannya sangat tinggi, yaitu kelurahan Kota Lama.Penyebab tingginya kerentanan pada kelurahan tersebut disebabkan tingginya angka keterpaparan dan sensitivitas serta rendahnya kemampuan adaptasi masyarakat terhadap kemungkinan terjadi bencana oleh perubahan iklim.



Gambar 6.1. **Kondisi Kelurahan Kota Lama yang tingkat Kerentanannya Sangat Tinggi**

3) Beberapa strategi adaptasi non struktural yang sudah dilakukan oleh masyarakat terhadap potensi bencana di kawasan atau kelurahan yang tergolong rentan terhadap bencana akibat perubahan iklim antara lain :

- (a) Tahun 2018 telah terbentuk kelurahan tangguh bencana beserta pembentukan Kader oleh BPBD di kelurahan Tlogomas, Jatimulyo, Penanggungan, Kota Lama, Jodipan dan Polehan;
- (b) Peningkatan kapasitas kader dan relawan tangguh bencana di tingkat kota oleh BPBD yang pesertanya dari wilayah kelurahan Kota Lama, Polehan, Tlogomas, Penanggungan dan Jatimulyo yang melibatkan MDMC dan PMI
- (c) Melakukan pemetaan kawasan yang berpotensi dan rentan terhadap bahaya longsor dan banjir yang dituangkan dalam peta rawan bencana di 11 kelurahan wilayah DAS Brantas;

6.2 Saran

Berdasarkan hasil kajian kerentanan masyarakat sebagai dampak perubahan iklim yang berpotensi menimbulkan bencana hidrometeorologi, maka disarankan beberapa program yang berbasis masyarakat sebagai berikut :

- 1) Penguatan sistem informasi cuaca & iklim yaitu dengan aksi membangun teknologi informasi cuaca – iklim, membangun sistem peringatan dini (EWS) untuk longsor dan banjir baik di DAS Brantas Kota Malang Hulu, Tengah maupun Hilir;
- 2) Melakukan mitigasi struktural yaitu dengan membangun plengsengan atau bronjong di wilayah atau kelurahan yang rentan terhadap bahaya longsor, memperbaiki sistem drainase yang berkelanjutan (USDS); meningkatkan

konservasi sumber daya air dengan aksi penanaman pohon dan bambu di sekitar sumber mata air dan badan sungai sebagai penahan longsor dan erosi, pembangunan sumur resapan, pembuatan lubang biopori ;

- 3) Pengarusutamaan konsep kota dan peran masyarakat yang memiliki daya tahan terhadap dampak perubahan iklim (Climate Change resilience) dengan model pilot-pilot program kampung iklim (Proklim), melakukan peningkatan kapasitas kader dan relawan bencana dalam ketrampilan kebencanaan maupun pemahaman tentang manajemen bencana yang diakibatkan oleh iklim baik menyangkut akses informasi iklim dan cuaca maupun rescuency;
- 4) Melakukan pemetaan kawasan yang berpotensi dan rentan terhadap bahaya longsor dan banjir sebagai dampak perubahan iklim yang dituangkan dalam peta rawan bencana di masing-masing kelurahan;
- 5) Membuat SOP Tanggap darurat bencana dan dilakukan simulasi secara periodik di tingkat komunitas tangguh bencana, membentuk Forum Pengurangan Risiko Bencana (FPRB) tingkat kelurahan, lanscape dan kota;
- 6) Pemerintah Kota Malang, dapat melakukan review kembali terkait dengan penataan ruang pemukiman kawasan DAS Brantas Kota Malang yang berbasis iklim dan kebencanaan yang Intinya perencanaan wilayah menetapkan kawasan rawan bencana, jalur evakuasi, dan lokasi evakuasi;
- 7) Dalam meningkatkan perekonomian di tingkat kelurahan dapat membentuk kelompok-kelompok Bank Sampah, 3R sehingga permasalahan sampah dapat dikelola dengan baik. Selain itu dalam rangka ketahanan pangan, di wilayah RT maupun RW menggalakkan

tanaman hidroponik, urban farming dan komposting serta tanaman obat keluarga (Toga), mengembangkan *home industry* dan kemudian didukung oleh pemerintah dengan menerbitkan sertifikat UMKM.

- 8) Selain dukungan dari pemerintah, diharapkan dapat terhubung kedalam jaringan pihak swasta maupun univeritas dan sekolah tinggi, sehingga masyarakat dapat meningkatkan komunikasi dan kapasitasnya termasuk menyempurnakan Perda No 4 Tahun 2011 tentang yang belum sepenuhnya memasukkan unsur ancaman bahaya bencana iklim di Kota Malang.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Shinta., Syamsidik., Eldina Fatimah. 2016. Penilaian Indeks Kerentanan Fisik Wiayah Pesisir Pantai Barat – Selatan Aceh. Jurnal. Aceh. Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.
- Alikodra HS, Syaukani HR. 2008. Global Warming: Banjir dan Tragedi Pembalakan Hutan. PT. Nuansa.
- Alland, A. Jr. 1975. "Adaptation", *Annual Review of Anthropology*, 4:59-73.
- Anonim. 2008. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 42 Tahun 2008. Tentang Pengelolaan Sumber Daya Air. Jakarta.
- Asdak. 2007. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Cetakan keempat (revisi). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Asian Cities Climate Change Resilience Network (ACCCRN). 2010. *Laporan Akhir Kajian Kerentanan dan Adaptasi terhadap perubahan iklim di Semarang*.
- Badan Pusat Statistik. 2014. Data Potensi Desa (PODES).
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. 2016. Kecamatan Dalam Angka.
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. 2016. Kota Malang Dalam Angka.
- BAPPEDA Kota Malang. 2012. Penyusunan Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (Rispam) Kota Malang.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas). 2010. *Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap*.
- Baru, M.T.F.2011. "Persepsi dan Strategi Adaptasi Masyarakat di Wilayah Pesisir Ende dalam Menghadapi Bencana Akibat Gelombang Pasang", *Master Thesis*, UGM, Yogyakarta.
- Bryant, Edward. 2008. *Tsunami: The Underrated Hazard (2nd Edition)*, Chichester, Praxis Publishing Ltd.
- Broadmeadow M, Matthews R. 2003. *Forest, Carbon and Climate Change : the UK Contribution*. Forestry Commission. June 2003.
- Boer, Rizaldi dan Perdinan. 2008. *Adaptation to climate variability and climate change: Its socio-economic aspect*. Paper presented at the EEPSEA Conference On Climate Change:Impacts, Adaptation, And Policy InSouth East Asia With A Focus OnEconomics, Socio-Economics And Institutional Aspects, 13-15 February 2008, Bali, <<http://www.eepsea.ccsea.org>>, diakses tanggal 11 Februari2012.

BNPB. 2010. Peta Indeks Kerentanan Sosial Ekonomi Di Indonesia.

BPBD Kota Malang. 2017. Rekapitulasi Bencana Kota Malang.

BPBD. 2010. Indeks Resiko Bencana Indonesia Tahun 2010.

BPBD. 2013. Indeks Resiko Bencana Indonesia Tahun 2013.

Carter, N., 1992. "Disaster management: A Disaster Manager Handbook; Published by Asian Development Bank, Manila, Philippines

Cinner, J.E., McClanahan, T.R., Daw, T.M., Maina, J., Stead, S.M., Wamukota, A., Brown. K., Bodin, O. 2011. Vulnerability of Coastal Communities to Key Impact of Climate Change on Coral Reef Fisheries. *Jurnal Internasional*.

Clement, Abah Roland. 2013. Vulnerability of Fisheries Livelihood in the Coastal Area of the Niger Delta Region of Nigeria. *Jurnal Internasional*. Nigeria. Benue State University, Department of Geography.

Dewi, Anggraini. 2007. "Community Based Analysis of Coping with Urban Flooding: a Case Study in Semarang, Indonesia", *Master Thesis*, ITC, The Netherlands.

Departemen Kehutanan. 1999. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan. Departemen Kehutanan, Jakarta.

Direktorat Adaptasi Perubahan Iklim. 2016. Kerentanan Dan Adaptasi Perubahan Iklim. KLHK.

Direktorat Pengairan dan Irigasi. 2006. BUKU 2. Identifikasi Pengelolaan SDA di Pulau Jawa.

Dwidjoseputro. 1991. *Ekologi Manusia dengan Lingkungannya*. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Efendi, Muchtar. 2012. Kajian Tingkat Kerentanan Masyarakat Terhadap Perubahan Iklim Dan Strategi Adaptasi Berbasis Daerah Aliran Sungai (Studi Kasus: Sub DAS Garang Hulu). Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.

Eko Pujiono dan Retno Setyowati. 2015. *Penilaian Tingkat Kerentanan Sumber Daya Air Terhadap Variabilitas Iklim Di DAS Aesesa*. Pulau Flores. Nusa Tenggara Timur. Balai Penelitian Kehutanan Kupang.

Fernando, H. J. S., Braun, A., Galappatti, R., Ruwanpura, J., dan Wirasinghe, S. C., 2008, *Tsunamis: Manifestation And Aftermath, Large-Scale Disasters: Prediction, Control, And Mitigation* (Mohamed Gad-el-Hak Ed.), Cambridge, Cambridge University Press.

Forner C. 2006. An Introduction To The Impacts Of Climate Change And Vulnerability Of Forests. Background Document For The South East Asian Kick-Off Meeting Of The Project Tropical Forests And Climate Change Adaptation ("Trofcca"). Bogor, 29 – 30 Mei 2006.

Fussel MH. 2007. *Vulnerability: A Generally Applicable Conceptual Framework for Climate Change Research*. *Global Environment Change* 17 : 155-167.

GTZ, 2004, RISK ANALYSIS – A Basis For Disaster Risk Management, Eschborn, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH.

Hidayati, Ida Nurul. Suryanto. April 2015. Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Produksi Pertanian Dan Strategi Adaptasi Pada Lahan Rawan Kekeringan. Fakultas Ekonomi dan Bisnis. Universitas Sebelas Maret.

Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001. Climate change 2001. Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK, and New York, Cambridge University Press.

Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Climate change 2007. Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Johnson, C., Tunstall, S., dan Rowsell, E.P.. 2004. "Crises as Catalysts For Adaptation: Human Response To Major Floods", *ESRC Environment and Human Behaviour New Opportunities Programme*, Flood Hazard Research Centre

Karyana A. 2007. Analisis Posisi dan Peran Lembaga serta Pengembangan Kelembagaan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung. [Disertasi]. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2014. Sistem Informasi Data Indeks Kerentanan (SIDIK). Direktorat Adaptasi Perubahan Iklim. Jakarta.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2016. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.33/Menlhk/Setjen/Kum.1/3/2016. Tentang Pedoman Penyusunan Aksi Adaptasi Perubahan Iklim.

Kementerian Pekerjaan Umum. 2010. Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Brantas. Keputusan Menteri. Jakarta.

Kementerian PPN/Bappenas. 2014. kajian strategi pengelolaan perikanan berkelanjutan. Direktorat Kelautan dan Perikanan. Jakarta.

Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 1998. *Vulnerability and Adaptation Assessments of Climate Change in Indonesia*.

Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2007. Laporan Status Lingkungan Hidup di Indonesia. Disampaikan pada Hari Lingkungan Hidup Indonesia tentang Iklim Berubah Waspadalah terhadap Bencana Lingkungan. 5 Juni 2007.

Leemans, R. dan Eickhout, B. 2004 Another reason for concern: regional and global impacts on ecosystems for different levels of climate change. *Global Environmental Change* 14:219–228.

Lisnawati Y. 2006. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Dan Pengaruhnya Terhadap Debit Sungai Dan Daya Dukung Lahan Di Kawasan Puncak Kabupaten Bogor. [Tesis]. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.

Locatelli, B., Kanninen, M., Brockhaus, M., Colfer, C.J.P., Murdiyarso, D. Dan Santoso, H. 2009 *Menghadapi masa depan yang tak pasti: Bagaimana hutan dan manusia beradaptasi terhadap perubahan iklim*. Perspektif Kehutanan no. 5. CIFOR, Bogor, Indonesia.

Locatelli B, Kanninen M, Brockhaus M, Colfer CJP, Mudiyarso D, Santoso H. 2008. Facing An Uncertain Future: How Forest And People Can Adapt To Climate Change. *Forest Perspective* No.5. Cifor Bogor.

Lourdes VR, Irma TV. 1997. *Assessment of The Vulnerability of Forest Ecosystems to Climate Change in Mexico*. Climate research. Vol.9:87-93.

Marfai, M.A., King, L., Sartohadi, J., Sudrajat, S., Budiani, S.R., and Yulianto, F. (2008). "The Impact of Tidal Flooding on a Coastal Community in Semarang, Indonesia", *Environmentalist*, 28: 237-248.

Marfai, M.A. & King, L. 2008. "Coastal Flood Management in Semarang, Indonesia", *Environmental Geology*, 55: 1507-1518.

Meiviana A, Sulistiowati DR, Soejachmoen MH. 2004. Bumi Makin Panas: Ancaman Perubahan Iklim Di Indonesia. Yayasan Pelangi. Jakarta.

Messner, F. & Meyer, V. 2005. "Flood Damage, Vulnerability, and Risk Perception: Challenge for Flood Damage Research", *UFZ Discussion Paper*, Leipzig-Halle.

Murdiyarso D. 2003. Sepuluh Tahun Perjalanan Negosiasi Konvensi Perubahan Iklim. PT.Kompas Media Nusantara.Jakarta.

Mileti, D.S. & Gottschlich, L.P. 2001. "Hazards and Sustainable Development in the United States", *Risk Management*, Vol. 3, No. 1, pp. 61-70.

Miladan, Nur. 2009. Kajian Kerentanan Wilayah Pesisir Kota Semarang Terhadap Perubahan Iklim. Ringkasan Thesis Program Pasca Sarjana Magister Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota Universitas Diponegoro. Semarang.

Muh Aris Marfal, Nursakti Cs. 2011. Model Kerentanan Wilayah Pesisir Berdasarkan Perubahan Garis Pantai Dan Banjir Pasang (Studi Kasus: Wilayah Pesisir Pekalongan). Magister Perencanaan dan Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai (MPPDAS). Program S-2 Geografi. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Murachman., Hanani, Nuhfil., Soemarno., Muhammad, Sahri. 2010. Model Polikultur Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab), Ikan Bandeng (*Chanos-chanos* Forkal) dan Rumput Laut (*Gracilaria* Sp.) Secara Tradisional. Jurnal. Malang. Universitas Brawijaya, Fakultas Pertanian.

Naylor, R.L., Battisti, D.S. Vimont, D.J., Falcon, W.P. and Burke, M.B. 2007. Assessing risks of climate variability and climate change for Indonesian rice agriculture. *Proceeding of the National Academic of Science*. 114:7752-7757.

National Geophysical Data Center / World Data Center (NGDC/WDC). 2011. Historical Tsunami Database, Boulder, CO, USA. dapat diakses di http://www.ngdc.noaa.gov/hazard/tsu_db.shtml.

Paulus, Chaterina A., dan Sobang, Yohanis Umbu L. 2017. Alternative Livelihood Strategy to Improve Social Resilience of Fisher Households: A Case Study in Nembrala Village of Rote Ndao Regency. Jurnal. Rote Ndao. Universitas Nusa Cendana.

Panpeng, Jirawat., Ahmad, Mokbul Morshed. 2017. Vulnerability of Fishing Communities from Sea-Level Change: A Study Laemsing District in Chanthaburi Province, Thailand. Jurnal Internasional. Thailand. Asian Institute of Technology.

Pawitan, H, Boer, R., Kusmaryono, Y dan Baharsjah, J.S. 2003. *Perubahan Iklim Global dan Dampaknya Terhadap Masa Depan Sumber Daya Air dan Ketersediaan Air Indonesia*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional "Air untuk Masa Depan" dalam rangka Peringatan Hari Air Sedunia 2003, Jakarta, 20 Maret 2003.

Pawitan. 2011. *Arti Perubahan Iklim Global dan Pengaruhnya dalam Pengelolaan Daerah Aliran Sungai di Indonesia*. Proseeding Ekspose Hasil Penelitian dan Pengembangan Pengelolaan DAS dalam Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi. Bogor.

Pemerintah Kabupaten Malang, "Adaptasi Perubahan Iklim di Malang Raya dan dokumen Strategi Terpadu Perubahan Iklim Kabupaten Malang 2015-2010"

Rahmi, Yolla., 2013. Analisis Hubungan Tingkat Kerentanan Masyarakat Pesisir Terhadap Bencana dengan Upaya Pengurangan Risiko Bencana (PBB). Thesis. Bogor. Institut Pertanian Bogor, Fakultas Ekologi Manusia.

Rahardi, Bambang., Anugroho, Fajri., Nurlaelih, Euis Elih., Lusiana, Novia., Sulianto, Akhmad Adi. 2017. "Assessment of The Impacts Of Land Use On Water Quality Of Brantas Upstream, Batu City". *Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology (JEEST)* Vol.04 No.01, July 2017.

Robledo C, Forner C. 2005. *Adaptation of Forest Ecosystem and The Forest Sector to Climate Change*. Forest and Climate Change Working Paper 2. FAO USA Swiss Agency for Development and Cooperation. Rome.

Rozari MB, Koesoebiono, Sinukaban N, Mudiyarso D, Makarim K. 1991. *SocioEconomic Impacts of Climate Change*. *Agromet Jurnal Perhimpunan Meteorologi Pertanian Indonesia* 1 (VII). 1991.

Rozari MB, Hidayati R, Effendi MM. 1992. *Perubahan Iklim Di Indonesia*.

Rositasari, Rocky., Setiawan, Wahyu.B, Supriadi, Indarto.H, Hasanuddin dan Prayuda, Bayu. 2011. Kajian dan Prediksi Kerentanan Pesisir Terhadap Perubahan Iklim: Studi Kasus di Pesisir Cirebon. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. Vol. 3(1). pp: 52-64.

Subekti, Eko. Ir. Dipl. HE. 29 Juli 2009. Departemen Pekerjaan Umum. Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Brantas. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah. ITS. Kepala BBWS Brantas. Surabaya.

Susetyo B, Mudiyarso D, Hidayati R. 1994. Model Simulasi Proses-proses Hidrologi Berdasarkan Perubahan Iklim dan Tata Guna Lahan (Studi Kasus Sub DAS Cikapundung, DAS Citarum). *Buletin Agrometeorologi I* (1994), 34-45.

Sutjahjo, Surjono H.. MS. *Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Pembangunan Berkelanjutan*. Pendidikan Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Pascasarjana Universitas Pakuan. Bogor.

Sudaryono. 2002. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Terpadu Konsep Pembangunan Berkelanjutan*. Penelitian pada Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan – BPPT. *Jurnal Teknologi Lingkungan*.

Sulma, Sayidah., Kusratmoko, Eko., Saraswati, Ratna. 2012. Coastal Physical Vulnerability of Surabaya and ITS Surrounding Area to Sea Level Rise. *Jurnal*. Jakarta. Universitas Indonesia, Fakultas Ilmu Matematika dan Pengetahuan Alam.

Syah, Achmad Fachruddin. 2012. Strategi Adaptasi Masyarakat Pesisir Bangkalan terhadap Dampak Banjir Rob Akibat Perubahan Iklim. *Jurnal*. Bangkalan. Universitas Trunojoyo, Jurusan Ilmu Kelautan.

Syah, Achmad Fachruddin., 2010. Studi Kenaikan Paras Laut dan Dampaknya terhadap Wilayah Pesisir Surabaya dan Bangkalan. *Jurnal*. Bangkalan. Universitas Trunojoyo.

Teng, Sheng-Yuan., Lee, Ming-An., Hsu, Jhen., Lin, Tzu-Ping., Lin, Yu-Chen., Chang, Yi. 2016. Assessing The Vulnerability of Fishery Villages Influenced by Climate Change and Anthropogenic Activity in The Coastal Zone of The Tamsui River. *Jurnal International*. Taiwan.

Tim Peneliti Adaptasi PUSPIJAK. 2013. Adaptasi Masyarakat Pesisir; Mengelola Ketidakpastian Dampak Perubahan Iklim. Kementerian Kehutanan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta. Volume 7 No. 8.

Tikkyrino, Kurniawan. Achmad Azizi. 2012. Dampak Perubahan Iklim Terhadap Petani Tambak Garam Di Kabupaten Sampang Dan Sumenep. Penelitian Balai Besar Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Sampang dan Sumenep.

USAID-IUWASH. 2012. Penilaian Kerentanan Sumberdaya Air Akibat Perubahan Iklim Dan Perencanaan Adaptasi. Laporan Pendahuluan. Jakarta.

UNESCO-IOC. 2006. Tsunami Glossary, IOC Information Document No. 1221, Paris, UNESCO.

Wahyu. Totok Wibowo. 2015. Evaluasi Multi-Kriteria Keruangan Untuk Pemetaan Kerentanan Terhadap Bahaya Tsunami Di Pesisir Kabupaten Bantul. Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS. Yogyakarta.

Westen, C. v., Kingma, N., dan Montoya, L., 2009. Multi Hazard Risk Assessment, Educational Guide Book Session 4: Elements at Risk, diedit oleh Cees van Westen, ITC, Enschede, The Netherlands.

Wibowo, Totok W., 2012. Analisis Risiko Tsunami Terhadap Bangunan Dan Pengurangan Risiko Bencana Berbasis Transfer Risiko: Studi Kasus Di Kelurahan Ploso, Pacitan, Tesis, Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada.

Wahyudi., Hariyanto, Teguh., Suntoyo. 2009. Analisis Kerentanan Pantai di Wilayah Pesisir Pantai Utara Jawa Timur. *Jurnal*. Surabaya. ITS.

Wahyu. Totok Wibowo. 2015. Evaluasi Multi-Kriteria Keruangan Untuk Pemetaan Kerentanan Terhadap Bahaya Tsunami Di Pesisir Kabupaten Bantul. Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS. Yogyakarta.

Wardiatno. Yusli. Juni 2014. Kajian Pelaksanaan Program Pemberdayaan Masyarakat Pesisir Berbasis Komunitas. Research Gate. Jakarta.

Westen, C. v., Kingma, N., dan Montoya, L., 2009. Multi Hazard Risk Assessment, Educational Guide Book Session 4: Elements at Risk, diedit oleh Cees van Westen, ITC, Enschede, The Netherlands.

Zulkarnaen, M.W.D., 2012. Evaluasi Multi-Kriteria Keruangan Untuk Penilaian Risiko Total Tsunami Di Pacitan, Tesis, Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada.

Lampiran 1 : Data indikator parameter kerentanan fisik kawasan DAS Brantas Kota Malang

NO	DAS	KECAMATAN	KELURAHAN	FISIK					
				Luas Wilayah (Ha)	Histori Bencana (Bh)	Curah Hujan (mm)	Jumlah Sarana Kesehatan (Gedung Posyandu) (bh)	Jumlah Bangunan Rumah di Sempadan Sungai (bh)	Jumlah Pelanggan PDAM (KK)
1	HULU	LOWOKWARU	DINOYO	0,078	0,080	0,096	0,154	0,031	0,061
2			JATIMULYO	0,166	0,080	0,088	0,026	0,018	0,145
3			TUNGGUL WULUNG	0,123	0,080	0,098	0,077	0,018	0,013
4			TLOGOMAS	0,123	0,120	0,098	0,077	0,020	0,050
5	TENGAH	KLOJEN	KIDUL DALEM	0,032	0,120	0,088	0,077	0,090	0,034
6			ORO-ORO DOWO	0,091	0,080	0,089	0,179	-	0,076
7			SAMAAN	0,035	0,080	0,089	0,103	0,132	0,060
8			PENANGGUNGAN	0,051	0,080	0,088	0,103	0,042	0,057
9	HUILIR	KEDUNGKANDANG	KOTA LAMA	0,057	0,200	0,088	0,077	0,092	0,161
10		BLIMBING	JODIPAN	0,033	0,080	0,088	0,103	0,427	0,055
11			POLEHAN	0,096	0,080	0,089	0,026	0,015	0,088

Sumber : input data berdasarkan perolehan data sekunder dari kajian penelitian



Lampiran 2 : Data indikator parameter kerentanan sosial kawasan DAS Brantas

Kota Malang

NO	PROV	KOTA	DAS	KECAMATAN	KELURAHAN	SOSIAL							
						Jumlah Penduduk	Kepadatan Penduduk	Jumlah Kader/Relawan Bencana	Jumlah Penduduk Miskin	Jumlah Janda	Jumlah KK yang tinggal di Bantaran Sungai	Jumlah Disabilitas	
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	JAWA TIMUR	MALANG	HULU	LOWOKWARU	DINOYO	0,084	0,066	0,048	0,054	0,083	0,024	0,056	
2					JATIMULYO	0,100	0,037	0,071	0,080	0,178	0,015	0,060	
3					TUNGGUL WULUNG	0,037	0,018	0,071	0,080	0,101	0,012	0,066	
4					TLOGOMAS	0,091	0,044	0,071	0,026	0,108	0,027	0,088	
5			TENGAH	KLOJEN	KIDUL DALEM	0,029	0,052	0,071	0,024	0,052	0,100	0,049	
6					ORO-ORO DOWO	0,062	0,035	0,071	0,071	0,098	-	0,043	
7					SAMAAN	0,050	0,080	0,071	0,071	0,140	0,154	0,049	
8					PENANGGUNGAN	0,080	0,064	0,057	0,067	0,097	0,059	0,034	
9			HUILIR	KEDUNGKANDANG	KOTA LAMA	0,134	0,197	0,071	0,194	0,357	0,073	0,139	
10					BLIMBING	JODIPAN	0,055	0,102	0,062	0,045	0,228	0,389	0,081
11						POLEHAN	0,055	0,075	0,071	0,173	0,227	0,015	0,144

Sumber : input data berdasarkan perolehan data sekunder dari kajian penelitian

Lampiran 3 : Data indikator parameter kerentanan ekonomi kawasan DAS Brantas

Kota Malang

NO	PROV	KOTA	DAS	KECAMATAN	KELURAHAN	EKONOMI			
						Jumlah Individu yang bekerja berdasarkan Kelompok Usia	Jumlah kepala rumah tangga yang bekerja menurut jenis lapangan pekerjaan	Jumlah Koperasi Simpan Pinjam (Unit)	
1	2	3	4	4	5	6	7	8	
1	JAWA TIMUR	MALANG	HULU	LOWOKWARU	DINOYO	0,047	0,032	0,071	
2					JATIMULYO	0,070	0,057	0,071	
3					TUNGGUL WULUNG	0,074	0,051	0,071	
4					TLOGOMAS	0,058	0,039	0,107	
5			TENGAH	KLOJEN	KIDUL DALEM	0,030	0,020	0,071	
6					ORO-ORO DOWO	0,032	0,027	0,071	
7					SAMAAN	0,057	0,040	0,071	
8					PENANGGUNGAN	0,047	0,030	0,071	
9			HUILIR	KEDUNGKANDANG	KOTA LAMA	0,197	0,138	0,071	
10					BLIMBING	JODIPAN	0,091	0,078	0,071
11						POLEHAN	0,116	0,085	0,143

Sumber : input data berdasarkan perolehan data sekunder dari kajian penelitian

Lampiran 4 : Tabel pembagian range bobot parameter keterpaparan

Parameter	Indikator	Satuan	Rumus	Sumber data	Kelas	Range
KETERPAPARAN	Luas Wilayah	Ha	Luas Wilayah Desa/Luas Wilayah Kota	Posdes, Kecamatan Malang Dalam Angka	1	< 0,032
					2	0,032 - 0,077
					3	0,077 - 0,121
					4	0,121 - 0,166
					5	> 0,166
	Elevasi	m	Elevasi Kelurahan/Elevasi Kota	Kecamatan Dalam Angka, Posdes	1	< 0,070
					2	0,070 - 0,071
					3	0,071 - 0,071
					4	0,071 - 0,072
					5	> 0,072
	Curah Hujan	mm	Curah Hujan Kelurahan/Curah Hujan Kota	Kecamatan Dalam Angka, BMKG Karangploso	1	< 0,088
					2	0,088 - 0,091
					3	0,091 - 0,095
					4	0,09 - 0,098
					5	> 0,098
	Jumlah bangunan rumah permukiman di bantaran sungai	Buah	Jumlah Bangunan Rumah di Bantaran Sungai per Kel/Juml. Bangunan Rumah Bantaran Sungai Kota	Posdes	1	< 0,000
					2	0,000 - 0,142
					3	0,142 - 0,285
					4	0,285 - 0,427
					5	> 0,427
	Jumlah Penduduk	Jiwa	Jumlah Penduduk Kelurahan/Jumlah Penduduk Kota	Posdes	1	< 0,037
					2	0,037 - 0,069
					3	0,069 - 0,102
					4	0,102 - 0,134
					5	> 0,134
	Kepadatan Penduduk	Jiwa	Kepadatan Penduduk Kelurahan/Kepadatan Penduduk Kota	Kecamatan Dalam Angka Kota Malang, 2017	1	< 0,018
					2	0,018 - 0,078
					3	0,078 - 0,137
4					0,137 - 0,197	
5					> 0,197	
Penduduk Miskin	Jiwa	Penduduk Miskin Kelurahan/Penduduk Miskin Kota	Posdes, Kecamatan Malang Dalam Angka	1	< 0,024	
				2	0,024 - 0,081	
				3	0,081 - 0,137	
				4	0,137 - 0,194	
				5	> 0,194	
Jumlah KK yang Tinggal di Bantaran Sungai	Jiwa	Jumlah KK yang Tinggal di Bantaran Sungai Kel/Jumlah KK yang Tinggal Bantaran Sungai Kota	Posdes	1	< 0	
				2	0 - 0,130	
				3	0,130 - 0,259	
				4	0,259 - 0,389	
				5	> 0,389	

Sumber : olah data parameter keterpaparan

Lampiran 5 : Input bobot hasil data primer parameter keterpaparan kawasan DAS

Brantas Kota Malang

NO	KELURAHAN	KETERPAPARAN (EXPOSURE)						
		0,092	0,138	0,109	0,186	0,178	0,167	0,130
		Luas Wilayah	Curah Hujan	Jumlah bangunan rumah di bantaran sungai	Jumlah Penduduk	Kepadatan Penduduk	Jumlah Penduduk Miskin	Jumlah KK yang tinggal di bantaran Sungai
1	DINOYO	3	4	2	3	2	2	2
2	JATIMULYO	4	2	2	3	2	2	2
3	TUNGGUL WULUNG	4	4	2	2	2	2	2
4	TLOGOMAS	4	4	2	3	2	2	2
5	KIDUL DALEM	2	2	2	1	2	2	2
6	ORO-ORO DOWO	3	2	2	2	2	2	2
7	SAMAAN	2	2	4	2	3	2	3
8	PENANGGUNGAN	2	2	2	3	2	2	2
9	KOTA LAMA	2	2	2	2	2	2	2
10	JODIPAN	2	2	4	2	3	2	4
11	POLEHAN	3	2	2	2	2	4	2

Sumber : olah data perolehan data primer (Quisioner Kader Tangguh Bencana/Relawan)

Lampiran 6 : Tabel pembagian range bobot parameter sensitifitas

Parameter	Indikator	Satuan	Rumus	Sumber data	Kelas	Range
SENSITIVITAS	Histori Bencana (Longsor-Banjir)	Kali	Jumlah Bencana Kelurahan/Jumlah Bencana Kota	BPBD,Posdes	1	< 0,080
					2	0,080 - 0,120
					3	0,120 - 0,160
					4	0,160 - 0,200
					5	> 0,200
	Jumlah Pelanggan Air PDAM	KK	Jumlah Pelanggan PDAM/Jumlah Pelanggan PDAM Kota	Posdes	1	< 0,013
					2	0,013 - 0,062
					3	0,062 - 0,112
					4	0,112 - 0,161
					5	> 0,161
	Jumlah Individu yang bekerja menurut Kelompok Usia	Jiwa	Jumlah Individu yg bekerja menurut kelompok Usia/Kota	TNP2K	1	< 0,030
					2	0,03 - 0,086
					3	0,08567 - 0,141
					4	0,14133 - 0,197
					5	> 0,197
	Jumlah Janda	Orang	Jumlah Janda Kel/Jumlah Janda Kota	TNP2K	1	< 0,052
					2	0,052 - 0,15367
					3	0,15367 - 0,25533
					4	0,25533 - 0,357
					5	> 0,357
Jumlah Disabilitas	Orang	Jumlah Disabilitas Kelurahan/Kota	Posdes	1	< 0,034	
				2	0,034 - 0,071	
				3	0,071 - 0,107	
				4	0,107 - 0,144	
				5	> 0,144	

Sumber : olah data parameter sensitifitas

Lampiran 7 : Input bobot hasil data primer parameter sensitifitas kawasan DAS
Brantas Kota Malang

NO	PROV	KOTA	DAS BRANTAS KOTA MALANG	KECAMATAN	KELURAHAN	SENSITIVITAS					
						0,085	0,295	0,253	0,245	0,121	
						Histori Bencana	Jumlah Pelanggan Perpipaan PDAM	Jumlah Individu yang bekerja berdasarkan kelompok Usia	Jumlah Janda	Jumlah Disabilitas	
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	
1	JAWA TIMUR	MALANG	HULU	LOWOKWARU	DINOYO	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
2					JATIMULYO	2,00	4,00	2,00	3,00	2,00	
3					TUNGGUL WULUNG	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
4					TLOGOMAS	3,00	2,00	2,00	2,00	3,00	
5			TENGAH	KLOJEN	KIDUL DALEM	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
6					ORO-ORO DOWO	2,00	3,00	2,00	2,00	2,00	
7					SAMAAN	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
8					PENANGGUNGAN	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
9			HUILIR	KEDUNGKANDANG	KOTA LAMA	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
10					BLIMBING	JODIPAN	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00
11						POLEHAN	2,00	3,00	4,00	3,00	4,00

Sumber : olah data perolehan data primer (Quisioner Kader Tangguh Bencana/Relawan)

Lampiran 8 : Tabel pembagian range bobot parameter kapasitas adaptif

Parameter	Indikator	Satuan	Rumus	Sumber data	Kelas	Range
KAPASITAS ADAPTIF	Jumlah Sarana Kesehatan (Posyandu)	Buah	Jumlah Sarana Kesehatan Kel/Kota	Posdes	1	< 0,026
					2	0,026 - 0,077
					3	0,077 - 0,128
					4	0,128 - 0,179
					5	> 0,179
	Jumlah Kader/Relawan Bencana	Orang	Kader/Relawan Kel/Kota	TNP2K	1	< 0,048
					2	0,048 - 0,056
					3	0,056 - 0,063
					4	0,063 - 0,071
					5	> 0,071
	Jumlah Kepala RT yang bekerja menurut jenis lapangan pekerjaan	KK	Jumlah KRT yang bekerja per kelurahan/Kota	Posdes	1	< 0,02
					2	0,020 - 0,059
					3	0,059 - 0,099
					4	0,099 - 0,138
					5	> 0,138
	Jumlah Koperasi Simpan Pinjam (Unit)	Unit	Jumlah Kospin/Kota	Posdes	1	< 0,071
2					0,071 - 0,095	
3					0,095 - 0,119	
4					0,119 - 0,143	
5					> 0,143	

Sumber : olah data parameter kapasitas adaptif

Lampiran 9 : Input bobot hasil data primer parameter kapasitas adaptif kawasan

DAS Brantas Kota Malang

NO	DAS BRANTAS KOTA MALANG	KECAMATAN	KELURAHAN	KAPASITAS ADAPTIF			
				0,143	0,228	0,194	0,436
				Jumlah Sarana Kesehatan (Praktek Dokter)	Jumlah Kader/Relawan Bencana	Jumlah Koperasi Simpan Pinjam	Jumlah Kepala RT yang bekerja menurut jenis lapangan pekerjaan
1	4	4	5	19	20	21	25
1	HULU	LOWOKWARU	DINOYO	4	2	2	2
2			JATIMULYO	2	4	2	2
3			TUNGGUL WULUNG	3	4	2	2
4			TLOGOMAS	3	4	2	2
5	TENGAH	KLOJEN	KIDUL DALEM	3	4	2	2
6			ORO-ORO DOWO	4	4	2	2
7			SAMAAN	3	4	2	2
8			PENANGGUNGAN	3	2	2	2
9	HUILIR	KEDUNGKANDANG	KOTA LAMA	3	4	2	2
10		BLIMBING	JODIPAN	3	3	2	3
11			POLEHAN	2	4	4	3

Sumber : olah data perolehan data primer (Quisioner Kader Tangguh Bencana/Relawan)

Lampiran 10 : Tabel range keterpaparan kawasan DAS Brantas Kota Malang

H	0,228		
1	0	<	2,085
2	2,085	-	2,314
3	2,314	-	2,542
4	2,542	-	2,771
5		>	2,771

Sumber : range bobot parameter keterpaparan

Lampiran 11 : Tabel range sensitifvitas kawasan DAS Brantas Kota Malang

S	0,278		
1	0,000	<	2,000
2	2,000	-	2,278
3	2,278	-	2,556
4	2,556	-	2,835
5		>	2,835

Sumber : range bobot parameter sensitivitas

Lampiran 12 : Tabel range kapasitas adaptif kawasan DAS Brantas Kota Malang

AC	0,361		
1	0,000	<	2,237
2	2,237	-	2,598
3	2,598	-	2,958
4	2,958	-	3,319
5		>	3,319

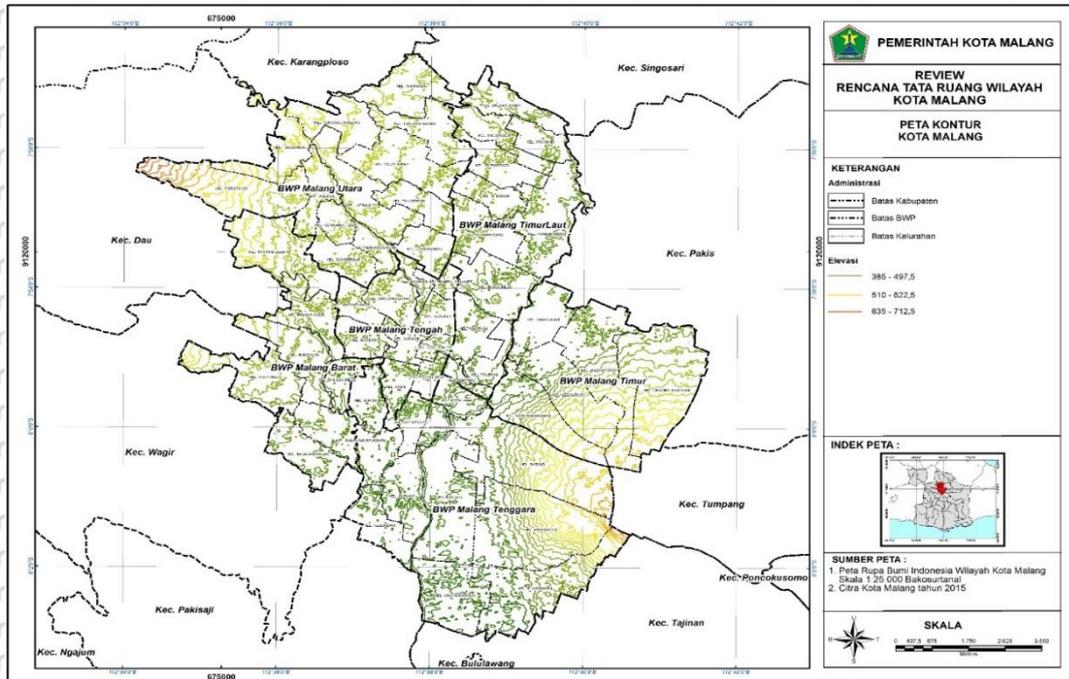
Sumber : range bobot parameter kapasitas adaptif

Lampiran 13 : Tabel range kerentanan kawasan DAS Brantas Kota Malang

V	0,507		
1	0,000	<	1,310
2	1,310	-	1,817
3	1,817	-	2,324
4	2,324	-	2,831
5		>	2,831

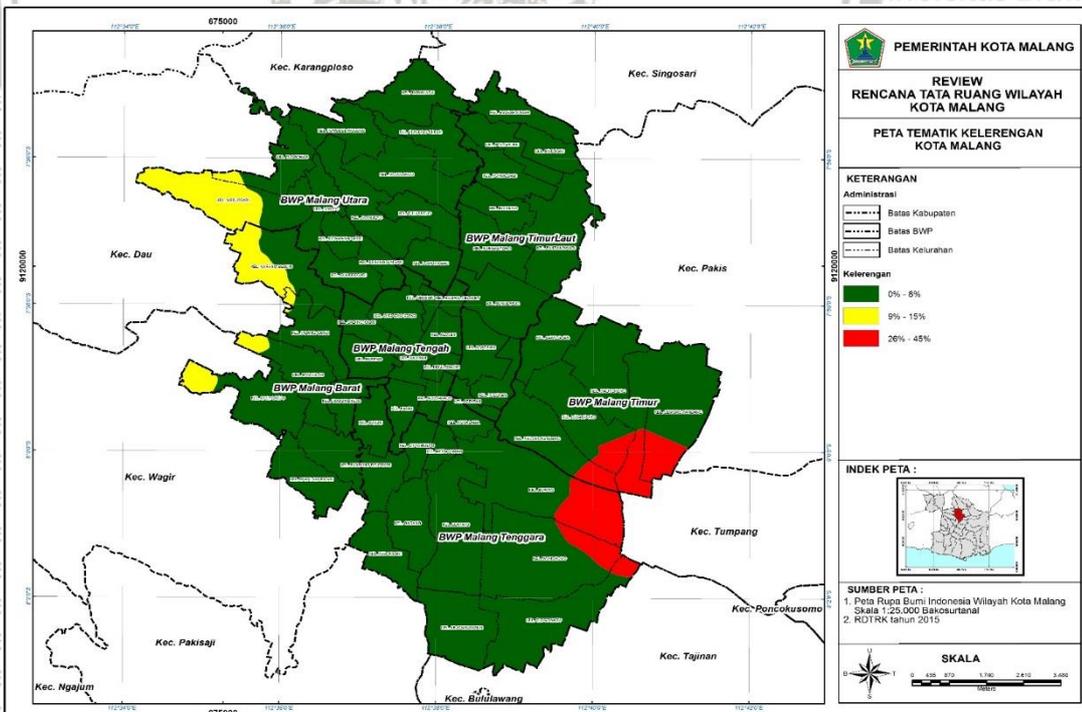
Sumber : range bobot kerentanan

Lampiran 14 : **Peta Topografi Kota Malang**



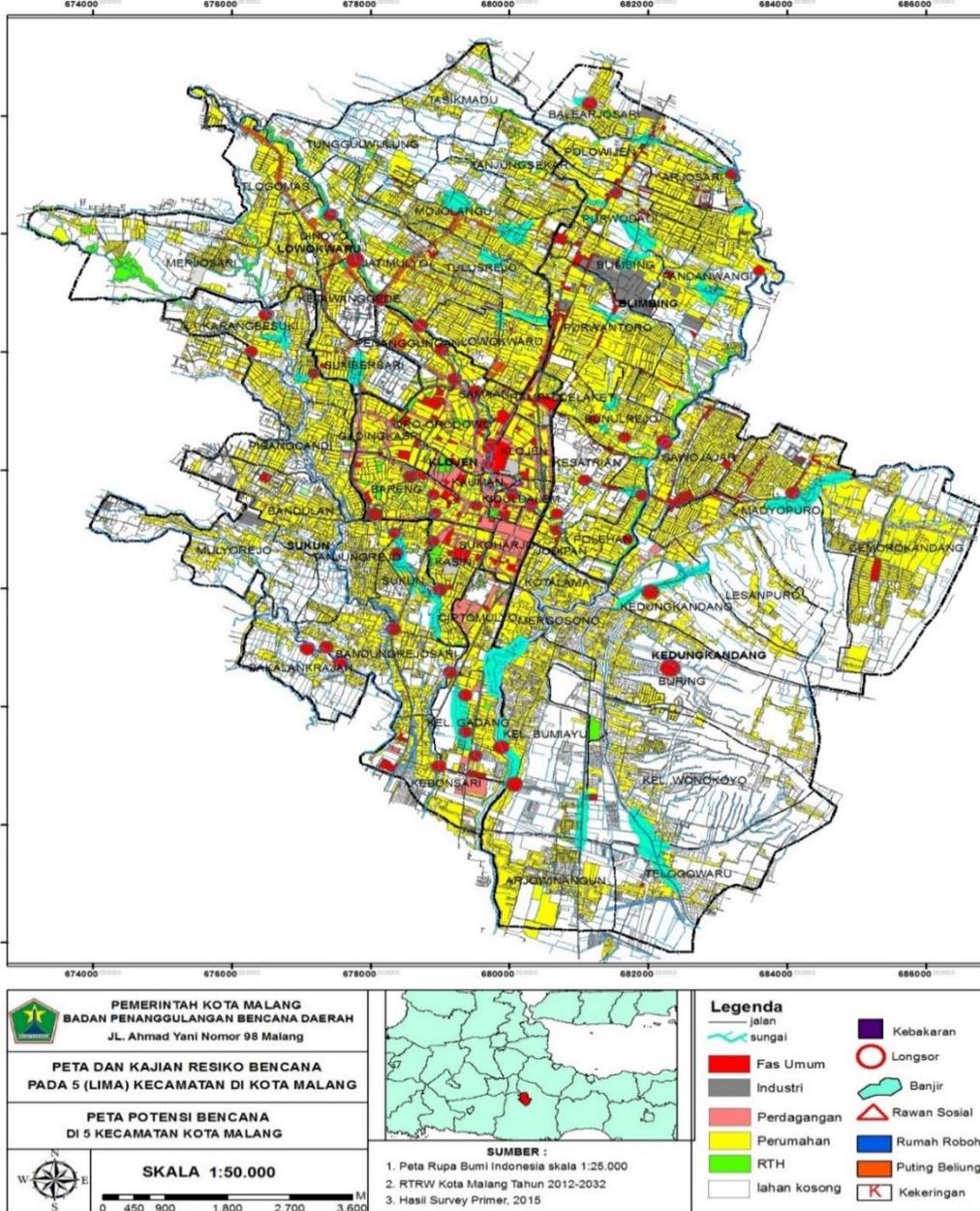
Sumber : Dokumen RTRW Kota Malang, 2017

Lampiran 15 : **Peta Kelerengan Kota Malang**



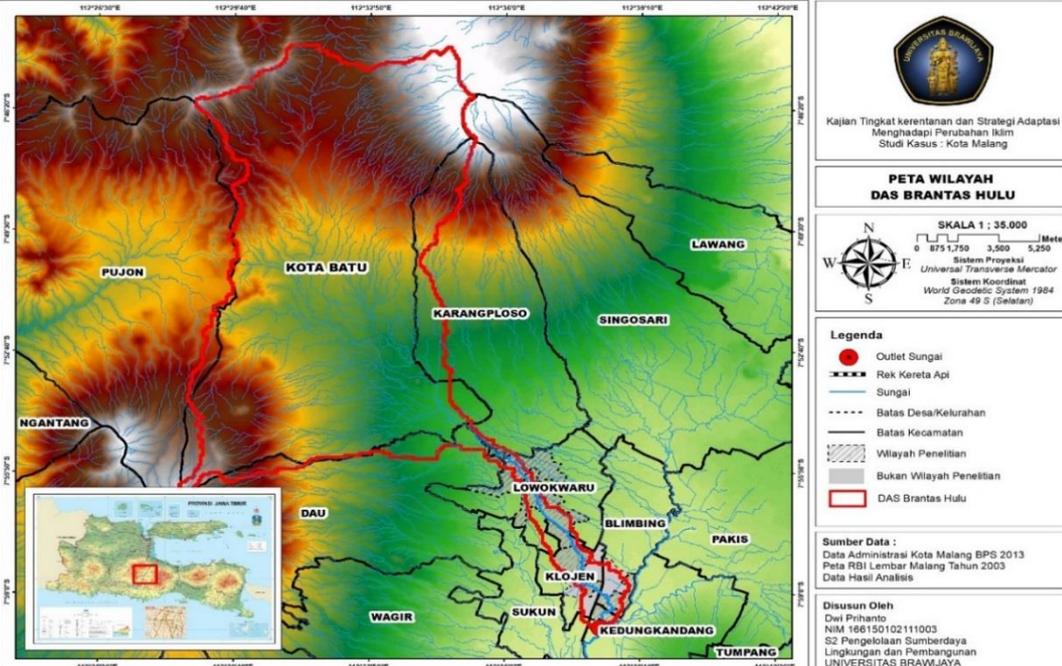
Sumber : Dokumen RTRW Kota Malang, 2017

Lampiran 16 : Peta Risiko Bencana Kota Malang



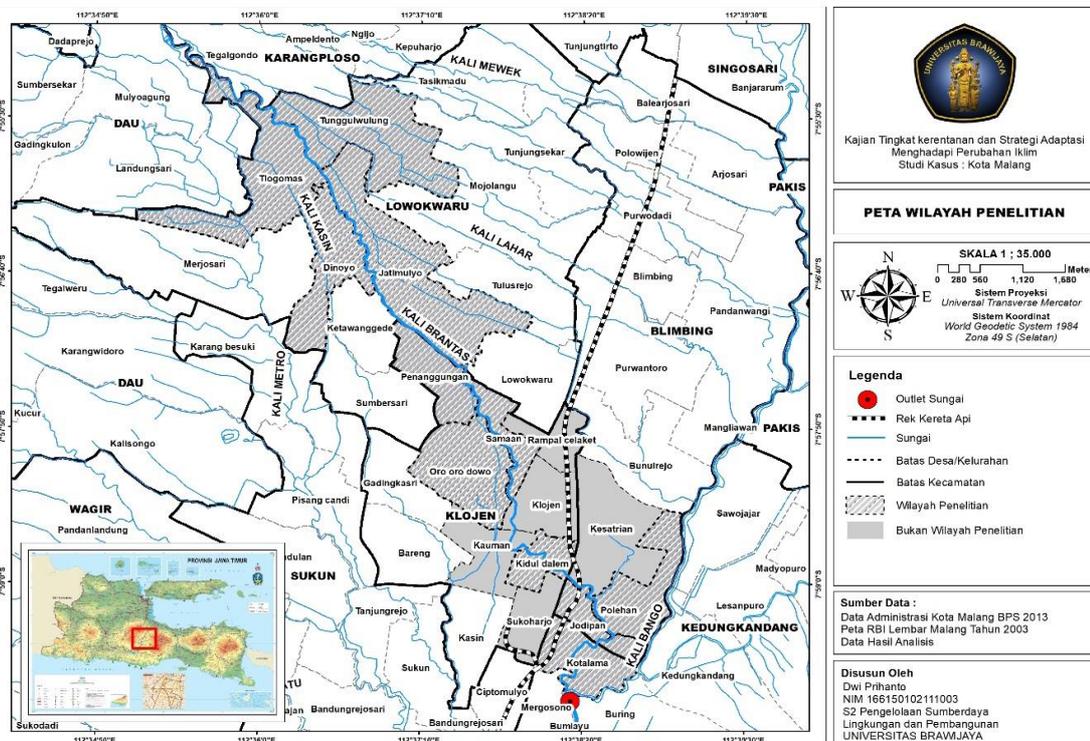
Sumber : BPBD Kota Malang, 2016

Lampiran 17 : Peta Wilayah DAS Brantas Hulu



Sumber : Pengolahan Data Sekunder

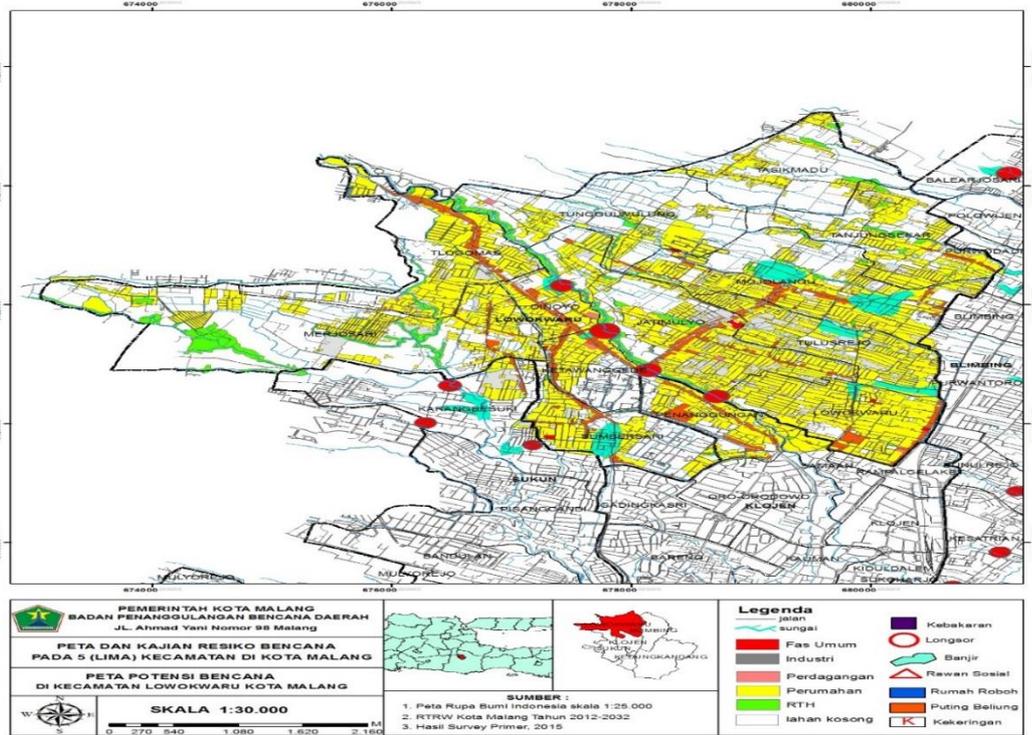
Lampiran 18 .Peta Wilayah Kelurahan DAS Brantas Kota Malang



Sumber : Pengolahan Data Sekunder

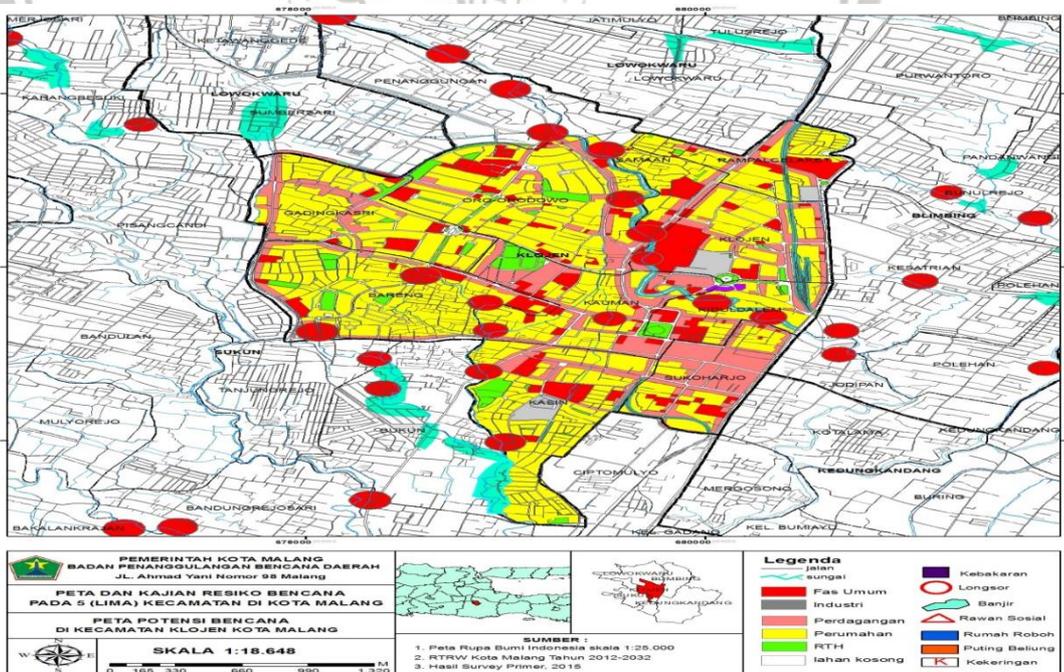


Lampiran 19 : Peta Historis Banjir dan Longsor Wilayah Kec.Lowokwaru



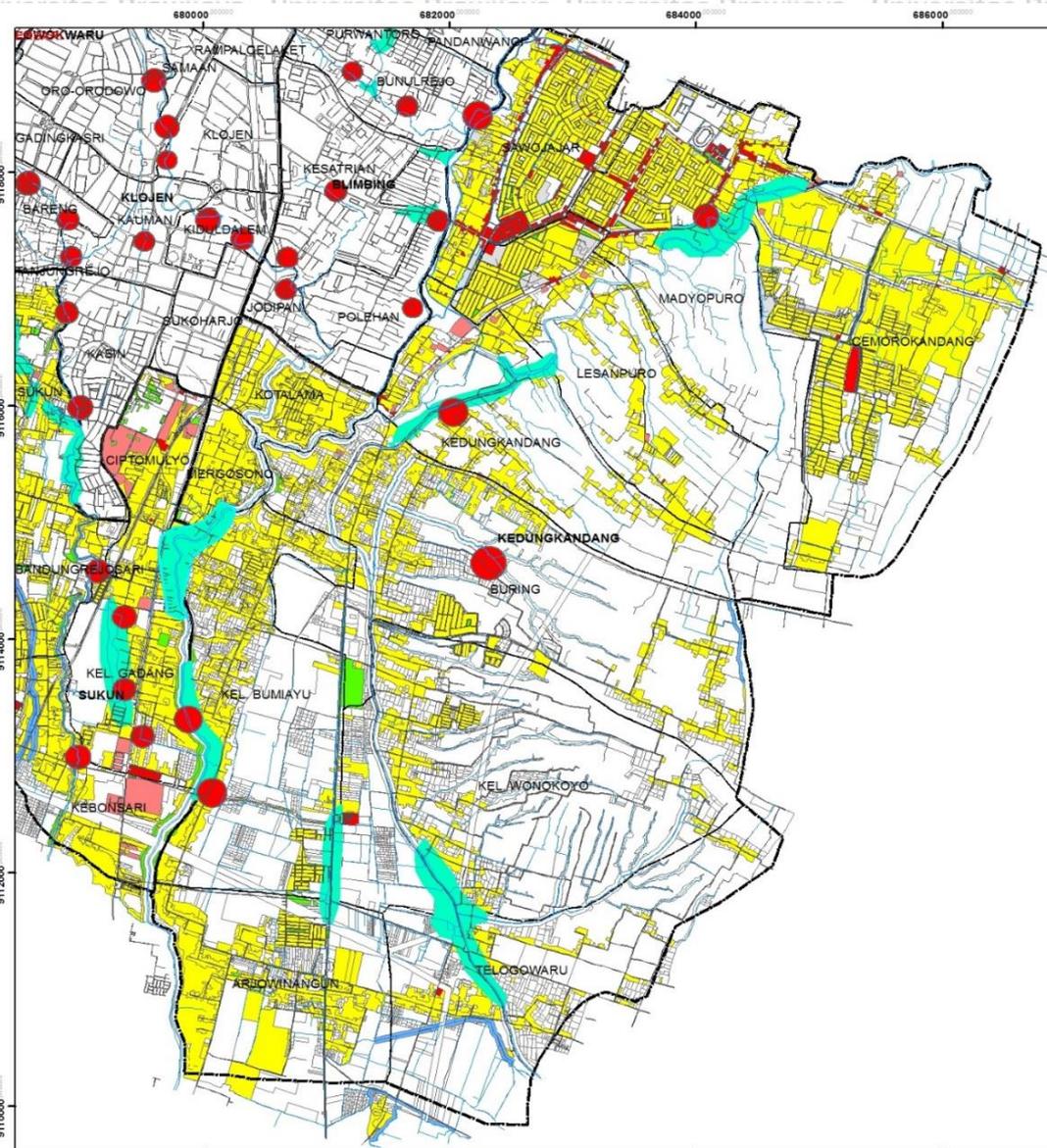
Sumber : BPBD Kota Malang, 2016

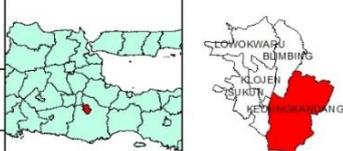
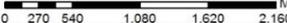
Lampiran 20 : Peta Historis Banjir dan Longsor Wilayah Kecamatan Klojen



Sumber : BPBD Kota Malang, 2016

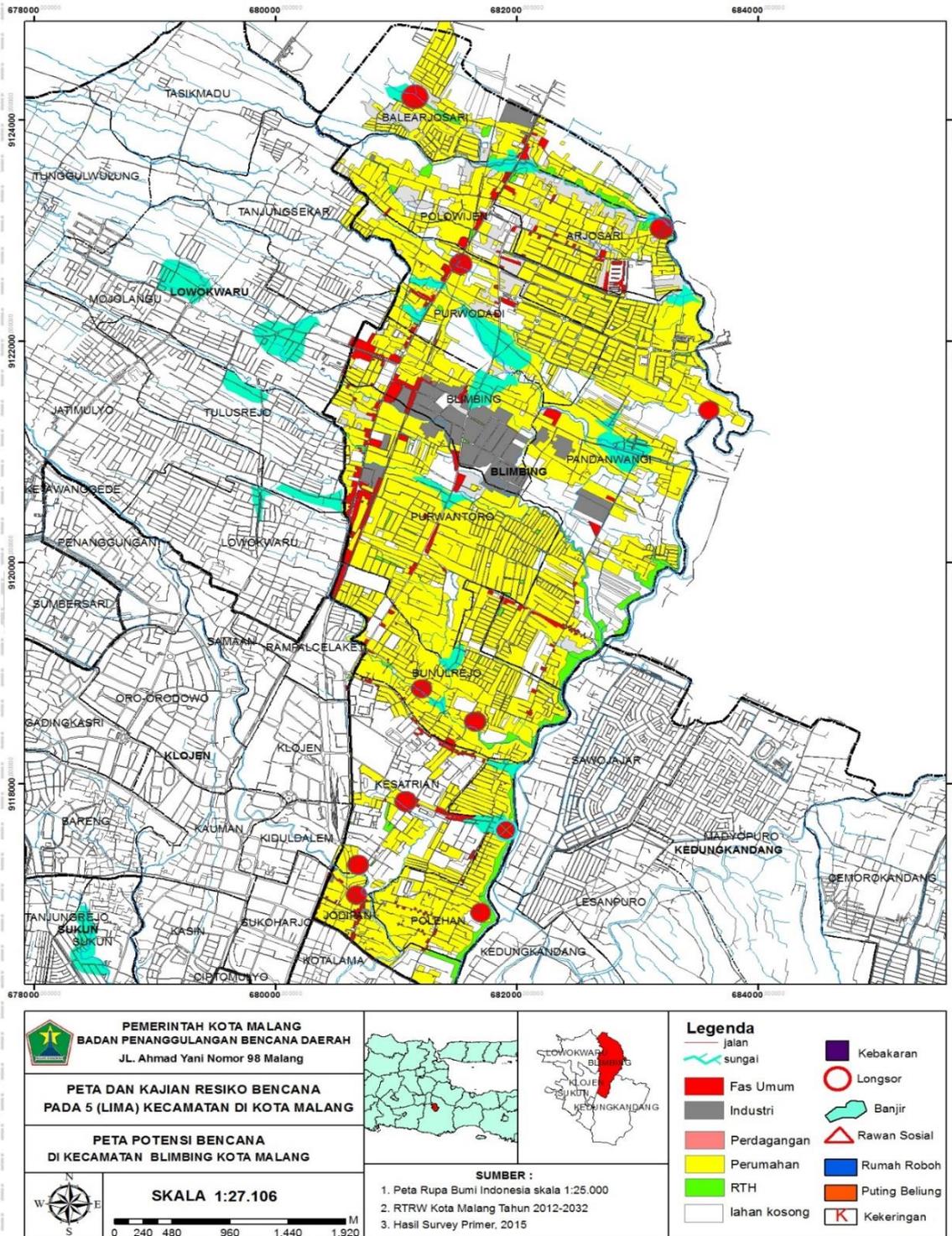
Lampiran 21 : Peta Historis Banjir dan Longsor Wilayah Kec. Kedungkandang



 <p>PEMERINTAH KOTA MALANG BADAN PENANGGULANGAN BENCANA DAERAH JL. Ahmad Yani Nomor 98 Malang</p>			<p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none">  Fas Umum  Industri  Perdagangan  Perumahan  RTH  lahan kosong  Kebakaran  Longsor  Banjir  Rawan Sosial  Rumah Roboh  Puting Beliung  Kekeringan
<p>PETA DAN KAJIAN RESIKO BENCANA PADA 5 (LIMA) KECAMATAN DI KOTA MALANG</p> <p>PETA POTENSI BENCANA DI KECAMATAN KEDUNGKANDANG KOTA MALANG</p>			
 <p>SKALA 1:29.926</p> 		<p>SUMBER :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:25.000 2. RTRW Kota Malang Tahun 2012-2032 3. Hasil Survey Primer, 2015 	

Sumber : BPBD Kota Malang, 2016

Lampiran 22 : Peta Historis Banjir dan Longsor Wilayah Kecamatan Blimbing



Sumber : BPBD Kota Malang, 2016

Lampiran 23 : Pengisian Quisioner AHP oleh Kader Kelurahan Tangguh Bencana



DOKUMENTASI PENGISIAN QUISIONER

Tanggal : 12 Pebruari 2018
 Lokasi : DAS Brantas Hilir
 Nama : 1.Dwi Susilowati
 2.Yuyun
 Responden : Keltang -Relawan
 Kecamatan : Kedungkandang
 Kelurahan : Kota Lama



DOKUMENTASI PENGISIAN QUISIONER

Tanggal : 14 Pebruari 2018
 Lokasi : DAS Brantas Tengah
 Nama : Umiarsih
 Responden : Keltang -Relawan
 Kecamatan : Klojen
 Kelurahan : Samaan



DOKUMENTASI PENGISIAN QUISIONER

Tanggal : 16 Pebruari 2018
 Lokasi : DAS Brantas Hulu
 Nama : Subagio
 Responden : Keltang -Relawan
 Kecamatan : Lowokwaru
 Kelurahan : Jatimulyo



DOKUMENTASI PENGISIAN QUISIONER

Tanggal : 18 Pebruari 2018

Lokasi : DAS Brantas Hulu

Nama : Sri Mulyati

Responden : Keltang -Relawan

Kecamatan : Tlogomas

Kelurahan : Lowokwaru



DOKUMENTASI PENGISIAN QUISIONER

Tanggal : 20 Pebruari 2018

Lokasi : DAS Brantas Hulu

Nama : Kuncoro

Responden : Keltang -Relawan

Kecamatan : Penanggungan

Kelurahan : Klojen



DOKUMENTASI PENGISIAN QUISIONER

Tanggal : 20 Pebruari 2018

Lokasi : DAS Brantas Hulu

Nama : Amalia Savira

Responden : Keltang -Relawan

Kecamatan : Tunggulwulung

Kelurahan : Lowokwaru



DOKUMENTASI PENGISIAN QUISIONER

Tanggal : 25 Pebruari 2018
 Lokasi : DAS Brantas Hilir
 Nama : Ujang WS
 Responden : Keltang -Relawan
 Kecamatan : Polehan
 Kelurahan : Blimbing



DOKUMENTASI PENGISIAN QUISIONER

Tanggal : 25 Pebruari 2018
 Lokasi : DAS Brantas Hilir
 Kecamatan : Kedung Kandang
 Kelurahan : Kota Lama
 Keterangan : Kondisi Pemukiman
 Penduduk yang Padat dan risiko bencana
 longsor sangat mengancam



DOKUMENTASI PENGISIAN QUISIONER

Tanggal : 26 Pebruari 2018
 Lokasi : DAS Brantas Tengah
 Kecamatan : Klojen
 Kelurahan : Samaan
 Keterangan : Kondisi Pemukiman
 Penduduk yang Padat dan risiko bencana
 longsor dan banjir sangat mengancam



DOKUMENTASI PENGISIAN QUISIONER

Tanggal : 26 Pebruari 2018
 Lokasi : DAS Brantas Hulu
 Kecamatan : Lowokwaru
 Kelurahan : Jatimulyo
 Keterangan : Kondisi Pemukiman
 Penduduk yang Padat dan risiko bencana
 banjir sangat mengancam



DOKUMENTASI PENGISIAN QUISIONER

Tanggal : 28 Pebruari 2018
 Lokasi : DAS Brantas Hulu
 Kecamatan : Kedungkandang
 Kelurahan : Kota Lama
 Keterangan : Kondisi Longsor di
 Gang 5 Muharto yang mengancam
 rumah penduduk dan penyempitan
 aliran DAS Brantas



DOKUMENTASI PENGISIAN QUISIONER

Tanggal : 10 Maret 2018
 Lokasi : DAS Brantas Tengah
 Kecamatan : Klojen
 Kelurahan : Oro-Oro Dowo
 Keterangan : Kondisi Longsor di
 RW 12 yang mengancam rumah
 penduduk

Lampiran 24 : Quisioner AHP

BAGIAN I
IDENTITAS RESPONDEN

1	Nama	
2	Pekerjaan	
3	Jabatan	
4	Pendidikan Terakhir	
5	Usia	

TTD

BERITA ACARA

PENGAMBILAN SAMPLING SURVEY RESPONDEN AHP

Dalam penentuan pembobotan/skala prioritas kerentanan masyarakat kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas Kota Malang

Hari ini tanggal tahun telah dilakukan pengambilan sampling survey pengisian kuisisioner AHP dalam upaya **penentuan Pembobotan/Skala prioritas kerentanan masyarakat kawasan DAS Brantas Kota Malang.**

Antara surveyor dengan responden di Kelurahan Kecamatan

Responden bernama dilahirkan di pada tanggal yang bertempat tinggal di Kelurahan Kecamatan Kota Malang

Responden berprofesi sebagai Tahun responden bekerja sebagai di Sampai dengan tahun Pada tahun responden melanjutkan pekerjaan sebagai di Sampai dengan saat ini posisi dan pekerjaan responden sebagai yang bertempat tinggal di Kelurahan Kecamatan Malang, 2018

Pihak Pertama,

Pihak Kedua,

Surveyor

Responden



PETUNJUK PENGISIAN

Kuesioner ini merupakan peralatan pendukung analisis AHP (*Analytical Hierarchy Process*), dimana kuesioner yang digunakan adalah sistem ranking yang menilai besarnya pengaruh antara satu elemen faktor dengan faktor lainnya (tingkatan lebih penting atau lebih dominan mana kebutuhannya), dimana responden dapat memilih jawaban yang berada disebelah kiri maupun sebelah kanan sesuai dengan bobot kepentingannya. Ketentuan pembobotan masing-masing nilai seperti pada tabel di bawah ini :

Nilai	Penjelasan
1	Kedua parameter sama pentingnya
2	parameter yang satu sedikit lebih penting dari parameter yang lain
3	parameter yang satu lebih penting dari parameter yang lain
4	parameter yang satu jelas lebih penting dari parameter yang lain
5	parameter yang satu mutlak lebih penting dari parameter yang lain

Setiap responden memilih jawaban dengan membandingkan tingkat prioritas kepentingan (antara 1 sampai dengan 5) dari kedua elemen faktor dengan membubuhkan tanda silang (X) pada salah satu kolom bobot nilai tersebut, seperti contoh berikut :

Contoh : Jika faktor A **mutlak lebih penting** dari faktor B, maka diisi

Faktor											Faktor
A	5	4	3	2	1	2	3	4	5		B

Atau,

Faktor B **lebih penting** dari Faktor A, maka diisi :

Faktor											Faktor
A	5	4	3	2	1	2	3	4	5		B

Kuesioner ini menggunakan metode proses analisis hirarki (AHP) yang memanfaatkan skala untuk penilaian pentingnya satu parameter dibandingkan dengan parameter lainnya dalam suatu pertimbangan. Struktur parameter yang digunakan disusun berdasarkan kriteria yang telah ditentukan dan menjadi batasan masalah sebelumnya.

DAFTAR PERTANYAAN

Dalam penentuan **Pembobotan/Skala prioritas kerentanan masyarakat kawasan DAS Brantas Kota Malang**, terdapat 3 parameter penentu kerentanan yang perlu dipertimbangkan untuk dipergunakan dalam menganalisa tingkat kerentanan suatu kawasan, diantaranya : (1) Keterpaparan; (2) Sensitivitas dan (3) Kapasitas Adaptasi.

1. Berdasarkan parameter **Keterpaparan** terdapat tujuh (7) indikator yang dipergunakan untuk menganalisa kerentanan masyarakat wilayah DAS Brantas Kota Malang yaitu :

- a) Luas wilayah Kelurahan
- b) Curah hujan yang terjadi di Kelurahan
- c) Jumlah Bangunan Rumah di Bantaran Sungai
- d) Jumlah Penduduk
- e) Kepadatan Penduduk
- f) Penduduk Miskin
- g) Jumlah KK yang tinggal di Bantaran Sungai

Selanjutnya menurut Bapak/Ibu bagaimana perbandingan bobot kepentingan dari setiap indikator tersebut sesuai dengan urutan kepentingannya ?

Luas Wilayah Kelurahan	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Curah Hujan yang Terjadi di Kelurahan
Luas Wilayah Kelurahan	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah Bangunan Rumah di Bantaran Sungai
Luas Wilayah Kelurahan	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah Penduduk
Luas Wilayah Kelurahan	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Kepadatan Penduduk
Luas Wilayah Kelurahan	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Penduduk Miskin
Luas Wilayah Kelurahan	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah KK yang tinggal di Bantaran Sungai

Curah Hujan yang Terjadi di Kelurahan	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah Bangunan Rumah di Bantaran Sungai
Curah Hujan yang Terjadi di Kelurahan	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah Penduduk
Curah Hujan yang Terjadi di Kelurahan	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Kepadatan Penduduk
Curah Hujan yang Terjadi di Kelurahan	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Penduduk Miskin

Curah Hujan yang Terjadi di Kelurahan	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah KK yang tinggal di Bantaran Sungai
Jumlah Bangunan Rumah di Bantaran Sungai	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah Penduduk
Jumlah Bangunan Rumah di Bantaran Sungai	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Kepadatan Penduduk
Jumlah Bangunan Rumah di Bantaran Sungai	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Penduduk Miskin
Jumlah Bangunan Rumah di Bantaran Sungai	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah KK yang tinggal di Bantaran Sungai
Jumlah Penduduk	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Kepadatan Penduduk
Jumlah Penduduk	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Penduduk Miskin
Jumlah Penduduk	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah KK yang tinggal di Bantaran Sungai
Kepadatan Penduduk	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Penduduk Miskin
Kepadatan Penduduk	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah KK yang tinggal di Bantaran Sungai
Penduduk Miskin	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah KK yang tinggal di Bantaran Sungai

2. Berdasarkan parameter **Sensitivitas** terdapat lima (5) indikator yang dipergunakan untuk menganalisa kerentanan masyarakat kawasan wilayah DAS Brantas Kota Malang yang meliputi:

- Historis bencana (banjir-longsor)
- Jumlah Pelanggan Air PDAM
- Jumlah Individu yang bekerja berdasarkan kelompok Usia
- Jumlah Janda
- Jumlah Disabilitas

Selanjutnya menurut Bapak/Ibu bagaimana perbandingan bobot kepentingan dari setiap indikator tersebut sesuai dengan urutan kepentingannya ?

Historis Bencana/Banjir - Longsor	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah pelanggan Air PDAM
Historis Bencana/Banjir - Longsor	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah Individu yang bekerja berdasarkan kelompok Usia
Historis Bencana/Banjir - Longsor	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Janda
Historis Bencana/Banjir - Longsor	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah Disabilitas
Jumlah Pelanggan Air PDAM	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah Individu yang bekerja berdasarkan kelompok Usia
Jumlah Pelanggan Air PDAM	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah Janda
Jumlah Pelanggan Air PDAM	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah Disabilitas
Jumlah Individu yang bekerja berdasarkan kelompok Usia	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah Janda
Jumlah Individu yang bekerja berdasarkan kelompok Usia	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah Disabilitas
Jumlah Janda	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah Disabilitas

3. Berdasarkan parameter **Kapasitas Adaptif** terdapat empat (4) indikator yang dipergunakan untuk menganalisa kerentanan masyarakat kawasan wilayah DAS Brantas Kota Malang yaitu :

- Jumlah Sarana Kesehatan (Posyandu)
- Jumlah Kader/Relawan Tanggap Bencana
- Jumlah Koperasi Simpan Pinjam
- Jumlah Kepala Rumah Tangga yang bekerja menurut jenis lapangan pekerjaan

Selanjutnya menurut Bapak/Ibu bagaimana perbandingan bobot kepentingan dari setiap indikator tersebut sesuai dengan urutan kepentingannya ?

Jumlah Sarana Kesehatan (Posyandu)	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah Kader/Relawan Tanggap Bencana
Jumlah Sarana Kesehatan (Posyandu)	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Koperasi Simpan Pinjam
Jumlah Sarana Kesehatan (Posyandu)	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah Kepala RT yang bekerja menurut jenis lapangan pekerjaan

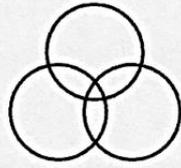
Jumlah Kader/Relawan Tanggap Bencana	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Koperasi Simpan Pinjam
Jumlah Kader/Relawan Tanggap Bencana	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah Kepala RT yang bekerja menurut jenis lapangan pekerjaan
Koperasi Simpan Pinjam	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Jumlah Kepala RT yang bekerja menurut jenis lapangan pekerjaan

TERIMA KASIH



Lampiran 25 : Rekap Pengisian Quisioner

NO	KETERPAPARAN	TOTAL	SCORE
1	Luas Wilayah	85	0,084
2	Elevasi	86	0,085
3	Curah Hujan	127	0,126
4	Jumlah bangunan rumah permukiman di bantaran sungai	100	0,099
5	Jumlah Penduduk	171	0,170
6	Kepadatan Penduduk	164	0,163
7	Jumlah Penduduk Miskin	154	0,153
8	Jumlah KK yang tinggal di Bantaran Sungai	120	0,119
		1007	1,000
NO	SENSITIVITAS	TOTAL	SCORE
1	Histori Bencana	33	0,085
2	Jumlah Pelanggan Perpipaian PDAM	114	0,295
3	Jumlah Individu yang bekerja berdasarkan kelompok Usia	98	0,253
4	Jumlah Janda	95	0,245
5	Jumlah Disabilitas	47	0,121
		387	1,000
NO	KAPASITAS ADAPTIF	TOTAL	SCORE
1	Jumlah Sarana Kesehatan (Posyandu)	84	0,143
2	Jumlah Kader/Relawan Bencana	134	0,228
3	Jumlah Koperasi Simpan Pinjam	114	0,194
4	Jumlah Kepala RT yang bekerja menurut jenis lapangan pekerjaan	257	0,436
		589	1,000



Jurnal Ilmiah Berkala Program Pascasarjana Universitas Brawijaya
 bekerjasama dengan
 Masyarakat Biodiversitas Indonesia Cabang Jawa Timur
Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari (J-PAL)

Sekretariat:
 Gedung E PPSUB Lt.2, Jl. Mt Haryono 169, Malang, 65145
 TELP: (0341) 571260 ; FAX: (0341) 580801
 EMAIL: j-pal@ub.ac.id

SURAT KETERANGAN

No. 711/J-PAL/II/2018

Saya yang bertanda tangan di bawah ini Ketua Editor Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari (J-PAL) yang diterbitkan oleh Pascasarjana Universitas Brawijaya (PsUB) bekerjasama dengan Masyarakat Biodiversitas Indonesia Cabang Jawa Timur, menerangkan bahwa artikel:

Judul : Adaptive Capacity Level of Brantas Watershed Community in Malang City on Face the Impact Climate Change

Penulis : Dwi Prihanto, Arief Rachmansyah, Harsuko Riniwati

Link OJS : <http://jpal.ub.ac.id/>

telah diterima untuk diterbitkan dalam Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari (J-PAL) Vol 9, No. 2 (2018).

Demikian surat keterangan ini dibuat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 14 Mei 2018

Ketua Editor J-PAL

Mufidah Afyanti, Ph.D

18-0185T

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
PASCASARJANA

SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor: 1052/UN10-F40/PN/2018
Sertifikat ini diberikan kepada:

Nama : Dwi Prihanto
NIM : 166150102111003
Program Studi : Program Magister Pengelolaan Sumberdaya
Lingkungan dan Pembangunan
Fakultas : Pascasarjana
Universitas : Universitas Brawijaya

Dengan Judul Tesis
Tingkat Kerentanan dan Strategi Adaptasi Menghadapi Perubahan Iklim (Studi Kasus : Kota Malang)

Telah dideteksi tingkat plagiasinya secara online pada tanggal **24 April 2018**
dan dinyatakan bebas plagiasi dengan kriteria toleransi $\leq 5\%$.

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis tersebut telah diperiksa menggunakan perangkat lunak Turnitin dan dinyatakan bebas plagiasi dengan kriteria toleransi $\leq 5\%$.

Malang, 27 April 2018
Ketua Badan Penerbitan Jurnal

Lukman Hakim, SSI, M.Sc., Dr.Sc.
NIP. 19820412-200312-1-002-342

Abdul Hakim, M.Si
NIP. 1985031-1-006

plagiarism-detector
Cutting-edge class tool for plagiarism detection and prevention