

**KAJIAN PEMETAAN KERENTANAN PESISIR TERHADAP PERUBAHAN
GARIS PANTAI DI WILAYAH PESISIR UTARA KABUPATEN LAMONGAN,
JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Oleh :

YUNUS HIDAYAT

NIM : 105080601111058



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

**KAJIAN PEMETAAN KERENTANAN PESISIR TERHADAP PERUBAHAN
GARIS PANTAI DI WILAYAH PESISIR UTARA KABUPATEN LAMONGAN,
JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan**

Universitas Brawijaya

Oleh :

YUNUS HIDAYAT

NIM : 105080601111058



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

**KAJIAN PEMETAAN KERENTANAN PESISIR TERHADAP PERUBAHAN
GARIS PANTAI DI WILAYAH PESISIR UTARA KABUPATEN LAMONGAN,
JAWA TIMUR**

Oleh :

Yunus Hidayat

NIM. 105080601111058

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal : 19 Januari 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I

Dr. H. Rudianto, MA
NIP. 19570715 198603 1 024
Tanggal :

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D
NIP. 1962 1220 19883 1 004
Tanggal :

Dosen Penguji II

Dhira Khurniawan Saputra, S.Kel, M.Sc
NIK. 86011508110319
Tanggal :

Dosen Pembimbing II

M. Arif Zainul Fuad, S.Kel, M.Sc
NIP. 1980 1005 200510 1 002
Tanggal :

**Mengetahui,
Ketua Jurusan**

Dr.Ir. Daduk Setyohadi, M.P
NIP. 1963 0608 198703 1 003
Tanggal :

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

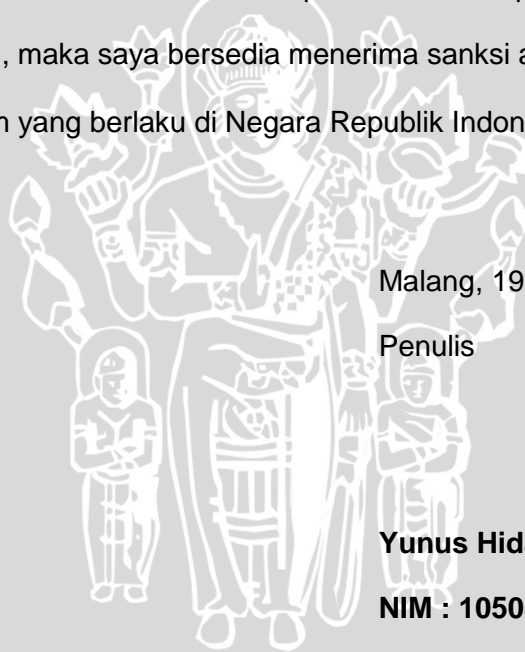
Nama : Yunus Hidayat

NIM : 105080601111058

Prodi : Ilmu Kelautan

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tulisan pembuatan laporan skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri. Sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat tulisan, pendapat atau bentuk lain yang telah diterbitkan oleh orang lain kecuali tertulis dalam laporan ini di Daftar Pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan laporan skripsi ini hasil jiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Negara Republik Indonesia.



Malang, 19 Januari 2015.

Penulis

Yunus Hidayat

NIM : 105080601111058

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini, berkaitan dengan terselesaikannya laporan Skripsi maka saya sampaikan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam pembuatan laporan ini, sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih ini saya sampaikan kepada :

1. Kedua Orang tua saya, yaitu Bapak Kusaeni dan Ibu Suyati yang telah memberikan semangat, dukungan dan doa restunya sehingga pelaksanaan Skripsi ini bisa berjalan dengan baik dan lancar.
2. Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS. Selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.
3. Dr.Ir. Daduk Setyohadi, MP. selaku Ketua Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.
4. Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D, selaku Ketua Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang, dan juga selaku dosen pembimbing pertama pelaksanaan skripsi yang selalu memberi bimbingan dan pengarahan selama penyusunan proposal dan laporan.
5. M. Arif Zainul Fuad, S.Kel, M.Sc selaku dosen pembimbing kedua pelaksanaan Skripsi yang selalu memberi bimbingan dan pengarahan selama penyusunan proposal dan laporan.
6. Supeno Suhardianto, S.T, M.T, yang telah membantu dalam pemberian data pasang surut dan gelombang di bagian *Forecasting* BMKG Perak II Surabaya.
7. Semua staff Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan yang telah membantu selama melakukan Skripsi yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
8. Teman-teman Ilmu Kelautan angkatan 2010 atas segala bantuan, semangat dan motivasi, dan kakak tingkat IK 2008-2009 yang telah memberikan masukan serta informasi.

Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Malang, Januari 2015

Penyusun

RINGKASAN

Yunus Hidayat Kajian Kajian Pemetaan kerentanan Pesisir Terhadap Perubahan Garis Pantai di Wilayah Pesisir Utara Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. (dibawah bimbingan **Bambang Semedi** dan **M. Arif Zainul Fuad**)

Kawasan pesisir Lamongan merupakan bagian pesisir utara Jawa Timur yang memiliki posisi strategis serta merupakan kawasan utama penggerak ekonomi wilayah Gresik-lamongan-Tuban, yang juga merupakan kawasan pengembangan dari Gerbangkertosusila. Posisi yang strategis ini membuat pesisir Lamongan banyak dijadikan sebagai tujuan pembangunan yang berbasis perikanan dan industri perkapalan. Hal ini tentunya akan sangat membantu tingkat pertumbuhan dari segi ekonomi bagi pemerintahan dan masyarakat pesisir, namun pembangunan yang dilakukan secara berkelanjutan juga akan menimbulkan ketidakseimbangan bagi ekosistem pesisir. Pengetahuan tentang kondisi pesisir pada saat terkini sangat diperlukan guna menanggulangi terjadinya suatu kerentanan di pesisir. Metode yang tepat untuk mengetahui tingkat kerentanan pesisir pada saat terkini yaitu dengan menggunakan metode perhitungan Indek Kerentanan Pesisir (IKP), yaitu metode yang menggabungkan beberapa parameter fisik seperti Geomorfologi, Elevasi, Pasang Surut, Gelombang, dan laju perpindahan garis pantai untuk dapat mengetahui tingkat kerentanan dari suatu pesisir.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai kerentanan pada setiap desa pesisir dan juga menghitung nilai indeks kerentanan pesisir Lamongan. Data yang digunakan adalah data citra satelit Landsat-7 path/row 119/65, Landsat-8 path/row 119/065 tanggal perekaman 20 Juni 2014, data satelit citra ASTER GDEM tanggal perekaman 17 Oktober 2011, data pasang surut dan data gelombang yang berasal dari BMKG Surabaya. Proses pengolahan data menggunakan aplikasi pemetaan, diantaranya yaitu : *ArcGIS 9.3 9.3*, *ERMapper 7.17.1*, *QuantumGIS 1.8.0*, dan *Global Mapper 14*, juga digunakan *Software Admiralty* untuk menghitung data pasang surut serta perhitungan matematis pada *microsoft excel* untuk menghitung data gelombang. Metode pengolahan data yang dipakai yaitu dengan penggabungan (*Overlay*) dari masing-masing nilai hasil perhitungan setiap parameter. Penentuan nilai IKP dilakukan dengan pengkelasan sesuai bobot dan nilai dari setiap parameter.

Hasil dari perhitungan nilai IKP di wilayah kajian yang memiliki luas $\pm 3230,58$ Ha ini memiliki lima kelas kerentanan, diantaranya yaitu kelas kerentanan sangat tidak rentan seluas $\pm 461,81$ ha (14,29%), kelas kerentanan tidak rentan seluas $\pm 1326,4$ ha (41,06%), kelas kerentanan sedang seluas 996,1 ha (30,83%), kelas kerentanan rentan seluas 368,73 ha (11,41%), dan kelas kerentanan sangat rentan seluas $\pm 77,58$ ha (2,4%). Kelas kerentanan yang paling mendominasi dari setiap desa yaitu kelas kerentanan tidak rentan terletak pada Desa Sedayulawas, Blimbing, Kondangsemangkon, Paciran, Tunggul, Kranji, Banjarwati, Kemantren, Sidokelar, kelas kerentanan sedang terletak pada Desa Lohgung dan Brondong sedangkan untuk kelas kelas kerentanan rentan terletak pada Desa Brengkok dan Labuhan. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian wilayah pesisir Lamongan telah mengalami kerentanan pesisir yang apabila tidak ditanggapi dengan benar akan menimbulkan ketidakseimbangan di wilayah pesisir Lamongan.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya laporan Skripsi yang berjudul “Kajian Pemetaan Kerentanan Pesisir Terhadap Perubahan Garis Pantai di Wilayah Pesisir Utara Kabupaten Lamongan, Jawa Timur” dapat terselesaikan dengan baik. Dalam laporan ini akan dipaparkan bagaimana cara mengolah data geomorfologi, data citra Aster untuk mendapatkan data elevasi, data citra satelit Landsat untuk perubahan garis pantai, data pasang surut, dan data gelombang yang nantinya akan digunakan untuk mengetahui tingkat kerentanan pesisir Lamongan.

Sebagai seorang manusia, perlu disadari bahwa tidak pernah luput dari salah. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun sehingga laporan ini bisa bermanfaat bagi para pembaca. Semoga tulisan ini bisa memberikan manfaat dan informasi baru bagi para pembaca.

Malang, Januari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

COVER.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
RINGKASAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Kegunaan.....	4
1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Letak Geografis, Administratif dan Topografi Lokasi Penelitian.....	5
2.2 Perkembangan dan Pembangunan di Pesisir Lamongan.....	5
2.3 Definisi Wilayah Pesisir.....	6
2.4 Kerentanan Pesisir.....	7
2.4.1 Geomorfologi.....	8
2.4.2 Ketinggian (Elevasi) Pantai.....	9
2.4.3 Perubahan Garis Pantai.....	9
2.4.4 Pasang Surut.....	10
2.4.5 Rata-rata Tinggi Gelombang Signifikan.....	10
2.5 Indeks Kerentanan Pesisir.....	11
2.6 Penginderaan Jauh Satelit.....	12
3. METODOLOGI.....	13
3.1 Alat dan Bahan.....	13
3.2 Variabel dan Indikator.....	14
3.3 Metode Penelitian.....	15
3.4 Skema Kerja Penelitian.....	16
3.5 Pengolahan Data.....	17
3.5.1 Batas wilayah kajian.....	17
3.5.2 Pengolahan data variabel.....	17
3.5.2.1 Geomorfologi (Bentuk Lahan).....	17
3.5.2.2 Elevasi Pantai.....	19
3.5.2.3 Perubahan Garis Pantai.....	19
3.5.2.4 Tunggang pasang Surut Rata-rata.....	21
3.5.2.5 Data Tinggi Gelombang Signifikan.....	21
3.6 Perhitungan Kerentanan Pesisir di Pesisir Kabupaten Lamongan.....	22
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Pembuatan Batas Daerah Penelitian.....	24
4.2 Geomorfologi.....	26
4.3 Perubahan Garis Pantai.....	34
4.3.1 Erosi.....	34
4.3.2 Akresi.....	38
4.4 Elevasi (Ketinggian).....	46
4.5 Tunggang Pasang Surut.....	52



4.6	Tinggi Gelombang	54
4.7	Analisa Indek Kerentanan Pesisir	57
4.8	Kenampakan wilayah pesisir Lamongan.....	75
5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	77
5.1	Kesimpulan.....	77
5.2	Saran.....	78
6.	DAFTAR PUSTAKA.....	81
7.	LAMPIRAN	84



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sistem pembagian ranking variabel kerentanan pesisir Samut Sakhon..	8
Tabel 2. Karakteristik Band pada citra landsat 8	12
Tabel 3. Data yang digunakan untuk studi kerentanan pesisir	13
Tabel 4. Kelompok-kelompok jenis penggunaan lahan	18
Tabel 5. Klasifikasi geomorfologi berdasarkan kriteria IKP	18
Tabel 6. Parameter Fisik Kerentanan Pesisir	22
Tabel 7. Penentuan nilai bobot (parameter fisik)	23
Tabel 8. Klasifikasi Kerentanan Pesisir	23
Tabel 9. Hasil pengkelasan parameter Geomorfologi	26
Tabel 10. Perhitungan transek pada daerah erosi.....	35
Tabel 11. Hasil pengkelasan parameter erosi	35
Tabel 12. Kenampakan area erosi pada pesisir Lamongan	37
Tabel 13. Perhitungan transek pada daerah yang terjadi akresi.....	38
Tabel 14. Hasil pengkelasan parameter akresi	38
Tabel 15. Kenampakan area akresi pada pesisir Lamongan.....	41
Tabel 16. Hasil dari Interpolasi perubahan garis pantai di pesisir Lamongan	44
Tabel 17. Hasil pengkelasan parameter elevasi (Ketinggian).....	46
Tabel 18. Hasil pembagian kelas kerentanan untuk parameter data ketinggian ..	49
Tabel 19. Tunggang pasut setiap bulan pada tahun 2012 – 2013.....	52
Tabel 20. Hasil perhitungan data gelombang tahun 2012 - 2013	54
Tabel 21. Perhitungan data parameter gelombang	55
Tabel 22. Luas area kerentanan pada setiap Desa Pesisir	58
Tabel 25. Beberapa lokasi yang dibangun tembok batu.....	76
Tabel 26. Data pasang surut dari Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya	86
Tabel 27. Data gelombang dari pelabuhan Tanjung Perak Surabaya	88
Tabel 28. Data Nelayan di Pesisir Lamongan	90
Tabel 29. Potensi yang berada di pesisir Lamongan.....	90
Tabel 30. Infrastruktur penopang kegiatan ekonomi masyarakat nelayan.....	90

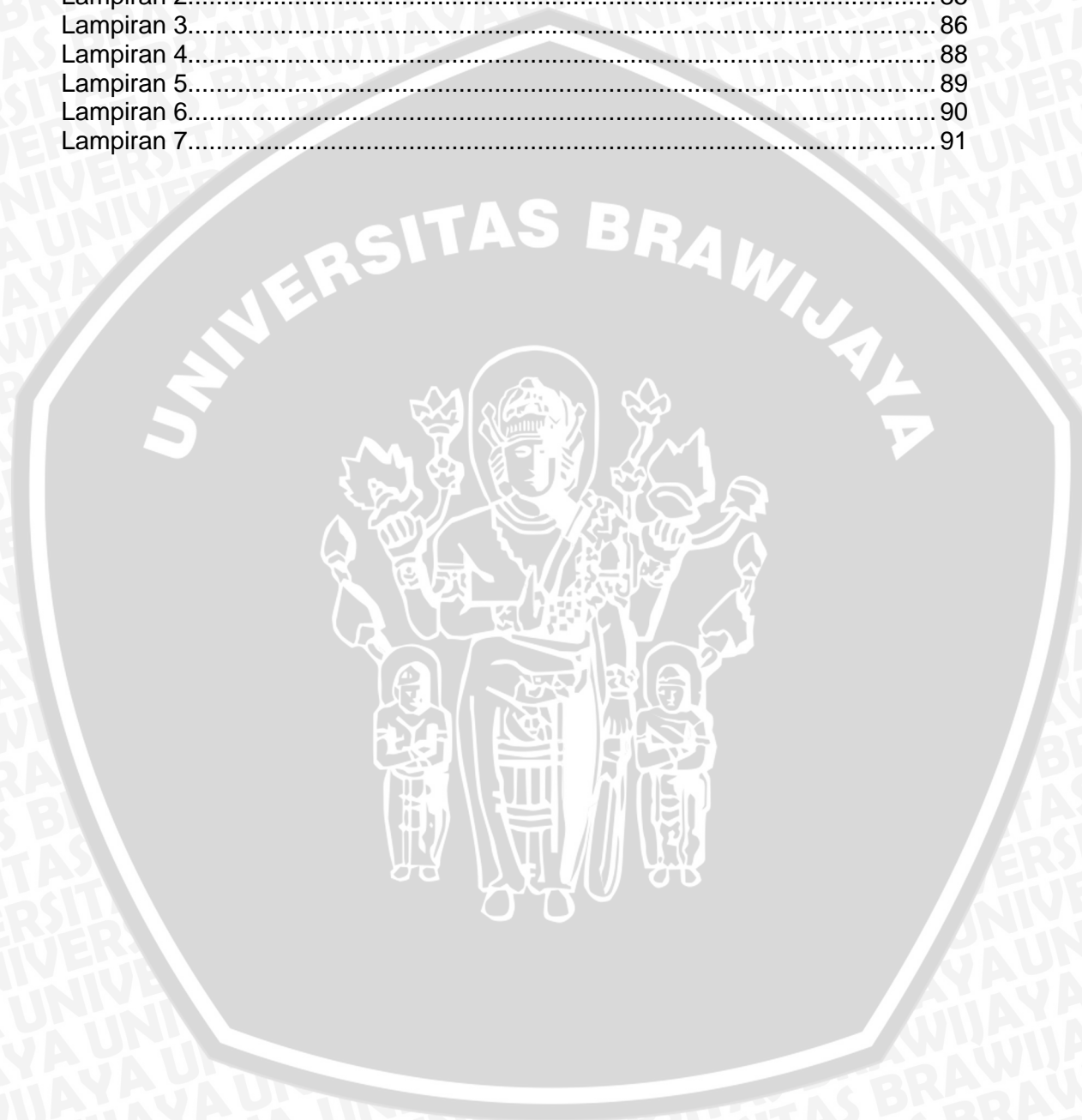


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lokasi penelitian di pesisir utara Kabupaten Lamongan.....	4
Gambar 2. Diagram alir proses pelaksanaan penelitian	16
Gambar 3. Contoh Transek Perpindahan Garis Pantai	20
Gambar 4. Batasan Wilayah Kajian Penelitian	25
Gambar 5. Formasi geomorfologi berdasarkan tipe ekologi	27
Gambar 6. Ekologi dari bangunan pantai	28
Gambar 7. Bangunan pantai di Desa Labuhan dan Desa Brondong	28
Gambar 8. Ekologi dari dataran alluvial	29
Gambar 9. Dataran alluvial di Desa Labuhan dan Desa Brondong	29
Gambar 10. Ekologi dari estuari, lagun, delta	30
Gambar 11. Daerah estuari di Desa Brengkok dan Desa Tunggul.....	30
Gambar 12. Ekologi dari pantai berpasir	31
Gambar 13. Pantai berpasir di Desa Sidokelar dan Desa Kemantren	31
Gambar 14. Ekologi dari rawa payau	32
Gambar 15. Rawa payau di Desa Brengkok dan Desa Sedayu lawas	32
Gambar 16. Kelas kerentanan berdasarkan parameter geomorfologi	33
Gambar 17. Kelas area kerentanan geomorfologi.....	34
Gambar 18. Area pesisir yang mengalami erosi pada tahun 2002 - 2014	36
Gambar 19. Area pesisir yang mengalami akresi pada tahun 2002 - 2014	40
Gambar 20. kelas kerentanan parameter perubahan garis pantai.....	43
Gambar 21. Kelas area kerentanan garis pantai.....	45
Gambar 22. Kelas area kerentanan elevasi	49
Gambar 22. Peta ketinggian pada wilayah Lamongan	50
Gambar 23. Kelas kerentanan berdasarkan parameter elevasi.....	51
Gambar 24. Kelas kerentanan berdasarkan parameter pasang surut	53
Gambar 25. Kelas kerentanan berdasarkan parameter gelombang	56
Gambar 26. Peta kerentanan Desa Lohgung.....	59
Gambar 27. Peta kerentanan Desa Brengkok.....	60
Gambar 28. Peta kerentanan Desa Labuhan.....	61
Gambar 29. Peta kerentanan Desa Sedayulawas.....	62
Gambar 30. Peta kerentanan Desa Brondong	63
Gambar 31. Peta kerentanan Desa Blimbing	64
Gambar 32. Peta kerentanan Desa Kendang Semangkon.....	65
Gambar 33. Peta kerentanan Desa Paciran.....	66
Gambar 34. Peta kerentanan Desa Tunggul.....	67
Gambar 35. Peta kerentanan Desa Kranji.....	68
Gambar 36. Peta kerentanan Desa Banjarwati	69
Gambar 37. Peta kerentanan Desa Kemantren	70
Gambar 38. Peta kerentanan Desa Sidokelar	71
Gambar 39. Grafik luas kelas kerentanan di desa pesisir Lamongan.....	72
Gambar 40. Grafik kelas kerentanan yang mendominasi di seítap desa	72
Gambar 41. Peta Kerentanan Pesisir Lamongan.....	73
Gambar 42. Kelas kerentanan pada wilayah kajian penelitian	74
Gambar 43. Tampilan Data Citra Landsat 8 OLI	84
Gambar 44. Tampilan Data Citra Landsat 5 TM.....	84
Gambar 45. Tampilan data Citra Aster GDEM	85
Gambar 46. Garis Pantai Pesisir Lamongan Tahun 2002.....	89
Gambar 47. Garis Pantai Pesisir Lamongan Tahun	89
Gambar 48. Pelaksanaan pengecekan lapang dan pengambilan titik koordinat.	91

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.....	84
Lampiran 2.....	85
Lampiran 3.....	86
Lampiran 4.....	88
Lampiran 5.....	89
Lampiran 6.....	90
Lampiran 7.....	91



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pantai merupakan bagian wilayah pesisir yang bersifat dinamis, artinya ruang pantai (bentuk dan lokasi) berubah dengan cepat sebagai respon terhadap proses alam dan aktivitas manusia. Salah satu pemanfaatan pantai yang penting adalah sebagai kawasan pemukiman, dimana lebih dari 70% kota besar di dunia berada di daerah pantai. Hal ini terkait erat dengan potensi luar biasa pantai yang memiliki daya tarik visual, potensi lain dari pantai sebagai daerah permukiman, budidaya perikanan, tambak, pertanian, pelabuhan, pariwisata. Selain itu pantai juga rawan terhadap aksi gelombang dan tsunami yang sifatnya merusak. Sejalan dengan perkembangan ilmu dan teknologi menyebabkan eksploitasi terhadap sumberdaya alam di pantai semakin intensif sehingga daya dukung pantai akan sangat semakin berkurang (Solihuddin, 2009).

Beberapa dekade terakhir diketahui bahwa erosi dan abrasi pantai telah menyebabkan kemunduran garis pantai di berbagai wilayah pantai di Indonesia yang mengancam kehidupan dan penghidupan masyarakat pesisir. Kerusakan pantai telah terjadi di sebagian pantai utara pulau Jawa, seperti yang terjadi di pantai utara Jawa Barat (Wahyudi, 2009).

Kerusakan pantai di kawasan pesisir berdampak terhadap terganggunya aktifitas sehari-hari dari masyarakat, terganggunya sistem transportasi, industri dan perdagangan, serta dampak lingkungan dan kesehatan masyarakat. Berdasarkan atas fenomena tersebut, maka perlu dilakukan langkah penanggulangan supaya dampak negatif yang ditimbulkan oleh kerusakan pantai dapat dihilangkan atau diminimalkan menjadi sekecil mungkin. Langkah tersebut dapat dilakukan antara lain dengan melakukan

studi tentang indeks kerentanan pesisir (*Coastal Vulnerability Index*) di Pesisir Lamongan.

Kabupaten Lamongan merupakan bagian kawasan pesisir utara Jawa Timur yang memiliki posisi strategis serta merupakan kawasan utama penggerak ekonomi (*prime mover*) wilayah Gelangan (Gresik-Lamongan-Tuban) dimana Kawasan Gelangan sendiri merupakan kawasan pengembangan kawasan tertentu GKS (*Gerbangkertosusila*). Panjang garis pantai Kabupaten Lamongan adalah sekitar 47 km yang membentang dari barat ke timur, sebelah barat berbatasan dengan wilayah pesisir dan lautan Kabupaten Tuban sedangkan sebelah timur berbatasan dengan wilayah Kabupaten Gresik. Luas wilayah pesisir dan lautan yang menjadi kewenangan daerah yaitu sekitar 33.840 ha (BKPM,2012). Hal ini tentu saja menjadikan kawasan pesisir Kabupaten Lamongan menjadi banyak tujuan bagi para investor untuk membangun sebuah industri di bidang perikanan dan kelautan seperti pabrik perikanan, pelabuhan, pariwisata dan perhotelan. Hal ini juga akan memungkinkan memberikan dampak positif kepada masyarakat sekitar untuk mendapatkan peluang pekerjaan lain selain menjadi nelayan. Namun semakin banyak pembangunan yang dilakukan di pesisir akan membuat terjadinya degradasi lingkungan yang menyebabkan erosi dan abrasi sehingga menyebabkan perubahan garis pantai dan perubahan pada ekosistem pesisir.

Secara umum metode Indeks Kerentanan Pesisir (IKP) menerapkan pendekatan yang sederhana dalam penyediaan dasar numerik perangkaian bagian-bagian dari garis pantai terhadap perubahan fisik sehingga dapat digunakan dalam mengidentifikasi daerah yang beresiko terhadap kerentanan di pesisir (Gornitz et al., 1991).



Nilai indeks kerentanan pesisir yang diperoleh kemudian diintegrasikan dalam Sistem Informasi Geografis (SIG), sehingga diperoleh informasi spasial tingkat kerentanan wilayah pesisir Kabupaten Lamongan.

1.2 Rumusan Masalah

Informasi mengenai indeks kerentanan fisik pesisir di wilayah pesisir Kabupaten Lamongan sangat diperlukan dalam rangka antisipasi untuk mengurangi dampak degradasi lingkungan. Lamongan merupakan wilayah yang relatif datar, karena hampir 72,5% lahannya adalah datar atau dengan tingkat kemiringan 0-2% yang tersebar di beberapa kecamatan Lamongan.

Wilayah Pesisir Lamongan merupakan wilayah yang termasuk bagian dari jalur pantai utara Jawa Surabaya - Jakarta. Sebagian besar wilayah pesisir utara Jawa Timur khususnya di pesisir Lamongan dimanfaatkan sebagai daerah pemukiman penduduk, pariwisata, pelabuhan ikan serta daerah budidaya perikanan (tambak) dan industri perkapalan, sehingga dapat menyebabkan perubahan garis pantai dan kondisi di wilayah pesisir. Perubahan tersebut akan menimbulkan dampak pada wilayah pesisir dan memberikan tekanan terhadap daya dukung pantai yang akan mengganggu dan mengurangi fungsi pantai. Dinamika pesisir yang tinggi akan membawa implikasi dan juga mengancam kelangsungan kehidupan serta pembangunan kawasan pesisir terutama pada perkembangan kota-kota pesisir (Yunus, 2002).

Kondisi pesisir Kabupaten Lamongan yang telah mengalami perubahan fisik pantai membuat studi kerentanan pesisir yang terkait dengan variabel-variabel fisik sangat cocok dilakukan pada wilayah ini untuk mengetahui bagaimana kondisi kerentanan pesisir Lamongan pada setiap desa pesisir dan juga secara keseluruhan pesisir Lamongan.

1.3 Tujuan

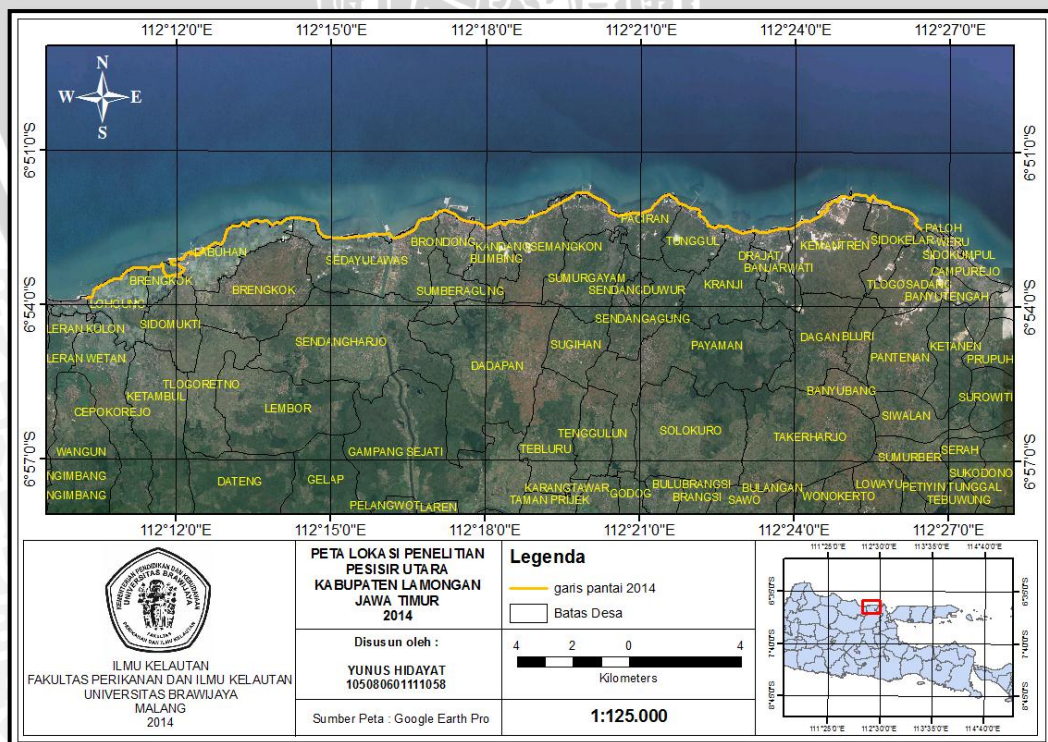
1. Mengetahui nilai kerentanan pada setiap desa pesisir Kabupaten Lamongan berdasarkan nilai indek kerentanan pesisir.
2. Menghitung nilai indeks kerentanan pesisir Kabupaten Lamongan.

1.4 Kegunaan

Hasil dari penelitian yang berupa peta dan informasi terkait mengenai indeks kerentanan pesisir ini diharapkan mampu memberikan informasi tambahan sebagai data acuan dalam rencana tata ruang wilayah pesisir Kabupaten Lamongan.

1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Kegiatan skripsi tentang kajian pemetaan kerentanan pesisir di wilayah pesisir utara Kabupaten Lamongan dilaksanakan pada bulan September sampai Desember yang berlokasi di Daerah Pesisir Utara Kabupaten Lamongan dengan total panjang pesisir pada lokasi penelian yaitu ±47km. Berikut adalah peta lokasi penelitian di pesisir Lamongan :



Gambar 1. Lokasi penelitian di pesisir utara Kabupaten Lamongan

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Letak Geografis, Administratif dan Topografi Lokasi Penelitian

Letak Geografis Kabupaten Lamongan berada pada antara 6°51'54"-7°23'06" LS dan 112° 4' 41" - 112°33'45" BT, dengan batas-batas wilayah sebagai berikut: Sebelah utara laut jawa, sebelah timur kabupaten Gresik, sebelah selatan kabupaten Mojokerto dan Jombang, sebelah barat kabupaten Tuban dan Bojonegoro. Kabupaten Lamongan memiliki luas wilayah kurang lebih 1.812,8km² atau ±3.78% dari luas wilayah Propinsi Jawa Timur. Dengan panjang garis pantai sepanjang 47 km, maka wilayah perairan laut Kabupaten Lamongan adalah seluas 902,4 km², apabila dihitung 12 mil dari permukaan laut (BKPM, 2012).

Kondisi topografi Kabupaten Lamongan dapat ditinjau dari ketinggian wilayah di atas permukaan laut dan kelerengan lahan. Kabupaten Lamongan terdiri dari dataran rendah dan berawa dengan ketinggian 0-25m dengan luas 50,17%, dataran dengan ketinggian 25-100m seluas 45,68% dan sisanya 4,15% merupakan dataran dengan ketinggian di atas 100m dari permukaan air laut (Pemerintah Kabupaten Lamongan, 2013).

2.2 Perkembangan dan Pembangunan di Pesisir Lamongan

Pemerintah Daerah (Pemda) Kabupaten Lamongan berencana untuk mengembangkan kawasan pesisir. Lamongan yang termasuk ke dalam kawasan perkembangan Gresik-Bangkalan-Mojokerto-Surabaya-Sidoarjo-Lamongan (Gerbangkertosusila) memiliki potensi kawasan pesisir yang sangat besar, dengan luasan 450 hektar (PU, 2010).

Kawasan pesisir Lamongan memiliki berbagai potensi, diantaranya pertambakan, hutan mangrove, budidaya, serta industri perikanan lainnya seperti infrastruktur untuk menopang kegiatan ekonomi masyarakat

nelayan, seperti TPI (Tempat Pelelangan Ikan) yang ada di desa Weru, Kranji, dan Brondong atau tempat sandar perikanan yang ada di setiap basis desa nelayan. Begitu juga dalam sektor industri, di kawasan ini memiliki berbagai infrastruktur, seperti LIS (Lamongan Integrated Shorebase) di desa Kemantren, ASDP di desa Tunggul, LINTECH, PT. DOK, WBL (Wisata Bahari Lamongan) yang berpadu dengan wisata gua Maharani. Adanya kondisi perubahan dan pergeseran pembangunan dikawasan pesisir di Kabupaten Lamongan 10 tahun terakhir, baik disektor diversifikasi usaha produksi perikanan maupun industri, tentu akan berdampak pada peta perubahan pemanfaatan potensi wilayah dan lingkungan maupun sosiologis masyarakatnya. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian tentang kestabilan dan kerentanan pesisir Lamongan (Castur, 2009).

2.3 Definisi Wilayah Pesisir

Wilayah pesisir merupakan pertemuan antara darat dan laut, sehingga wilayah ini memiliki karakteristik unik yang berbeda dengan wilayah dataran. Terjadi interaksi antar tiga unsur alam yaitu dataran, lautan dan atmosfer, ke arah darat meliputi bagian dataran yang masih dipengaruhi oleh sifat-sifat laut, sedangkan ke arah laut mencakup bagian laut yang dipengaruhi oleh proses alami dari darat. Kawasan pesisir juga dipengaruhi oleh cuaca, iklim dan kegiatan manusia dengan dampak lanjutan adanya peningkatan kepadatan penduduk (Fordham, 2007).

Kegiatan pembangunan di wilayah pesisir mengalami kemajuan yang cukup pesat, baik kegiatan perikanan, pertanian, pertambangan, pariwisata dan industri. Pemanfaatan wilayah pesisir dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat pesisir namun pengelolaan lingkungan pesisir yang tidak baik dapat menimbulkan masalah lingkungan pada wilayah pesisir seperti degradasi ekosistem alami (Dahuri *et al*, 2001).

Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 10 tahun 2002 tentang Pedoman Umum Perencanaan Pengelolaan Pesisir Terpadu menyatakan bahwa pesisir merupakan wilayah peralihan dan interaksi antara ekosistem darat dan laut. Wilayah ini sangat kaya akan sumberdaya alam dan jasa lingkungan yang disebut sumberdaya pesisir. Sumberdaya pesisir terdiri dari sumberdaya hayati dan non-hayati (BLH, 2012).

2.4 Kerentanan Pesisir

Definisi secara umum kerentanan adalah tingkatan suatu sistem yang mudah terkena atau tidak mampu menanggulangi bencana. 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 (Bappenas, 2010).

Kerentanan fisik wilayah pesisir merupakan kondisi yang akan meningkatkan proses kerusakan di wilayah pesisir, seperti abrasi, sedimentasi dan tenggelamnya wilayah pesisir. Variabel yang sangat berpengaruh terhadap perubahan wilayah pesisir terdiri dari dua variabel diantaranya yaitu variabel geologi meliputi geomorfologi, elevasi atau ketinggian permukaan pantai dan perubahan garis pantai dan variabel proses fisik laut yang meliputi tinggi gelombang signifikan dan rata-rata tunggang pasang surut (Gornitz, 1991).

Berikut adalah beberapa parameter dan skoring yang digunakan untuk kerentanan pesisir ditampilkan pada beberapa tabel berikut :

Tabel 1. Sistem pembagian ranking variabel kerentanan pesisir Samut Sakhon, Thailand. Asia tenggara.

Parameter	Bobot (Xn)	Nilai Kerentanan (Wn)				
		Tidak Rentan	Kurang Rentan	Sedang	Rentan	Sangat Rentan
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Perubahan garis pantai (m/thn)	0,25	> 2,0 Akresi	1,0 – 2,0 Akresi	-1 – 1 Stabil	-1 – (-2) Abrasi	< -2,0 Abrasi
Elevasi (m)	0,35	≥ 30,1	20,1-30,0	10,1 - 20,0	5,1 - 10,0	0 - 5,0
Tinggi Gelombang (m)	0,29	< 0,5	0,5-1	1-1,5	1,5-2	> 2
Tunggang Pasut Rata-rata (m)	0,11	< 0,5	0,5-1	1-1,5	1,5-2	> 2

Sumber : Duriyapong, 2011

2.4.1 Geomorfologi

Geomorfologi digunakan untuk mengidentifikasi keteraturan antara bentuk permukaan bumi dan proses penyebabnya. Geomorfologi meliputi dua proses, yaitu proses endogen dan proses eksogen. Proses endogen meliputi aktifitas vulkanik, tektonik, banjir, badai, tsunami, patahan dan lipatan, sedangkan proses eksogen meliputi pelapukan, erosi, transportasi, dan deposisi. Pada umumnya daerah dengan relief rendah (barrier coast, estuari, laguna, delta, dll) memiliki tingkat kerentanan yang tinggi, daerah dengan substrat yang keras dan relief yang tinggi (flords, pantai berbatu, tebing tinggi dll) memiliki tingkat kerentanan yang lebih kecil terhadap bahaya dari erosi (Gornitz dan kanciruk, 1989).

Kenaikan paras laut dapat menyebabkan perubahan bentuk lahan pesisir yang terdiri dari hamparan daerah subtidal, dataran intertidal, rawa payau, shingle banks, bukit pasir, tebing, dan dataran rendah pesisir. Tiap jenis bentuk lahan pesisir tersebut memiliki perbedaan geomorfologi yang juga menunjukkan daya tahan terhadap erodibilitas atau kerentanannya

terhadap erosi. Perubahan geomorfologi (evolusi geomorfologi) yang diakibatkan dari kenaikan paras laut tidak hanya akan menentukan kualitas dan kuantitas habitat yang terkait serta sifat keterkaitan ekosistem mereka tetapi juga tingkat kerentanan satwa liar, manusia, serta infrastruktur pada daerah pesisir (Kumar, 2010).

2.4.2 Ketinggian (Elevasi) Pantai

Elevasi adalah perbedaan vertikal antara dua titik atau jarak dari bidang referensi yang telah ditetapkan ke suatu titik tertentu sepanjang garis tertentu. Untuk sebuah negara, biasanya muka air laut rata-rata yang dipergunakan sebagai bidang referensinya, maka perluasan ke dataran disebut geoid. Jarak yang diukur dari permukaan geoid ke titik tertentu disebut elevasi. Semakin tinggi letak kawasan di daerah pesisir maka semakin aman dari genangan laut (Sostrodarsono, 2005).

Ketinggian daerah pesisir mengacu kepada rata-rata ketinggian pada daerah tertentu yang berada di atas permukaan laut. Kajian mengenai ketinggian daerah pesisir sangat penting untuk dipelajari secara mendalam untuk mengidentifikasi dan mengestimasi luas dataran yang terancam oleh dampak kenaikan paras laut di masa yang akan datang (Kumar, 2010).

2.4.3 Perubahan Garis Pantai

Garis pantai pesisir selalu digunakan untuk melihat proses perubahan yang terjadi di daerah pesisir, dimana selalu dipengaruhi oleh karakteristik gelombang dan resultan dari sirkulasi yang terjadi dekat dengan pantai, karakteristik sedimen, bentuk pantai, dll. Selain itu, tingkat perubahan garis pantai adalah salah satu pengukuran yang paling umum digunakan oleh para ilmuwan pesisir dan perencanaan tanah untuk menunjukkan dinamika dan bahaya dari pantai (Hedge dan Vijaya, 2007).

Tingkat pengukuran dengan kisaran $\pm 1\text{m}$ dianggap memiliki kondisi stabil. Pantai dengan tingkat pergeseran $+1\text{m}/\text{tahun}$ dikatakan terjadi akresi karena itu tingkat kerentanannya relatif lebih rendah, sebaliknya pantai dengan tingkat pergeseran $-1\text{m}/\text{tahun}$ dikatakan mengalami erosi (abrasi) dan relatif memiliki tingkat resiko yang tinggi (Gornitz dan Kanciruk, 1989).

2.4.4 Pasang Surut

Pasang surut dihasilkan oleh gaya tarik bulan dan matahari. Pasang surut memiliki sifat yang periodik dan dapat diprediksi. Perbedaan vertikal antara air tertinggi (puncak air pasang) dan air terendah (lembah air surut) yang berurutan disebut sebagai tunggang pasang surut. Tunggang pasang surut perlu diketahui karena keterkaitannya dengan bahaya genangan yang bersifat sementara dan permanen (Gornitz dan Kanciruk, 1989).

Wilayah pesisir dengan kisaran pasang surut yang tinggi ($>2\text{m}$) dianggap memiliki kerentanan yang tinggi dan wilayah yang memiliki kisaran pasang surut rendah ($< 2\text{m}$) dianggap memiliki kerentanan rendah. Selain itu pasang surut dapat menyebabkan masukan air laut ke dalam dataran yang menjadi ancaman terhadap persediaan air dalam tanah (Gornitz, 1991).

2.4.5 Rata-rata Tinggi Gelombang Signifikan

Tinggi gelombang signifikan, periode gelombang dan arah gelombang merupakan beberapa parameter yang digunakan pada model gelombang. Ketiga parameter tersebut dinamakan *parametric wave models*. Tinggi gelombang signifikan sendiri sangat sering digunakan oleh para coastal engineer (insinyur pesisir) untuk memperkirakan energi yang dihasilkan oleh gelombang. Energi tersebut diperoleh dengan mengambil rata-rata dari 33% nilai tertinggi dari pencatatan gelombang (Triadmodjo, 1999).

Energi yang diperoleh berdasarkan rata-rata tinggi gelombang signifikan memiliki peranan dalam sistem transfer sedimen. Pengetahuan

mengenai kajian kerentanan berdasarkan tinggi gelombang merupakan langkah penting untuk mempersiapkan peringatan akan bahaya dan sistem manajemen penanggulangannya. Energi gelombang meningkat seiring dengan peningkatan tinggi gelombang. Hal ini mengakibatkan hilangnya lahan karena erosi dan genangan di sepanjang pantai, sehingga daerah-daerah pesisir dengan tinggi gelombang yang tinggi dianggap sebagai pantai yang lebih rentan dan daerah dengan tinggi gelombang rendah sebagai pantai yang kurang rentan (Kumar, 2010).

2.5 Indeks Kerentanan Pesisir

Pengukuran kerentanan pesisir dapat dilakukan dengan indeks kerentanan pesisir. Indeks Kerentanan Pesisir dihitung menurut kelompok wilayah yang tergantung pada kemungkinan adanya jenis dampak fisik. Indeks ini diberikan sebagai rasio dari total nilai peringkat kerentanan parameter untuk nilai kerentanan setidaknya dari kelompok yang sesuai. Peringkat IKP mengikuti kontribusi fisik lingkungan terhadap perubahan pesisir, berupa : geomorfologi, kemiringan pantai, perkembangan perubahan garis pantai, ketinggian pasang surut rata-rata dan tinggi gelombang rata-rata (Marfai, 2011).

Indeks kerentanan pesisir (IKP) dapat diturunkan dengan gabungan beberapa kombinasi dari variabel genangan (elevasi) dan variabel erodibility (geomorfologi, tinggi gelombang dan tunggang pasang surut). IKP ditetapkan dengan mengkombinasikan beberapa parameter risiko untuk menghasilkan sebuah indikator. Indeks ini digunakan untuk mengidentifikasi daerah yang memiliki risiko terhadap bahaya erosi, genangan permanen maupun genangan sementara (Gornitz, 1991).

Setiap parameter yang dimasukkan dikelompokkan berdasarkan kelas risiko 1, 2, 3, 4 dan 5. Parameter tersebut dikelompokkan berdasarkan

dampak kerusakan yang dihasilkan tergolong sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi terutama pada wilayah pesisir. Setelah proses ini maka setiap daerah di wilayah pesisir akan memiliki peringkat risiko setelah mempertimbangkan beberapa parameter (Kumar, 2010).

2.6 Penginderaan Jauh Satelit

Penginderaan Jauh adalah ilmu untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1997).

Salah satu satelit yang dapat digunakan untuk mengkaji daerah pesisir adalah Satelit Landsat yang juga dapat melihat perubahan dinamika pesisir. Karakteristik landsat sesuai dengan *United State Geological Survey* (USGS) disajikan pada tabel berikut :

Tabel 2. Karakteristik Band pada citra landsat 8

Kanal No	Kanal	Kisaran Spektral (nm)	Penggunaan Data	Resolusi spasial
1	Biru	433-453	Mendeteksi aerosol garis pantai	30 m
2	Biru	450-515	untuk penetrasi tubuh air, pemetaan pantai, diskriminasi vegetasi & tanah, identifikasi pemukiman	(Kanal-kanal Pada landsat 1 sampai landsat 7)
3	Hijau	525-600	Diskriminasi vegetasi, mengukur reflektansi vegetasi	
4	Merah	630-680	Mengenali penyerapan klorofil dan identifikasi spesies tumbuhan	
5	NIR	845-885	Menentukan tipe vegetasi, vigor & biomassa, deliniasi tubuh air & kelembapan tanah	
6	SWIR 2	1560-1660	Kandungan air pada vegetasi & tanah. Pembedaan salju dan awan	
7	SWIR 3	2100-2300	Diskriminasi mineral dan batuan	
8	PAN	500-680	Mempertajam gambar	15 m
9	SWIR	1360-1390	Deteksi awan cirrus	30 m
10	TIRS		Kanal infra merah	30 m
11	TIRS		Kanal infra merah	30 m

Sumber : USGS (2013)

3. METODOLOGI

3.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Laptop : digunakan untuk mengolah seluruh data parameter yang digunakan, serta untuk pembuatan peta kerentanan pesisir.
2. GPS : digunakan untuk mengetahui titik koordinat lokasi penelitian.
3. Kamera Digital : digunakan untuk mengambil gambar lokasi pada keadaan lapang yang sebenarnya.
4. Perangkat Lunak berupa :
 - *ArcGIS 9.3 9.3 9.3, ER Mapper 7.1, Global Mapper 14* : digunakan untuk mengolah data spasial yang berupa data citra Landsat dan citra Aster GDEM.
 - *Microsoft Excel dan microsoft word 2010* : digunakan untuk mengolah data pasang surut dan gelombang.

Bahan atau data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Data yang digunakan untuk studi kerentanan pesisir

No.	Parameter	Data yang digunakan	Sumber data
1	Geomorfologi	- Landsat 8 - Pengecekan Lapang	http://glovis.usgs.gov
2	Elevasi	- ASTER – GDEM	http://glovis.usgs.gov
3	Perubahan Garis Pantai	LANDSAT Multitemporal	http://glovis.usgs.gov
4	Pasang Surut	- Data Time Series	- BMKG
5	Data Gelombang	- Data Time Series	- BMKG

Variabel-variabel data fisik tersebut dipilih karena peranannya yang penting dalam menentukan kerentanan daerah pesisir terhadap faktor alam yang mendukung dan mempengaruhi dinamika pantai.

Data lapang diperoleh dari pengamatan dilapang dan berupa data profil pantai yang diambil menggunakan kamera digital untuk dapat menggambarkan kondisi umum pesisir Lamongan.

Parameter geomorfologi pantai berpengaruh pada tingkat kerentanan pesisir terhadap erosi. Parameter kisaran pasang surut, tinggi gelombang, elevasi, dan kondisi akresi dan erosi akan berpengaruh terhadap genangan yang permanen, hubungannya dengan banjir dan perubahan ekosistem pantai.

3.2 Varibel dan Indikator

Penilaian kerentanan pesisir digunakan variabel dari faktor fisik, variabel faktor dan indikatornya dalam kajian kerentanan pesisir yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Geomorfologi Pantai : sebagai indikator adalah bentuk lahan yang mengidentifikasi ketahanan suatu bagian pantai terhadap erosi dan akresi akibat kenaikan muka air laut
- b. Elevasi atau ketinggian (m) : indikatornya adalah wilayah yang rendah berkaitan dengan kelemahan suatu pantai oleh bahaya penggenangan dan dengan kecepatan maju atau mundurnya garis pantai.
- c. Laju perubahan garis pantai (m/tahun) : indikatornya adalah adanya erosi atau akresi pantai yang mengidentifikasi seberapa cepat suatu bagian dari garis pantai telah mengalami erosi (pengikisan) atau akresi (Penambahan).
- d. Rata-rata tunggang pasut (m) : indikatornya adalah perbedaan (tunggang) pasang surut yang berkontribusi pada bahaya penggenangan pantai, dimana wilayah tunggang pasut besar akan lebih rentan dibanding tunggang pasut kecil.

- e. Tinggi gelombang signifikan (m) : indikatornya adalah semakin tinggi gelombang akan semakin mempengaruhi perubahan garis pantai dan kondisi geomorfologi daerah tersebut.

3.3 Metode Penelitian

Pelaksanaan Penelitian ini dilakukan dengan menghitung nilai dan menentukan kelas dari kerentanan pesisir menggunakan perhitungan dari indek kerentanan pesisir. Pelaksanaan penelitian ini dibagi dalam beberapa tahap, yaitu : identifikasi masalah, studi literature, pengumpulan data, pengolahan data, analisa data dan penyusunan laporan.

Penelitian ini menggunakan data spasial yang diunduh dari situs <http://glovis.usgs.gov> serta data gelombang dan pasang surut diperoleh dari instansi terkait yaitu Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Untuk mengetahui keadaan pesisir pada saat sekarang dilakukan *ground check* dan pengambilan gambar lokasi daerah kajian.

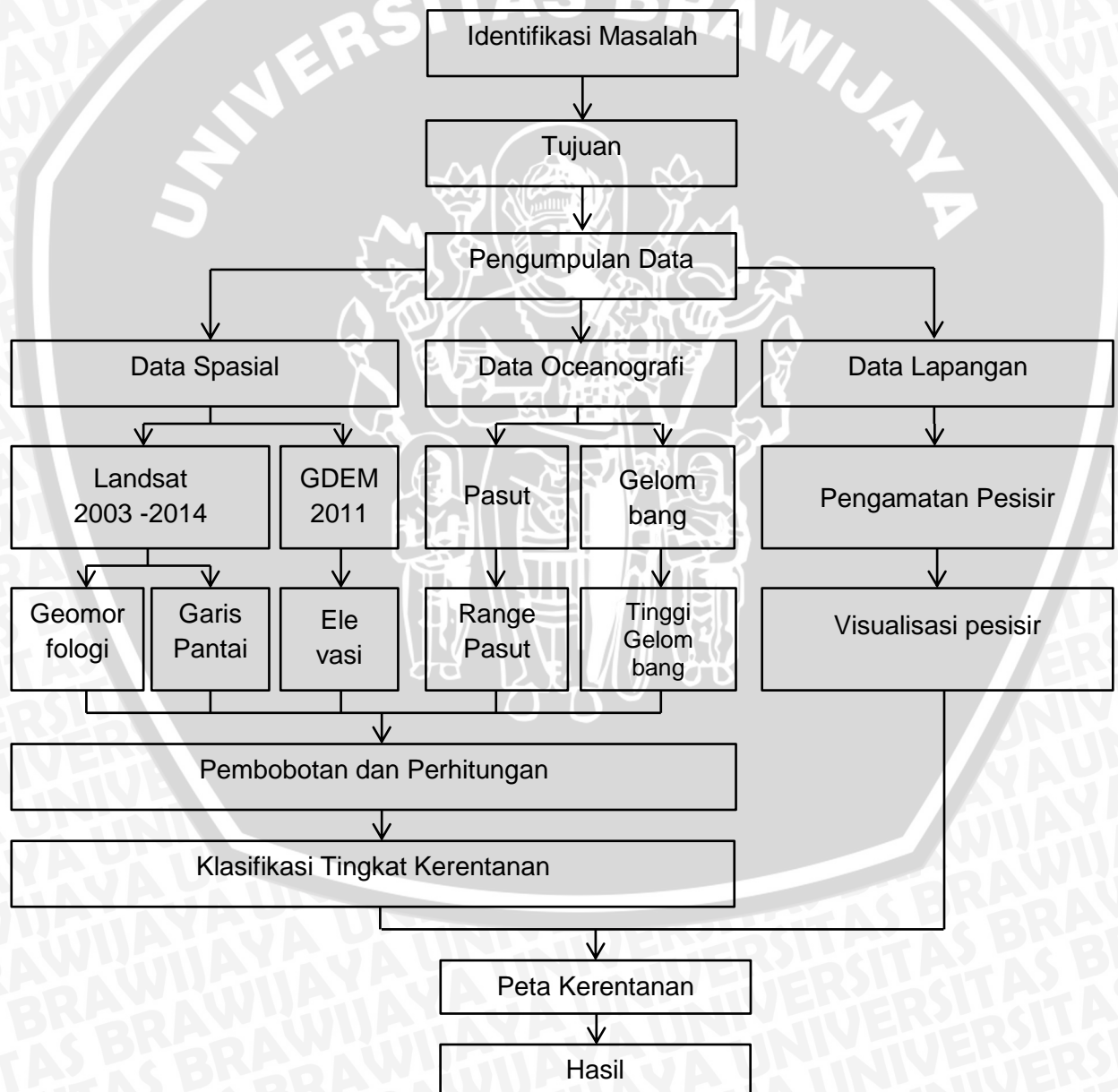
Pengolahan data kerentanan fisik pesisir ini dilakukan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) menggunakan software *ArcGIS 9.3*, *Global Mapper 14* dan *ERMapper 7.1* untuk pengolahan data geomorfologi, elevasi dan perubahan garis pantai. Pengolahan data pasang surut menggunakan metode *Admiralty* dan tinggi gelombang menggunakan data numerik yang disusun dan diolah menggunakan software Microsoft Excel 2010 untuk mendapatkan jarak antara pasang tertinggi dan pasang terendah serta mendapatkan data tinggi gelombang signifikan di pesisir Kabupaten Lamongan.

Setelah proses pengolahan data selesai dilakukan, langkah selanjutnya yaitu melakukan pengecekan lapangan secara visual pada wilayah pesisir untuk memvalidasi hasil dari pengolahan data setiap parameter dengan keadaan pesisir yang sebenarnya. Langkah selanjutnya

yaitu melakukan pembobotan parameter fisik pesisir dan selanjutnya dilakukan perhitungan nilai kerentanan pesisir dengan menggunakan rumus Indeks kerentanan Pesisir (IKP). Setelah didapatkan nilai indeks kerentanan pesisir, langkah terakhir yaitu pembuatan peta kerentanan pesisir di Kabupaten Lamongan.

3.4 Skema Kerja Penelitian

Skema kerja penelitian kajian pemetaan kerentanan pesisir Lamongan akan dijelaskan pada diagram berikut :



Gambar 2. Diagram alir proses pelaksanaan penelitian

3.5 Pengolahan Data

3.5.1 Batas wilayah kajian

Batas wilayah kajian untuk lokasi penelitian digunakan untuk membatasi wilayah pesisir yang digunakan untuk penelitian dengan tujuan untuk mempermudah saat pengolahan dari setiap parameter yang nantinya akan dilakukan tumpang tindih (*overlay*) antara satu data dengan data yang lainnya. Batas wilayah kajian penelitian ini dilakukan dengan *buffer* sejajar garis pantai berjarak 1km ke arah laut dan ke arah darat. Sedangkan batas tegak lurus pantai menggunakan batas administrasi kelurahan yang berada di pinggir pantai.

Pengelolaan suatu wilayah pesisir jika digunakan untuk mengendalikan erosi (abrasi) pantai, maka batas ke arah darat cukup hanya sampai pada lahan pantai yang diperkirakan terkena abrasi, dan batas ke arah laut adalah daerah yang terkena pengaruh distribusi sedimen akibat proses abrasi yang biasanya terdapat pada daerah pemecah gelombang yang paling dekat dengan garis pantai (Dahuri, 2001).

Penentuan jarak 1km ke arah darat dan laut diasumsikan bahwa ukuran unit analisis representatif bagi pengamatan variasi masing-masing variabel dalam wilayah kajian, serta kemudahan identifikasi dalam wilayah administrasi, mengingat bahwa jarak terdekat dari salah satu desa pesisir lamongan yang paling dekat dengan garis pantai hanya berjarak ± 1 km yaitu pada Desa Brengkok.

3.5.2 Pengolahan data variabel

3.5.2.1 Geomorfologi (Bentuk Lahan)

Pengambilan data bentuk lahan dilakukan dengan cara analisis visual pada citra landsat 8 untuk mengklasifikasikan bentuk lahan dengan bantuan perangkat lunak *ERMapper 7.1 7.1* & *ArcGIS 9.3 9.3*. Jenis data yang

digunakan yaitu penggunaan lahan dengan parameter yang diperoleh adalah Air tawar, Hutan Rawa, Belukar/Semak, Rawa, Pemukiman, Empang, Tegalan dan Sawah Irigasi. Parameter - parameter tersebut kemudian dikelaskan berdasarkan kelas indikator yang dikemukakan oleh Gornitz (1991).

Tabel 4. Kelompok-kelompok jenis penggunaan lahan

Kelas Indikator	Penggunaan Lahan
Dataran Alluvial	Empang, Penggaraman, Sawah dan ladang
Rawa Payau	Semak, Belukar, rawa dan Hutan Mangrove
Bangunan Pantai	Gedung dan Pemukiman
Estuari, Lagun, Delta	Air Tawar dan Garis Pantai
Pantai Berpasir	Pasir pantai dan Pasir Darat

Penyusunan data geomorfologi yang diperoleh dikelompokkan ke dalam kelas-kelas dalam modifikasi sebagai berikut:

Tabel 5. Klasifikasi geomorfologi berdasarkan kriteria IKP

Parameter	Kelas				
	Sangat Rendah (1)	Rendah (2)	Sedang (3)	Tinggi (4)	Sangat Tinggi (5)
Geomorfologi	Tebing tinggi	Tebing sedang	Tebing rendah, dataran alluvial	Bangunan pantai, estuaria, laguna, delta	pantai berpasir, rawa payau, paparan lumpur,

Sumber : Gornitz, (1991)

Jenis bentuk lahan ini di klasifikasi sesuai dengan kriteria IKP dengan pemberian ranking/skor kerentanan dari 1 (sangat rendah), 2 (rendah), 3 (sedang), 4 (tinggi), hingga 5 (sangat tinggi) kemudian dihitung luas masing-masing kelas.

3.5.2.2 Elevasi Pantai

Digital Elevation Model (DEM) merupakan salah satu model untuk menggambarkan bentuk topografi permukaan bumi sehingga dapat divisualisasikan dalam bentuk 3 dimensi. Data elevasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *Global Digital Elevation Model (GDEM)* turunan dari satelit *ASTER*. Cakupan data GDEM hampir seluruh permukaan bumi dan mempunyai resolusi spasial yang cukup bagus yaitu 30 meter dengan akurasi ketinggian 20 meter (*ASTER GDEM*, 2009).

Data GDEM selanjutnya diolah dengan perangkat lunak *Global Mapper 14*, untuk menentukan area yang akan dikaji, kemudian dilakukan pengolahan data dengan menggunakan perangkat lunak *ArcGIS 9.3 9.3*. Pengolahan GDEM untuk menghasilkan parameter elevasi, dimana nilai elevasi tersebut kemudian diklasifikasikan sesuai dengan indeks kerentanan.

3.5.2.3 Perubahan Garis Pantai

Perubahan garis pantai dapat dibedakan menjadi perubahan yang positif dan negatif. Perubahan positif yaitu apabila proses sedimentasi terjadi pada kawasan pantai tersebut. Kawasan pantai yang mengalami perubahan positif, garis pantai akan mengalami perubahan ke arah laut. Sedangkan perubahan negatif apabila terjadi proses abrasi pada kawasan pantai, sehingga garis pantai akan mundur ke arah daratan.

Metode penentuan garis pantai yang digunakan adalah melalui interpretasi visual dari kenampakan objek pada citra Landsat 2003 dan 2014 yang dilakukan tumpang tindih. Metode ini menggunakan rasio band pada band 4 dan band 2 agar dapat terlihat batas tegas antara air laut dan daratan. Setelah itu dilakukan digitasi diatas layar pada *ArcGIS 9.3 9.3* untuk mendapatkan garis pantai tiap tahun (Winarso et al, 2001).

Perhitungan laju perubahan garis pantai pada citra dilakukan menggunakan *End Point Rate* (EPR) yang menghubungkan garis pantai pada waktu yang berbeda kemudian dihitung jarak perpindahannya dan perbedaan waktunya sehingga diketahui laju perubahan garis pantai dalam satuan meter/tahun (Thieler et al, 2001). Setiap Unit analisis masing-masing diwakili dengan lima transek. Perpindahan pantai maju (akresi) ditandai dengan nilai positif sedangkan perpindahan pantai mundur (erosi/abrasi) ditandai dengan nilai negatif. Untuk mengetahui laju perubahan garis pantai dalam setiap unit analisis dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$Vc = \frac{L}{N} Y^{-1}$$

Vc = rerata laju perubahan maju/mundur garis pantai pada unit ke-n

L = panjang seluruh transek pada unit analisis ke-n

N = jumlah transek pada unit analisis ke-n

Y = rentang waktu

Berikut adalah contoh perhitungan perubahan garis pantai menggunakan metode *EPR* untuk mengetahui jarak perpindahan garis pantai pada setiap tahunnya :



Gambar 3. Contoh Transek Perpindahan Garis Pantai

3.5.2.4 Tunggang pasang Surut Rata-rata

Data pasang surut yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data pasang surut tahun 2012 dan 2013 yang diperoleh dari Instansi BMKG dan pengolahan datanya akan dilakukan menggunakan metode Admiralty untuk menganalisis data pasang surut.

Pengolahan data pasang surut yang dilakukan dengan metode Admiralty bertujuan untuk menghasilkan nilai tunggang pasang surut rata-rata yang dihitung dari rata-rata perbedaan pasang tertinggi dan surut terendah di wilayah kajian pada kurun waktu tersebut.

$$TR = HWL - LWL$$

Keterangan :

TR = *Tidal Range* (tunggang pasang surut)

HWL = *Highest Water Level* (air pasang tertinggi)

LWL = *Lowest Water Level* (air surut terendah).

3.5.2.5 Data Tinggi Gelombang Signifikan

Data tinggi gelombang diperoleh dari BMKG, data tersebut merupakan data *time series* selama 2 tahun yaitu tahun 2012 dan 2013. Data *time series* yang telah diperoleh dilakukan perhitungan tinggi gelombang datang (H_0). Nilai tinggi gelombang (H) menggunakan nilai tinggi gelombang H 1/100 yang merupakan rerata tinggi gelombang yang terjadi pada tiap satu jam pengukuran. Selanjutnya dilakukan *filter* data tinggi gelombang H 1/100 dengan cara mensortir data dari yang nilai terbesar ke nilai terkecil, hal ini untuk mempermudah dalam melakukan perhitungan tinggi signifikan gelombang (H_s). Setelah data tinggi gelombang tersortir selanjutnya dilakukan pengambilan data yang akan digunakan dalam perhitungan tinggi signifikan gelombang (H_s), dimana tinggi signifikan gelombang (H_s) merupakan rata-rata dari 1/3 keseluruhan gelombang yang terjadi selama lima tahun. Berikut adalah rumus perhitungannya :

$$H_{\frac{1}{3}} = \frac{1}{3} \times \text{jumlah data } (H_{\frac{1}{100}})$$

$$H_s = \frac{\sum_{i=1}^n H_{\frac{1}{100}}}{n} \quad \text{yang diperoleh dari } H_{\frac{1}{3}}$$

Keterangan :

H_s : Tinggi signifikan gelombang sebagai tinggi gelombang datang.

$H_{\frac{1}{100}}$: Nilai tinggi gelombang yang terjadi pada pengukuran data BMKG

$H_{\frac{1}{3}}$: $\frac{1}{3}$ data dari keseluruhan data tinggi gelombang yang diperoleh

3.6 Perhitungan Kerentanan Pesisir di Pesisir Kabupaten Lamongan

Pembuatan hasil akhir dari pengolahan data kerentanan fisik pesisir yang berupa peta kerentanan pesisir Kabupaten Lamongan diperoleh dengan penggabungan dari pengolahan parameter fisik yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu geomorfologi, perubahan garis pantai, pengolahan elevasi/ketinggian, kisaran pasang surut dan tinggi gelombang.

Nilai kerentanan pesisir yang diperoleh dari perhitungan tersebut diklasifikasikan menurut tingkat kerentanan yang terjadi (Tabel 7), lalu hasil klasifikasi tersebut akan disajikan dalam bentuk peta kerentanan pesisir Kabupaten Lamongan yang dilakukan pada software ArcGIS 9.3.9.3

Penentuan skor untuk masing-masing variabel dan perhitungan indeks kerentanan pesisir ditunjukkan dalam tabel berikut :

Tabel 6. Parameter Fisik Kerentanan Pesisir

No	Parameter	Bobot (Xn)	Nilai Kerentanan (Wn)				
			Tidak Rentan	Kurang Rentan	Sedang	Rentan	Sangat Rentan
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Perubahan garis pantai (m/thn)	0,25	> 2,0 Akresi	1,0 – 2,0 Akresi	-1 – 1 Stabil	-1 – (-2) Abrasi	< -2,0 Abrasi
2	Elevasi (m)	0,35	> 30,1	20,1 - 30	10,1 - 20	5,1 - 10	0 - 5
3	Tinggi Gelombang (m)	0,29	< 0,5	0,5-1	1-1,5	1,5-2	> 2
4	Tanggung Pasut Rata-rata (m)	0,11	< 0,5	0,5-1	1-1,5	1,5-2	> 2

Sumber : Duriyapong, 2011.



Penentuan nilai bobot didapatkan dari perhitungan yang dilakukan oleh Duriyapong (2011), adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Penentuan nilai bobot (parameter fisik)

Parameter	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Bobot
Elevasi	0.51	0.54	0.08	0.25	0.35
Pasang Surut	0.05	0.10	0.04	0.25	0.11
Gelombang	0.28	0.09	0.55	0.25	0.29
Garis Pantai	0.17	0.27	0.31	0.25	0.25

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kerentanan pesisir (Duriyapong, 2011) adalah :

$$CVI = \sum (w_1x_1) + (w_2x_2) + (w_3x_3) + (w_4x_4)$$

Keterangan :

IKP = Indeks Kerentanan Pesisir

W1 = Nilai perubahan garis pantai X1 = Bobot perubahan garis pantai

W2 = Nilai kemiringan pantai X2 = Bobot kemiringan pantai

W3 = Nilai tinggi gelombang X3 = Bobot tinggi gelombang

W4 = Nilai kisaran pasang surut X4 = Bobot kisaran pasang surut

Nilai indeks kerentanan pesisir yang diperoleh dari perhitungan tersebut diklasifikasi menurut tingkat kerentanan yang terjadi, yaitu:

Tabel 8. Klasifikasi Kerentanan Pesisir

IKP	1	2	3	4	5
Kerentanan	Sangat Tidak Rentan	Tidak rentan	sedang	rentan	Sangat rentan

Sumber : Doukakakis dalam Wahyudi, (2009)



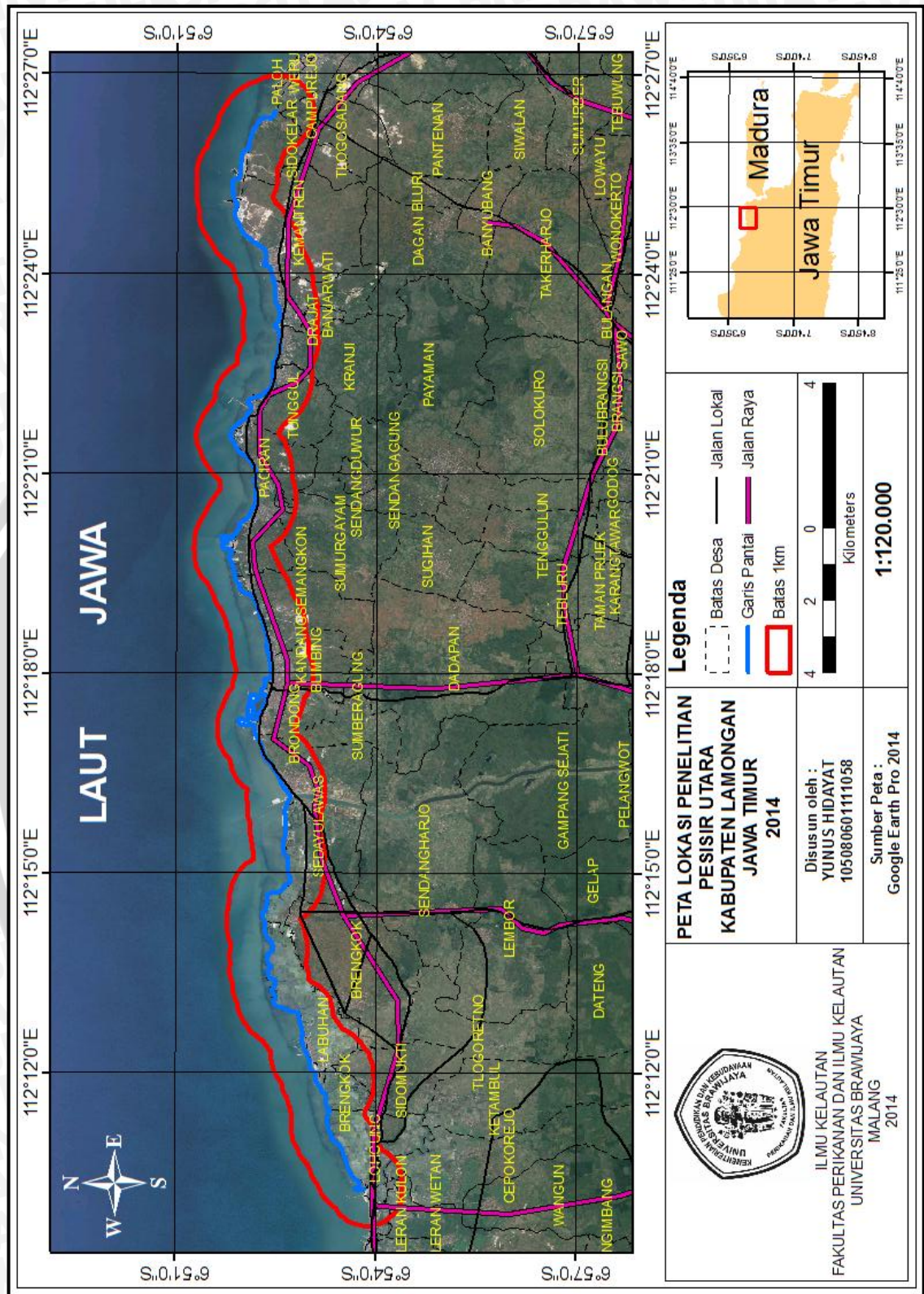
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Batas Daerah Penelitian

Pembuatan peta batas daerah penelitian ini bertujuan untuk membatasi wilayah kajian penelitian di pesisir. Berdasarkan pada salah satu tujuan untuk penelitian yaitu untuk mengetahui nilai kerentanan pesisir, yang memerlukan luas wilayah yang sama guna untuk dilakukan metode tumpang tindih (*overlay*) dari setiap parameter untuk mendapatkan hasil dari kerentanan pesisir, sehingga ditetapkan jarak atau batas wilayah pesisir sejauh 1km dari garis pantai, hal ini ditetapkan karena wilayah laut yang mendapat dampak dari dataran berjarak ± 1 km dan jarak terpendek dari salah satu desa (Desa Brengkok) hanya memiliki jarak ± 1 km dari garis pantai. Pemilihan batasan ± 1 km ini berprinsip pada batas tegak lurus pantai yang menggunakan batas administrasi kelurahan yang berada di pinggir pantai, sehingga jika ditentukan melebihi dari ± 1 km akan melebihi panjang Desa Brengkok yang hanya memiliki jarak ± 1 km dari garis pantai.

Penetapan jarak ± 1 km ini juga sudah dapat mencakup seluruh jenis tutupan lahan yang diperlukan dalam penelitian ini, diantaranya yaitu bangunan pantai, pantai berpasir, dataran alluvial, rawa payau, ertuari; lagun; delta.

Peta batasan daerah penelitian yang berjarak 1km dari garis pantai kearah dataran dan kearah lautan disajikan pada gambar berikut:



Gambar 4. Batasan Wilayah Kajian Penelitian

4.2 Geomorfologi

Berdasarkan identifikasi dari citra landsat 8 dengan tanggal perekaman 20 Juni 2014, jenis tutupan lahan pesisir lamongan yang dibatasi dengan jarak 1km dari garis pantai ke arah dataran dan ke arah lautan dikelompokkan menjadi 5 tipe ekologi, diantaranya yaitu :

Tabel 9. Hasil pengkelasan parameter Geomorfologi

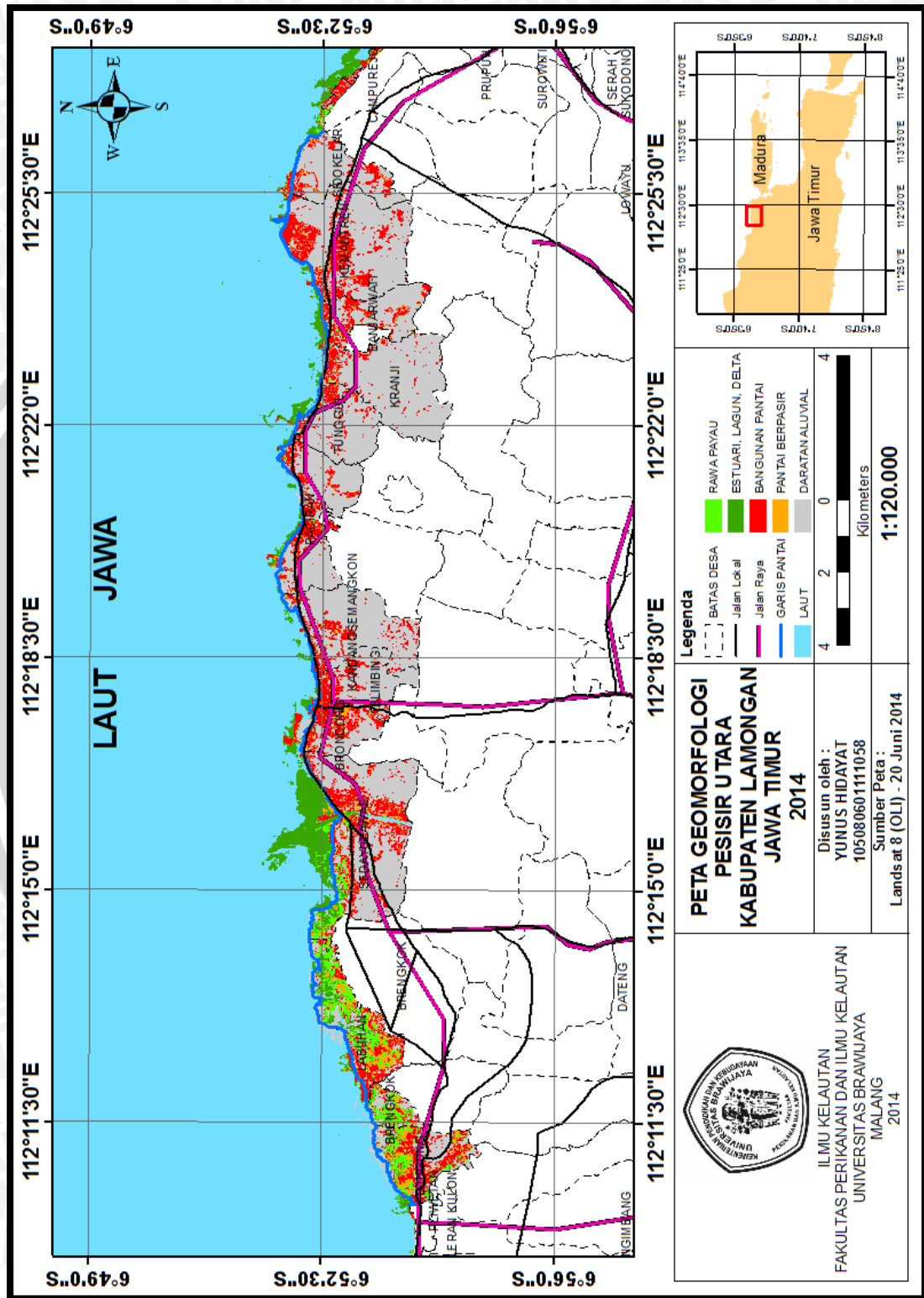
No.	Ekologi	Luas (Ha)	Presentase (%)	Kelas Kerentanan
1	Dataran Alluvial	1714,23	44,44	Sedang
2	estuari; lagun;delta	485,55	41,65	Rentan
3	bangunan pantai	1120,95		
4	rawa payau	341,28	13,9	Sangat Rentan
5	pantai berpasir	194,94		
Total		3856,95	100	

Pengolahan parameter geomorfologi berdasarkan citra Landsat 8 menunjukkan bahwa geomorfologi pesisir Lamongan didominasi secara berurutan oleh dataran alluvial, bangunan pantai, estuari, rawa payau dan yang terakhir adalah pantai berpasir.

Berdasarkan tabel 6, Klasifikasi geomorfologi pesisir Lamongan menurut kriteria IKP dapat digolongkan kedalam kelas kerentanan sedang sebesar 44,44% dari total luasan dataran alluvial, kelas kerentanan rentan sebesar 41,65% dari total luasan bangunan pantai dan daerah estuari, lagun, dan delta, sedangkan kelas kerentanan sangat rentan sebesar 13,9% dari total luasan rawa payau dan pantai berpasir.

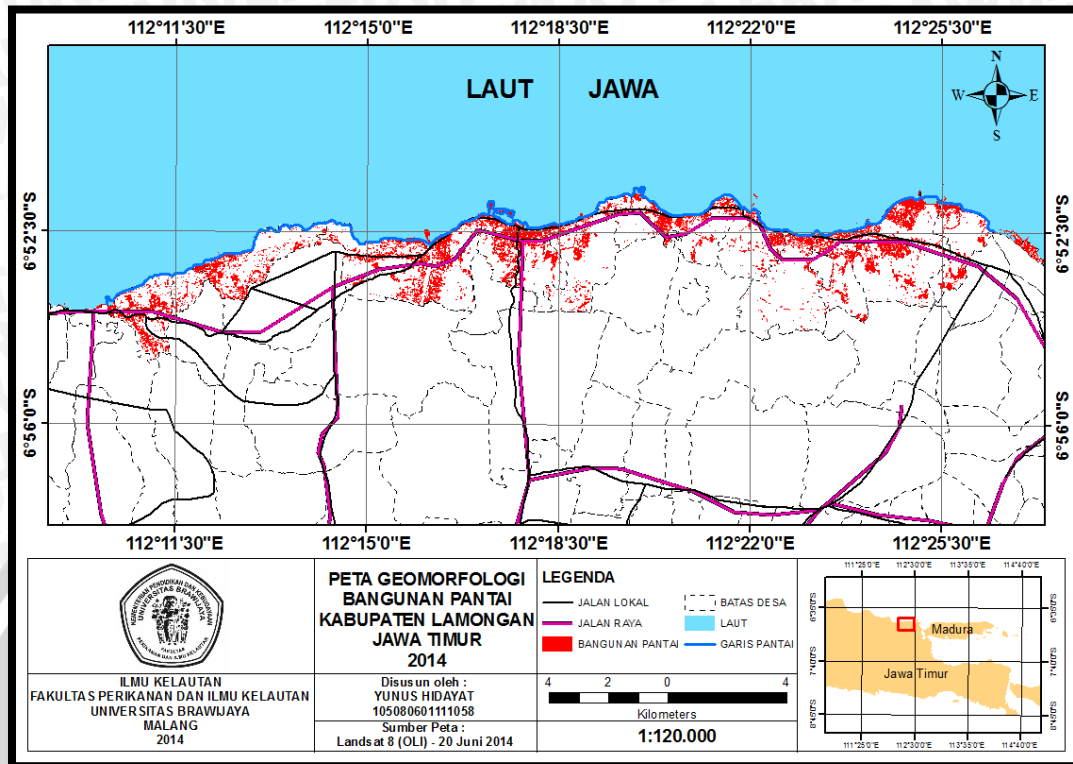
Menurut Gornitz (1991), Parameter geomorfologi sangat erat kaitannya antara tipe dari geomorfologi dan daya tahan terhadap erosi. Batuan memiliki daya tahan terhadap erosi yang lebih besar daripada tipe yang lain. Daya tahan terhadap erosi dipengaruhi oleh komposisi mineral dan ukuran butiran.

Peta formasi geomorfologi berdasarkan dari setiap tipe ekologinya akan disajikan pada gambar berikut :



Gambar 5. Formasi geomorfologi berdasarkan tipe ekologi

Peta ekologi dari Bangunan Pantai :



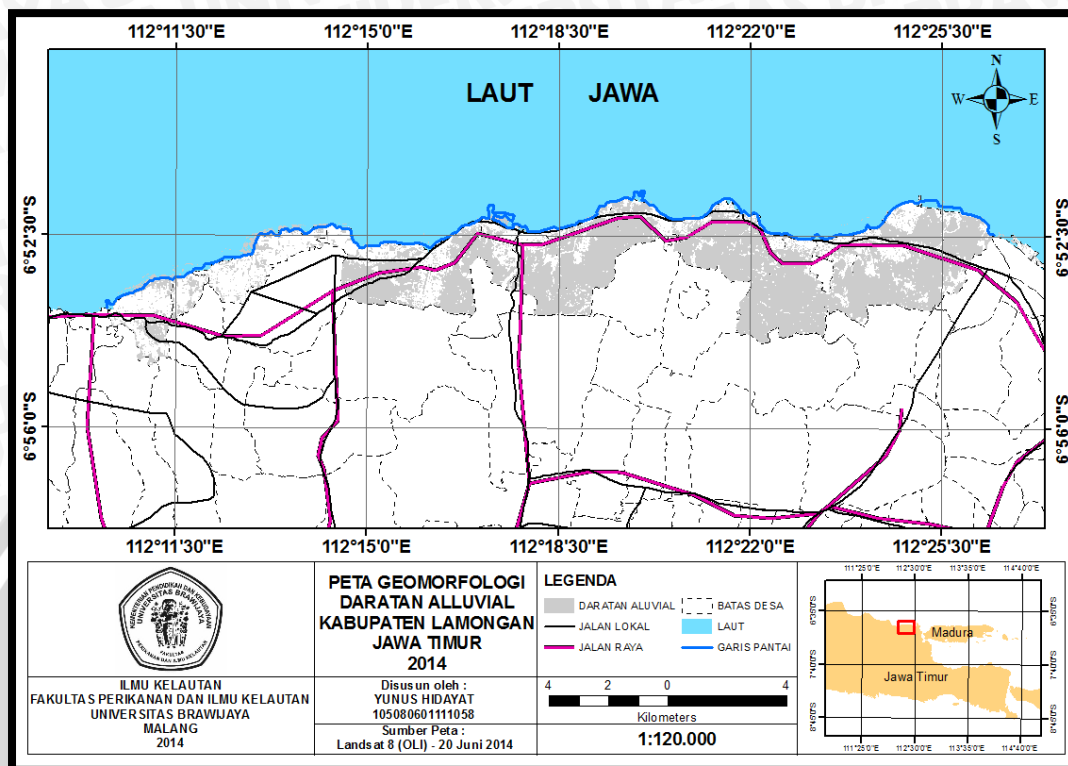
Gambar 6. Ekologi dari bangunan pantai



Gambar 7. Bangunan pantai di Desa Labuhan dan Desa Brondong

Bangunan pantai yang ada di pesisir Lamongan, yaitu gudang perlengkapan kapal yang berada di Desa Labuhan dan TPI Brondong yang berada di Desa Brondong. Bangunan pantai termasuk kedalam kelas kerentanan rentan karena dapat menyebabkan perubahan arah gelombang dan arus sehingga memberikan dampak pada wilayah di sekitarnya berupa pengendapan angkutan sedimen yang terbawa oleh arus.

Peta ekologi dari Dataran Alluvial :



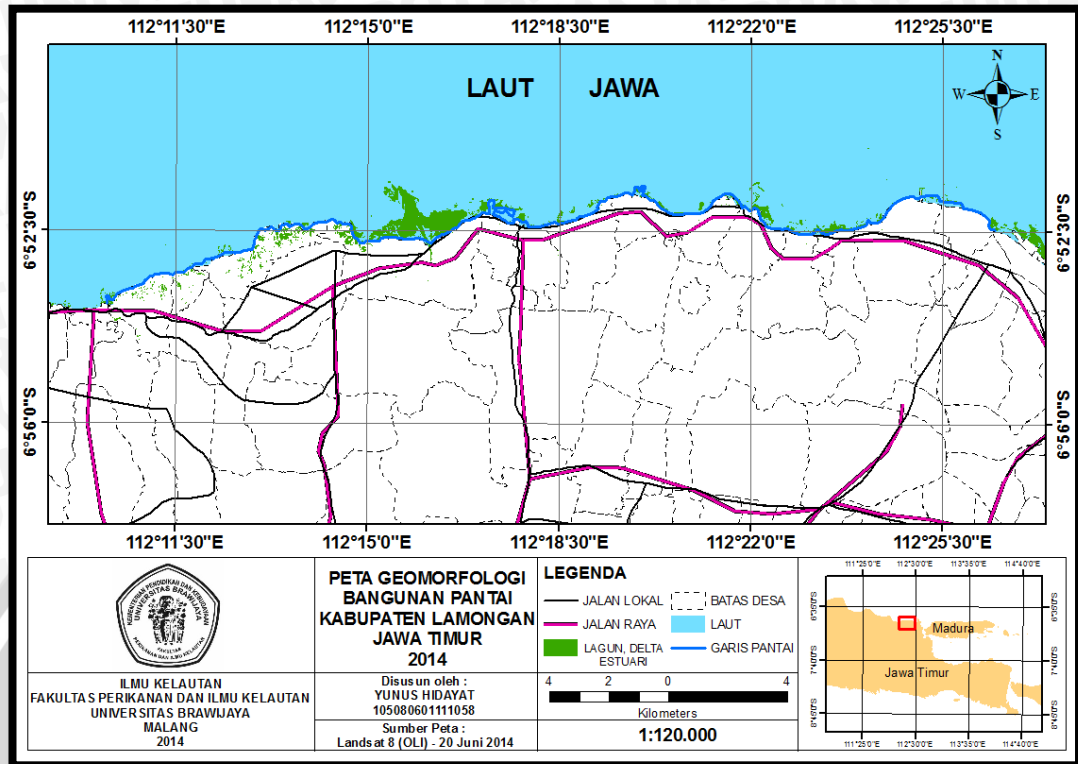
Gambar 8. Ekologi dari dataran alluvial



Gambar 9. Dataran alluvial di Desa Labuhan dan Desa Brondong

Dataran alluvial yang ada di pesisir Lamongan, yaitu tambak garam yang berada di Desa Brengkok dan Tambak udang yang berada di Desa Lohgung. Dataran alluvial termasuk kedalam kelas kerentanan sedang karena wilayahnya tidak berhadapan secara langsung dengan aktifitas air laut seperti gelombang dan arus.

Peta ekologi dari Estuari, Lagun, Delta :



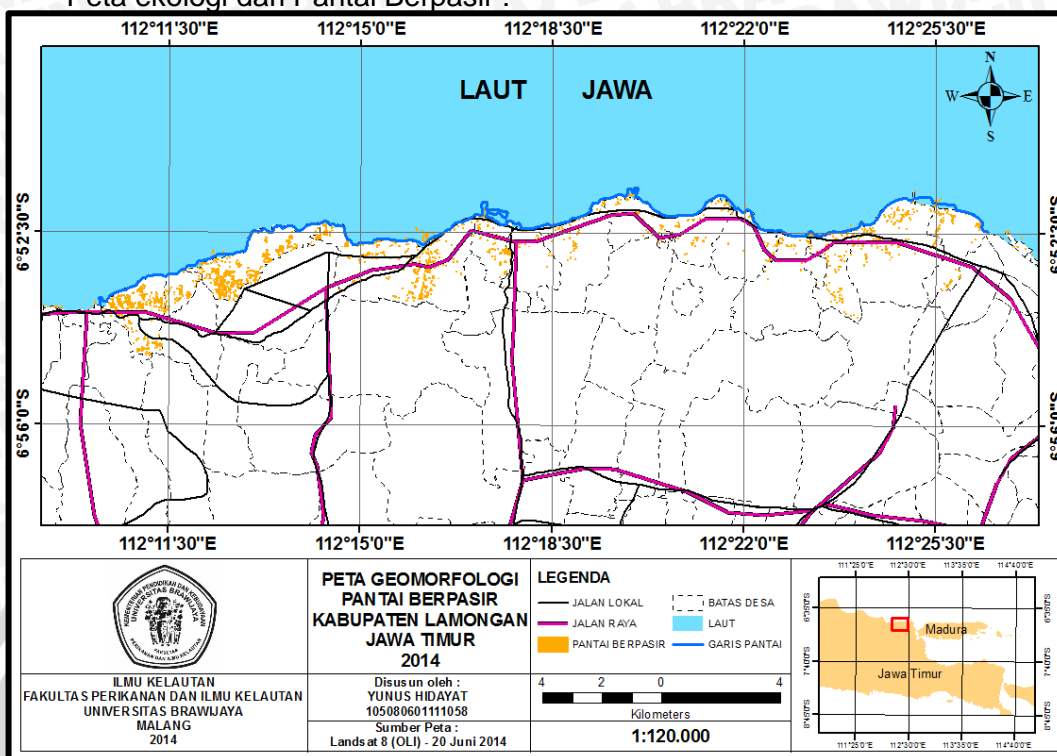
Gambar 10. Ekologi dari estuari, lagun, delta



Gambar 11. Daerah estuari yang berada di Desa Brengkok dan Desa Tunggul

Daerah estuari yang berada di wilayah mangrove di Desa Brengkok dan sungai yang berada di Desa Sedayulawas. Estuari termasuk kedalam kelas kerentanan rentan karena merupakan wilayah yang memiliki relief yang rendah dan masih dipengaruhi aktifitas air laut.

Peta ekologi dari Pantai Berpasir :



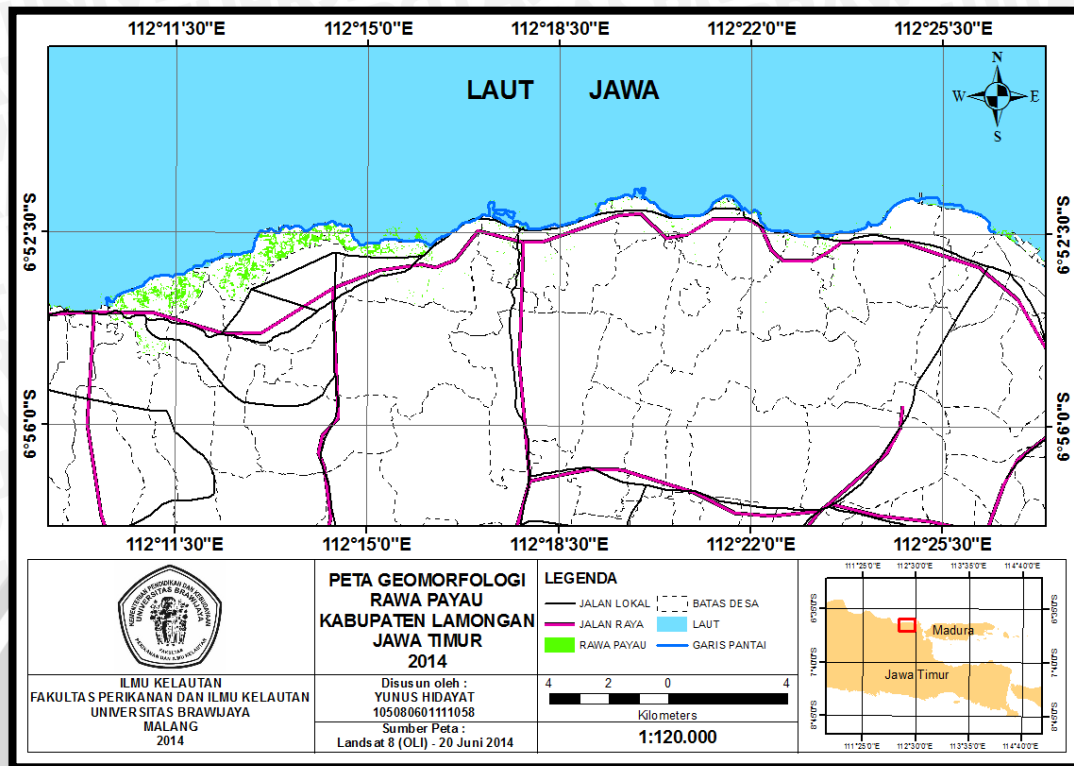
Gambar 12. Ekologi dari pantai berpasir



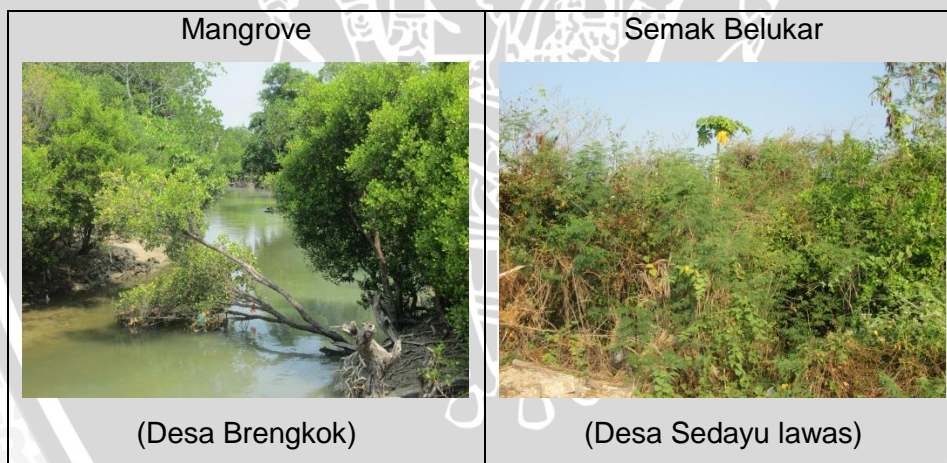
Gambar 13. Pantai berpasir yang berada di di Desa Sidokelar dan Desa Kemantren

Pantai berpasir yang ada di pesisir Lamongan, yaitu wilayah pantai yang berada di Desa Sidokelar dan reklamasi pantai yang berada di Desa Kemantren. Pantai berpasir termasuk kedalam kelas kerentanan sangat rentan karena merupakan wilayah yang memiliki relief yang rendah dan tekstur yang mudah terkikis jika terkena dampak dari aktifitas laut seperti gelombang.

Peta ekologi dari Rawa Payau :



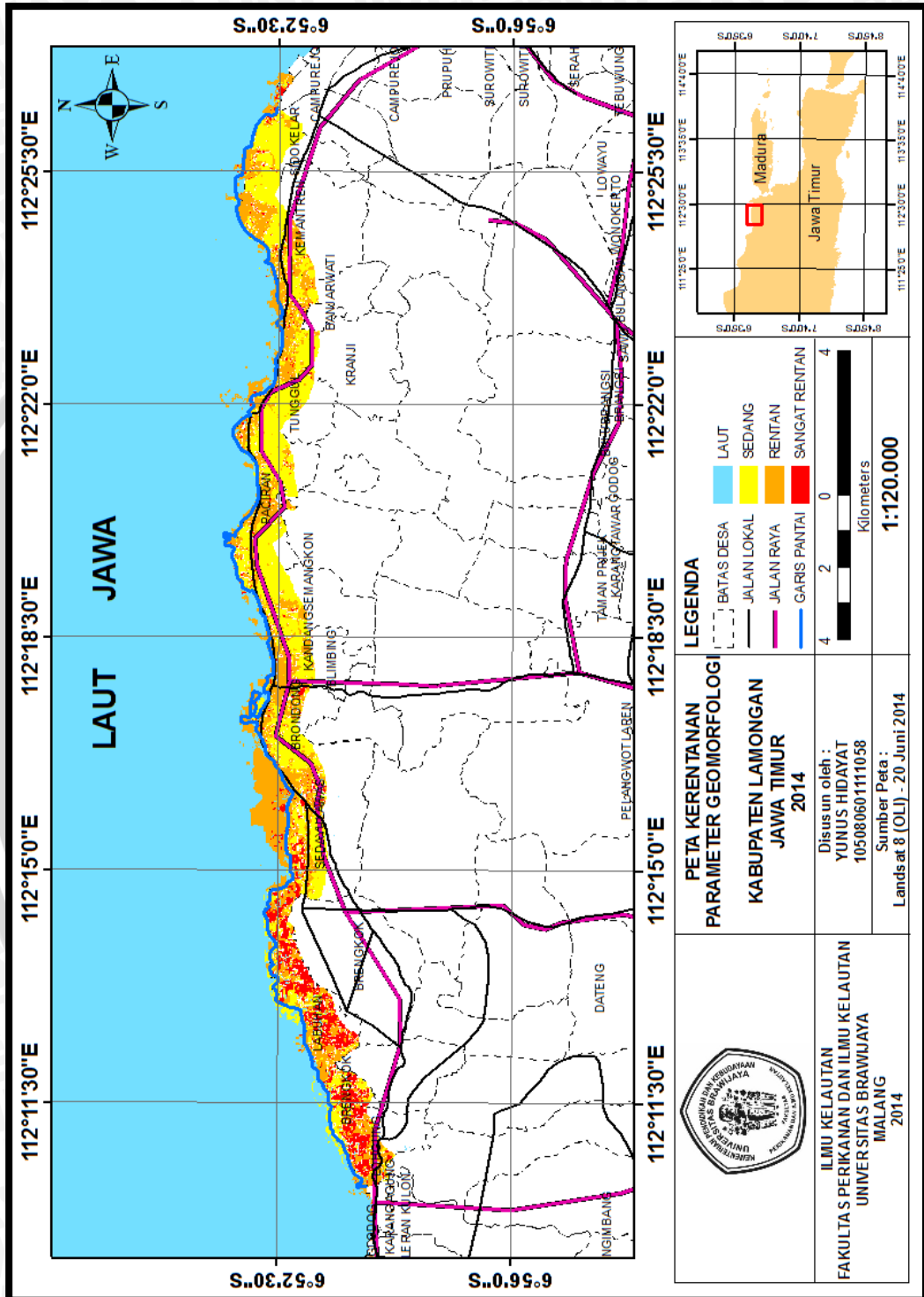
Gambar 14. Ekologi dari rawa payau



Gambar 15. Rawa payau yang berada di Desa Brengkok dan Desa Sedayu lawas

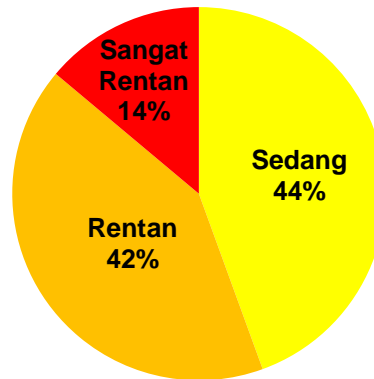
Daerah rawa payau yang ada di pesisir Lamongan, yaitu wilayah mangrove yang berada di Desa Brengkok dan semak belukar yang berada di Desa Sedayu Lawas. Rawa payau termasuk kedalam kelas kerentanan sangat rentan karena merupakan wilayah yang memiliki relief rendah dan berhubungan langsung dengan aktifitas air laut seperti pasang surut dan gelombang.

Berikut adalah peta dari klasifikasi kerentanan pesisir berdasarkan parameter geomorfologi:



Gambar 16. Kelas kerentanan berdasarkan parameter geomorfologi

Geomorfologi



Gambar 17. Kelas area kerentanan geomorfologi

Berdasarkan dari peta tersebut dapat diketahui yaitu tingkat kerentanan sedang berwarna kuning sekitar 44,44% dikarenakan sebagian besar wilayah pesisir Lamongan berupa dataran alluvial, kerentanan rentan berwarna jingga sekitar 41,65% yang didapatkan dari luasan bangunan pantai dan estuari, lagun, delta, sedangkan kerentanan sangat rentan berwarna merah sekitar 13,9% yang berada sebagian besar di wilayah Desa Lohgung, Brengkok, Labuhan dan Sedayulawas dikarenakan pada wilayah ini banyak terdapat wilayah rawa payau dan juga pantai berpasir.

4.3 Perubahan Garis Pantai

Hasil analisis perubahan garis pantai dengan menggunakan citra landsat dengan tahun perekaman 2002 dan 2014 memperlihatkan bahwa di pesisir Lamongan telah terjadi erosi dan akresi. Berdasarkan dari hasil tumpang tindih antara citra Landsat tahun 2002 dan 2014 didapatkan hasil luasan erosi sebesar -16,1 ha dan akresi 74,1 ha.

4.3.1 Erosi

Berikut adalah hasil dari pengolahan data citra Landsat tahun 2002 dan 2014 yang diolah menjadi data perubahan garis pantai berupa erosi menggunakan metode EPR, adalah sebagai berikut :

Tabel 10. Perhitungan transek pada daerah erosi

No	Erosi/Unit (Desa) (m)			
	1 (Brengkok)	2 (Tunggul)	3 (Kranji)	4 (Kemantren)
1	-156,48	-48,38	-24,98	-36,39
2	-207,65	-65,27	-120,43	-128,66
3	-172,51	-106,35	-161,46	-166,67
4	-126,04	-135,51	-110,62	-127,45
5	-86,31	-17,32	-47,29	-57,00
jumlah	-749,00	-372,82	-464,77	-516,17
L/N	-149,80	-74,56	-92,95	-103,23
(L/N) / Y	-12,48	-6,21	-7,75	-8,60
Vc	-8,76 m			

Berikut adalah hasil dari pengkelasan berdasarkan dari perhitungan nilai perpindahan garis pantai pada wilayah erosi:

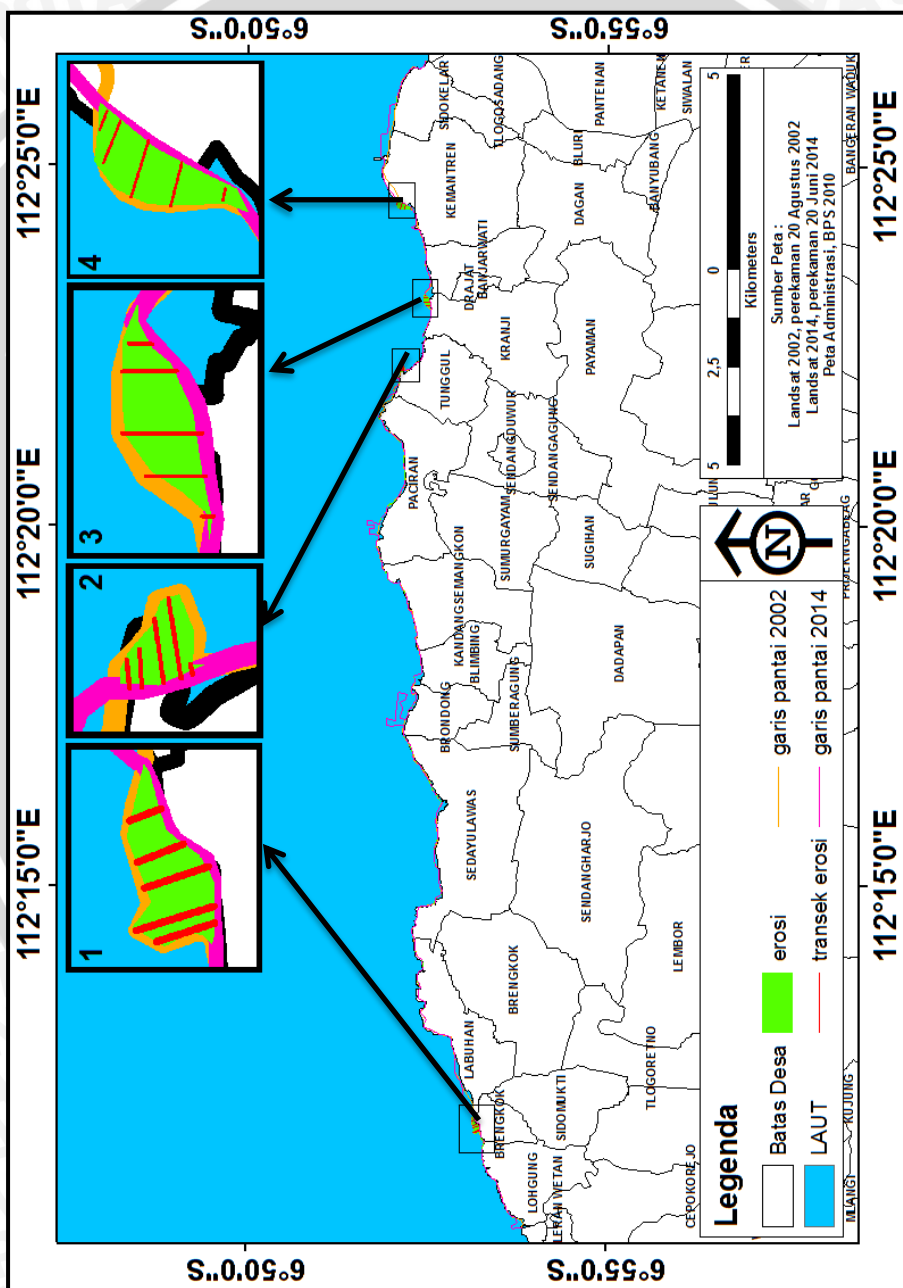
Tabel 11. Hasil pengkelasan parameter erosi

No.	Lokasi (Desa)	Luas (Ha)	Erosi (m/thn)	Kelas Kerentanan				
				1	2	3	4	5
1	Brengkok	-5,6	-12,48					5
2	Tunggul	-1,2	-6,21					5
3	Kranji	-3,6	-7,75					5
4	Kemantren	-5,6	-8,6					5
total		-16,1	-8,76	5				

Analisa perubahan garis pantai berdasarkan pengolahan citra landsat 2002 dan 2014 menunjukkan daerah pesisir Lamongan mengalami erosi sebesar -16,1 ha, untuk pengolahan lebih lanjut wilayah erosi tersebut dibagi kedalam satuan unit untuk mengetahui laju erosi pertahun. Satuan unit pertama yang terletak di pesisir desa Brengkok memiliki laju erosi sebesar -12,48 m/tahun, unit kedua berada pada desa Tunggul memiliki laju erosi sebesar -6,21 m/tahun, unit ketiga yang terletak di pesisir desa Kranji memiliki laju erosi sebesar -7,75 m/tahun, dan unit keempat terletak pada desa Kemantren memiliki laju erosi sebesar -8,6 m/tahun. Hasil yang didapatkan dari semua unit analisis dapat diketahui bahwa laju erosi di pesisir Lamongan sebesar -8,76 m/tahun.

Berdasarkan pada klasifikasi parameter fisik perubahan garis pantai menurut Duriyapong (2011), erosi yang terjadi di pesisir lamongan sebesar - 8,76 m/tahun ini termasuk kedalam kelas kerentanan sangat rentan dikarenakan melebihi dari -2m/tahun berdasarkan nilai pembobotan pada setiap variabel fisik pesisir.





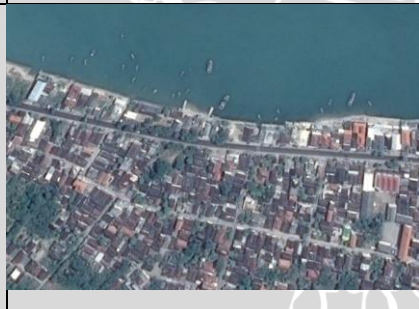



Berikut adalah peta wilayah yang mengalami erosi :



Gambar 18. Area pesisir yang mengalami erosi pada tahun 2002 - 2014

Berikut adalah kenampakan lokasi terjadinya area erosi berdasarkan kenampakan dari citra Google Earth Pro dengan kenampakan sebenarnya :

Tabel 12. Kenampakan area erosi pada pesisir Lamongan

No	Lokasi Akresi	Kenampakan Citra Google Earth Pro	Kenampakan Sebenarnya	Keterangan
1	Brengkok			Pantai dan Mangrove
2	Tunggul			Pantai dan Pemukiman
3	Kranji			Pemukiman
4	Kemantren			pantai

4.3.2 Akresi

Pesisir Lamongan juga mengalami penambahan garis pantai (akresi) sebesar 74,1 ha, untuk pengolahan lebih lanjut wilayah akresi tersebut dibagi kedalam delapan satuan unit untuk mengetahui laju akresi pertahun.

Berikut adalah hasil dari pengolahan data citra Landsat tahun 2002 dan 2014 yang diolah menjadi data perubahan garis pantai berupa akresi menggunakan metode EPR, adalah sebagai berikut :

Tabel 13. Perhitungan transek pada daerah yang terjadi akresi

No	akresi/unit (Desa) (m)							
	1 (Lohgung)	2 (Labuhan)	3 (Brondong)	4 (Paciran)	5 (Paciran)	6 (Tunggul)	7 (Kemantren)	8 (Sidokelar)
1	118,92	77,39	483,17	222,61	65,77	35,22	17,10	108,46
2	297,57	76,94	136,63	252,97	144,21	57,63	68,79	59,48
3	186,03	126,03	98,69	126,48	103,72	70,44	99,59	212,27
4	117,60	105,25	151,80	146,81	139,15	68,30	67,00	111,76
5	37,61	51,60	227,73	306,10	70,83	43,76	19,14	135,32
Total	757,72	437,21	1098,02	1054,97	523,69	275,35	271,62	627,30
L/N	151,54	87,44	219,60	210,99	104,74	55,07	54,32	125,46
(L/N)/Y	12,63	7,29	18,30	17,58	8,73	4,59	4,53	10,45
Vc	10,51 m							

Tabel 14. Hasil pengkelasan parameter akresi

No.	Lokasi (Desa)	Luas (Ha)	Akresi (m/thn)	Kelas Kerentanan				
				1	2	3	4	5
1	Lohgung	4,6	12,63	1				
2	Labuhan	5,8	7,29	1				
3	Brondong	17,6	18,30	1				
4	Paciran	7,8	17,58	1				
5	Paciran	6,1	8,73	1				
6	Tunggul	1,2	4,59	1				
7	Kemantren	1,2	4,53	1				
8	Sidokelar	29,6	10,45	1				
total		74,1	10,51	1				



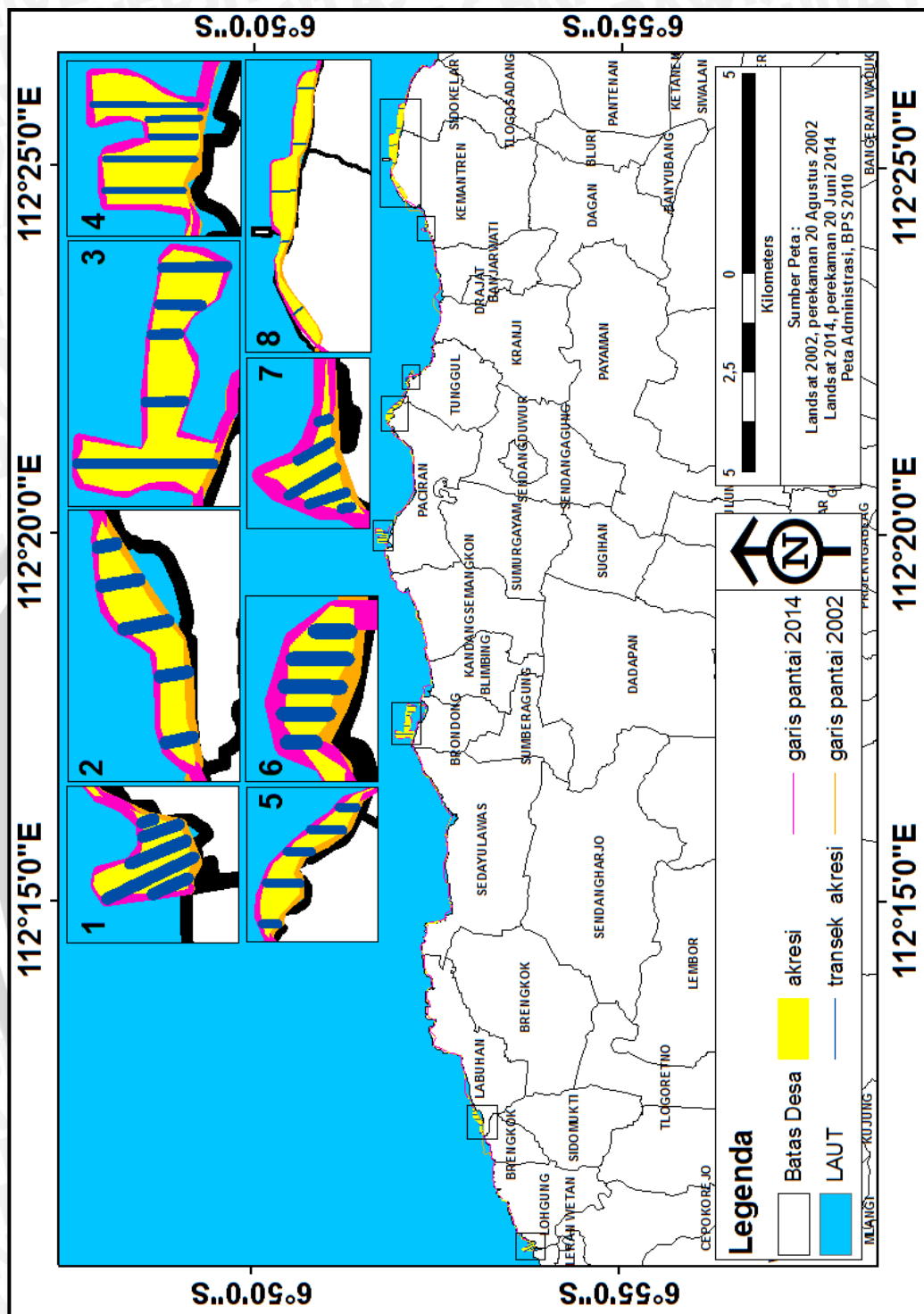
Satuan unit pertama yang terletak pada desa Lohgung memiliki laju akresi sebesar 12,63 m/tahun, unit kedua pada pesisir desa Labuhan sebesar 7,29 m/tahun, unit ketiga pada pesisir desa Brondong sebesar 18,30 m/tahun, unit keempat pada pesisir desa Paciran sebesar 17,58 m/tahun, unit kelima pada pesisir desa Paciran sebesar 8,73 m/tahun, unit keenam pada pesisir desa Tunggul sebesar 4,59 m/tahun, unit ketujuh pada pesisir desa Kemantren sebesar 4,53 m/tahun, dan unit kedelapan pada desa Sidokelar sebesar 10,45 m/tahun. Hasil yang didapatkan dari semua unit analisis dapat diketahui bahwa laju akresi di pesisir Lamongan sebesar 10,51 m/tahun.

Berdasarkan pada parameter fisik perubahan garis pantai menurut Duriyapong (2011), akresi yang terjadi di pesisir lamongan sebesar 10,51 m/tahun ini termasuk kedalam kelas kerentanan sangat tidak rentan dikarenakan melebihi dari 2 m/tahun berdasarkan nilai pembobotan pada setiap variabel fisik pesisir.

Akresi yang sangat tinggi ini disebabkan oleh aktifitas manusia atau secara tidak alami. Penambahan dataran di pesisir lamongan ini disebabkan oleh pembangunan beberapa lokasi seperti pertambangan, industri dan pelabuhan baru.

Berikut adalah peta dari delapan lokasi yang mengalami akresi, akan disajikan pada gambar berikut dibawah ini dengan setiap lokasi diperjelas pada delapan petak kotak didalam peta:





Gambar 19. Area pesisir yang mengalami akresi pada tahun 2002 - 2014

Berikut adalah kenampakan lokasi terjadinya area akresi berdasarkan kenampakan dari citra Google Earth Pro dengan kenampakan sebenarnya :

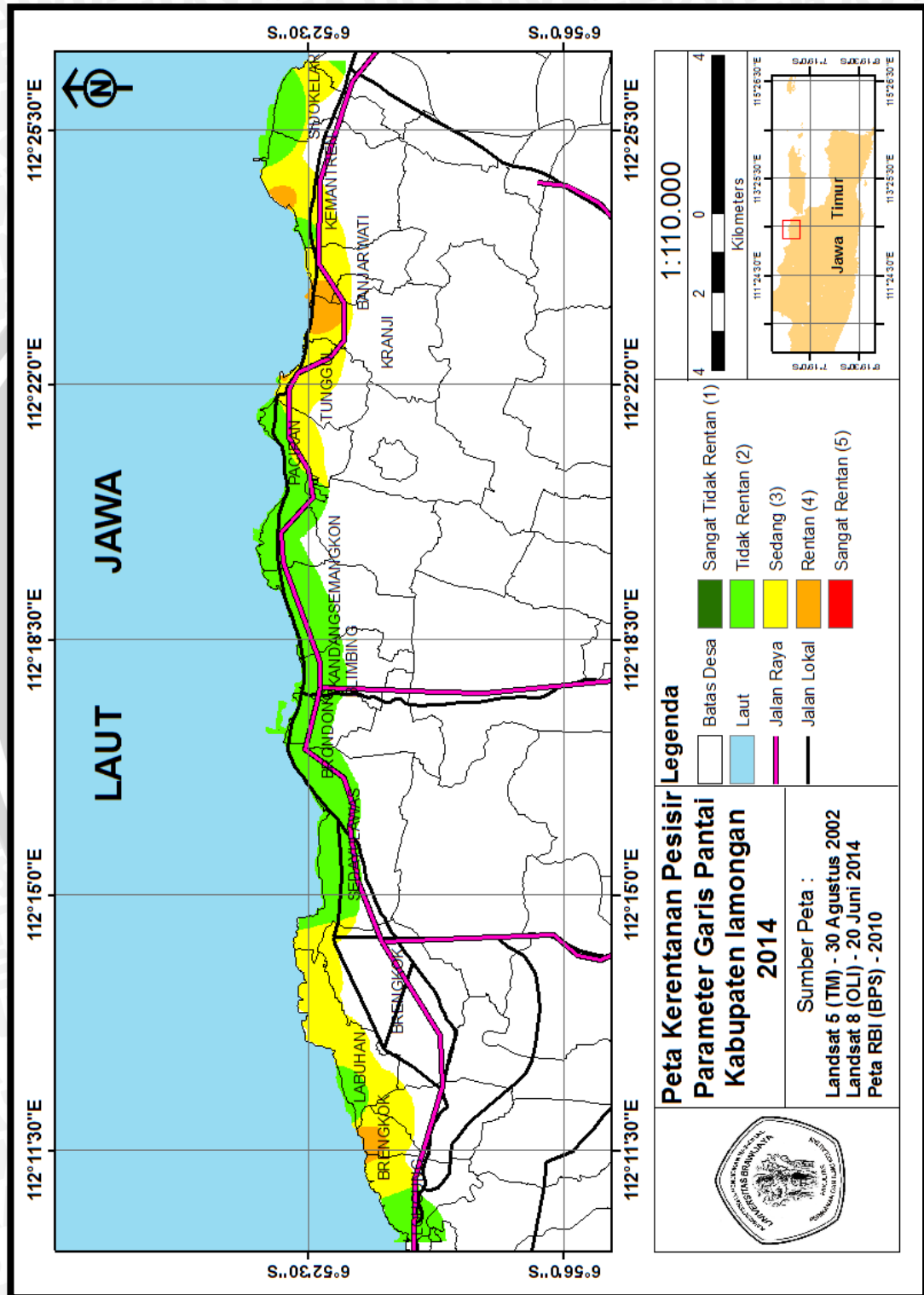
Tabel 15. Kenampakan area akresi pada pesisir Lamongan

N o	Lokasi Akresi	Kenampakan Citra Google Earth Pro	Kenampakan Sebenarnya	Keterangan
1	Lohgung			Pelabuhan
2	Labuhan			Tempat gudang perlengkapan kapal
3	Bron dong			TPI Brondong
4	Paciran			Reklamasi untuk industri

No	Lokasi Akresi	Kenampakan Citra Google Earth Pro	Kenampakan Sebenarnya	Keterangan
5	Paciran			Wisata Bahari Lamongan
6	Tunggul			Bangunan umum, lapangan dan Pemukiman
7	Keman tren			Lamongan Shorebase
8	Sidokelar			PT. DOC

Hasil perhitungan data perubahan garis pantai pesisir Lamongan yang mengalami laju akresi dan akresi lebih dari 2 m/tahun selanjutnya dilakukan

perhitungan menggunakan metode interpolasi untuk mendapatkan nilai kerentanan secara keseluruhan pada wilayah kajian penelitian. Berikut adalah hasil interpolasi dari laju erosi dan akresi di pesisir Lamongan :



Gambar 20. kelas kerentanan parameter perubahan garis pantai

Hasil dari peta kerentanan pesisir berdasarkan parameter perubahan garis pantai adalah sebagai berikut :

Tabel 16. Hasil dari Interpolasi perubahan garis pantai di pesisir Lamongan

No	Desa	Kelas Kerentanan					Luas Kelas (Ha)	Total (Ha)
		1	2	3	4	5		
1	Lohgung		2				125,77	231,2
				3			100,56	
					4		4,86	
2	Brengkok		2				1,04	117,14
				3			73,47	
					4		42,62	
3	Labuhan		2				70,23	425,55
				3			355,31	
4	Sedayu lawas		2				495,09	548,36
				3			53,26	
5	Brondong	1					0,02	153,31
			2				153,28	
6	Blimbing		2				131,67	131,67
7	Kondang Semangkon		2				250,87	250,87
8	Paciran		2				339,56	461,02
				3			121,46	
9	Tunggul		2				1,9	199,14
				3			195,06	
					4		2,16	
10	Kranji			3			43,33	108,55
					4		65,08	
						5	0,02	
11	Banjarwati		2				0,08	115,46
				3			89,5	
					4		25,87	
12	Kemantren		2				87,7	339,98
				3			223,21	
					4		29,05	
13	Sidokelar		2				122,48	198,95
				3			76,4	
Total (Ha)		0,02	1779,7	1331,6	169,64	0,02	3281,2	

Analisa dari data peta kerentanan parameter garis pantai tersebut menunjukkan bahwa wilayah pesisir Lamongan termasuk ke dalam kelas kerentanan sangat tidak rentan berada pada Desa Brondong ±0,02 ha. Kelas kerentanan tidak rentan berapa pada Desa Lohgung ±125,77 ha, Desa Brengkok ±1,04 ha, Desa Labuhan ±70,23 ha, Desa Sedayu Lawas ± 495,09 ha, Desa Brondong ±153,28 ha, Desa Blimbing ±131,67 ha, Desa Kondang

semangkon ± 250,87 ha, Desa Paciran ±339,56 ha, Desa Tunggul ± 1,9 ha, Desa Banjarwati ±0,08 ha, Desa Kemantren ±87,7 ha, Desa Sidokelar 122,48 ha, dengan total luas kerentanan tidak rentan ±1898,5 ha.

Kelas kerentanan sedang berada pada Desa Lohgung ±100,56 ha, Desa Brengkok ±73,47 ha, Desa Labuhan ±355,31ha, Desa Sedayu Lawas ± 53,26 ha, Desa Paciran ±121,46 ha, Desa Tunggul ±195,06 ha, Desa Kranji ±43,33 ha, Desa Banjarwati ± 89,5 ha, Desa Kemantren ±223,21 ha, Desa Sidokelar ±76,4 ha, dengan total luas kerentanan sedang ±1566,9 ha.

Kelas kerentanan rentan berada pada Desa Lohgung ±4,86 ha, Desa Brengkok ±42,62 ha, Desa Tunggul ±2,16 ha, Desa Kranji ±65,08 ha, Desa Banjarwati ±25,87 ha, Desa Kemantren ±29,05 ha, dengan total luas kerentanan rentan ±184,1 ha. Kelas kerentanan sangat rentan hanya terdapat pada Desa Kranji dengan total luas ±0,02 ha.



Gambar 21. Kelas area kerentanan garis pantai

Aktifitas manusia seperti perikanan budidaya (tambak) yang dibangun pada daerah yang tidak semestinya serta penambangan pasir juga turut serta mempengaruhi bahkan mempercepat proses erosi. Dampak dari aktifitas manusia tersebut dapat menyebabkan erosi dengan kecepatan lebih



dari 2 m/tahun. Setiap tahunnya garis pantai Indramayu mengalami erosi dengan kecepatan 1 sampai dengan 3 m/tahun (Hadikusumah, 2009).

Citra dengan resolusi menengah (20-30 m/pixel) menyediakan akurasi posisi yang cukup baik untuk penerapan aplikasi pemantauan dinamika perubahan garis pantai global. Penggunaan citra resolusi menengah memberikan dua keuntungan utama, yaitu ketersediaan data berseri dan mengurangi biaya apabila dibandingkan dengan data resolusi tinggi (tracking). Namun metode ini masih memiliki kelemahan seperti algoritma yang belum pasti (*not definitive*) dan harus direvisi untuk memperbaiki kesalahan sistematis yang diproyeksikan menuju ke laut (Ruiz et al, 2007).

4.4 Elevasi (Ketinggian)

Kabupaten Lamongan memiliki ketinggian lahan yang berkisar antara 0-300 meter di atas permukaan laut, perbedaan ketinggian ini disebabkan oleh kondisi topografi kabupaten lamongan yang memiliki daerah pegunungan dan daerah pesisir di bagian utara kabupaten lamongan.

Berikut adalah hasil dari pengolahan data Aster GDEM yang digunakan untuk mengukur data ketinggian di pesisir Lamongan :

Tabel 17. Hasil pengkelasan parameter elevasi (Ketinggian)

No.	Desa	Kelas Kerentanan					Luas Kelas (Ha)	Total (Ha)
		1	2	3	4	5		
1	Lohgung			3			14,22	230,11
					4		161,52	
						5	54,36	
2	Brengkok		2				0,16	116,7
				3			12,39	
					4		80,84	
3	Labuhan					5	23,29	423,69
				3			26,29	
					4		270,24	
4	Sedayu Lawas						127,14	544,61
		1					27,4	
			2				22,68	
				3			96,76	
					4		251,58	
					5	146,17		

No.	Desa	Kelas Kerentanan					Luas Kelas (Ha)	Total (Ha)
		1	2	3	4	5		
5	Brondong	1					1,24	152,73
			2				6,12	
				3			45,75	
					4		78,63	
						5	20,97	
6	Blimbing	1					3,14	131,83
			2				21,03	
				3			41,40	
					4		56,27	
						5	9,98	
7	Kondang smangkon	1					56,34	249,51
			2				41,96	
				3			80,34	
					4		59,85	
						5	10,99	
8	Paciran	1					64,06	460,24
			2				93,91	
				3			160,24	
					4		110,78	
						5	31,23	
9	Tunggul	1					37,90	197,69
			2				35,29	
				3			70,02	
					4		52,49	
						5	1,97	
10	Kranji		2				0,06	109,01
				3			30,72	
					4		73,09	
						5	5,14	
11	Banjarwati	1					4,56	114,78
			2				6,45	
				3			30,53	
					4		70,77	
						5	2,44	
12	Kemantren	1					52,15	336,48
			2				55,97	
				3			98,88	
					4		114,4	
						5	15,04	
13	Sidokelar	1					13,52	197,76
			2				24,30	
				3			61,39	
					4		76,83	
						5	21,69	
Total		260,31	307,93	768,93	1457,29	470,41	3265,14	



Analisa dari data peta kerentanan parameter elevasi tersebut menunjukkan bahwa wilayah pesisir Lamongan termasuk ke dalam kelas kerentanan sangat tidak rentan $\pm 260,31$ ha berada pada Desa Sedayu Lawas $\pm 27,4$ ha, Desa Brondong $\pm 1,24$ ha, Desa Blimbing $\pm 3,14$ ha, Desa Kondang Semangkon $\pm 56,34$ ha, Desa Paciran $\pm 64,06$ ha, Desa Tunggul $\pm 37,9$ ha, Desa Banjarwati $\pm 4,56$ ha, Desa Kemantren $\pm 52,15$ ha, Desa Sidokelar $\pm 13,52$ ha, dengan total luas kerentanan sangat tidak rentan $\pm 260,31$ ha.

Kelas kerentanan tidak rentan $\pm 307,93$ ha berada pada Desa Brengkok $\pm 0,16$ ha, Desa Sedayu Lawas $\pm 22,68$ ha, Desa Brondong $\pm 6,12$ ha, Desa Blimbing $\pm 21,03$ ha, Desa Kondang Semangkon $\pm 41,96$ ha, Desa Paciran $\pm 93,91$ ha, Desa Tunggul $\pm 35,29$ ha, Desa Kranji $\pm 0,06$ ha, Desa Banjarwati $\pm 6,45$ ha, Desa Kemantren $\pm 55,97$ ha, Desa Sidokelar $\pm 24,3$ ha, dengan total luas kerentanan tidak rentan $\pm 307,93$ ha.

Kelas kerentanan sedang $\pm 768,93$ ha berada pada desa Desa Lohgung $\pm 14,22$ ha, Desa Brengkok $\pm 12,39$ ha, Desa labuhan $\pm 26,29$ ha, Desa Sedayu Lawas $\pm 96,76$ ha, Desa Brondong $\pm 45,75$ ha, Desa Blimbing $\pm 41,4$ ha, Desa Kondang Semangkon $\pm 80,34$ ha, Desa Paciran $\pm 160,24$ ha, Desa Tunggul $\pm 70,02$ ha, Desa Kranji $\pm 30,72$ ha, Desa Banjarwati $\pm 30,53$ ha, Desa Kemantren $\pm 98,88$ ha, Desa Sidokelar $\pm 61,39$ ha, dengan total luas kerentanan sedang $\pm 768,93$ ha.

Kelas kerentanan rentan $\pm 1457,29$ ha berada pada Desa Lohgung $\pm 161,52$ ha, Desa Brengkok $\pm 80,84$ ha, Desa labuhan $\pm 270,24$ ha, Desa Sedayu Lawas $\pm 251,58$ ha, Desa Brondong $\pm 78,63$ ha, Desa Blimbing $\pm 56,27$ ha, Desa Kondang Semangkon $\pm 59,85$ ha, Desa Paciran $\pm 110,78$ ha, Desa Tunggul $\pm 52,49$ ha, Desa Kranji $\pm 73,09$ ha, Desa Banjarwati $\pm 70,77$

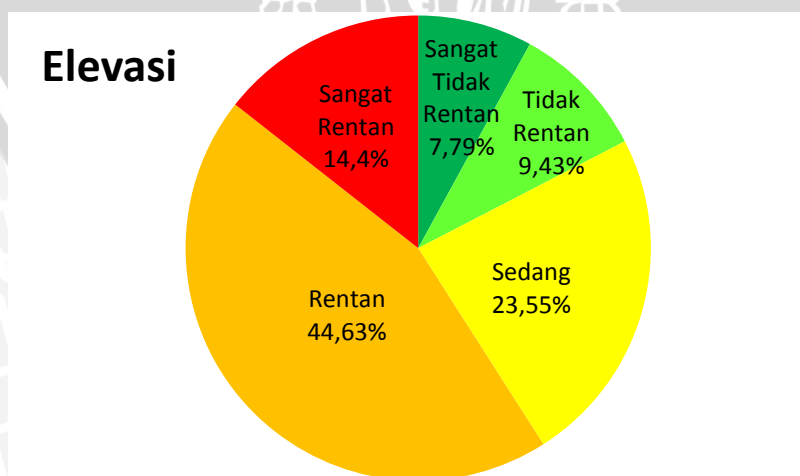
ha, Desa Kemantren ±114,4 ha, Desa Sidokelar ±76,83 ha, dengan total luas kerentanan rentan ±1457,29 ha.

Kelas kerentanan sangat rentan ±470,41 ha berada pada Desa Lohgung ±54,36 ha, Desa Brengkok ±23,29 ha, Desa labuhan ±127,14 ha, Desa Sedayu Lawas ±146,17 ha, Desa Brondong ±20,97 ha, Desa Blimbing ±9,98 ha, Desa Kondang Semangkon ±10,99 ha, Desa Paciran ±31,23 ha, Desa Tunggul ±1,97 ha, Desa Kranji ±5,14 ha, Desa Banjarwati ±2,44 ha, Desa Kemantren ±15,04 ha, Desa Sidokelar ±21,69 ha, dengan total luas kerentanan sangat rentan ±470,41 ha.

Berikut akan disajikan tabel hasil dari pembagian kelas kerentanan untuk parameter data ketinggian, sebagai berikut:

Tabel 18. Tabel hasil pembagian kelas kerentanan untuk parameter data ketinggian

No.	Kelas	Ketinggian (m)	Luas (Ha)	Luas (%)
1	Sangat rentan (5)	0,1 – 5	470,41	14,40
2	Rentan (4)	5,1 – 10	1457,29	44,63
3	Sedang (3)	10,1 – 20	768,93	23,55
4	Tidak rentan (2)	20 – 30	307,93	9,43
5	Sangat tidak rentan (1)	>30	260,31	7,97
Total			3264,87	100

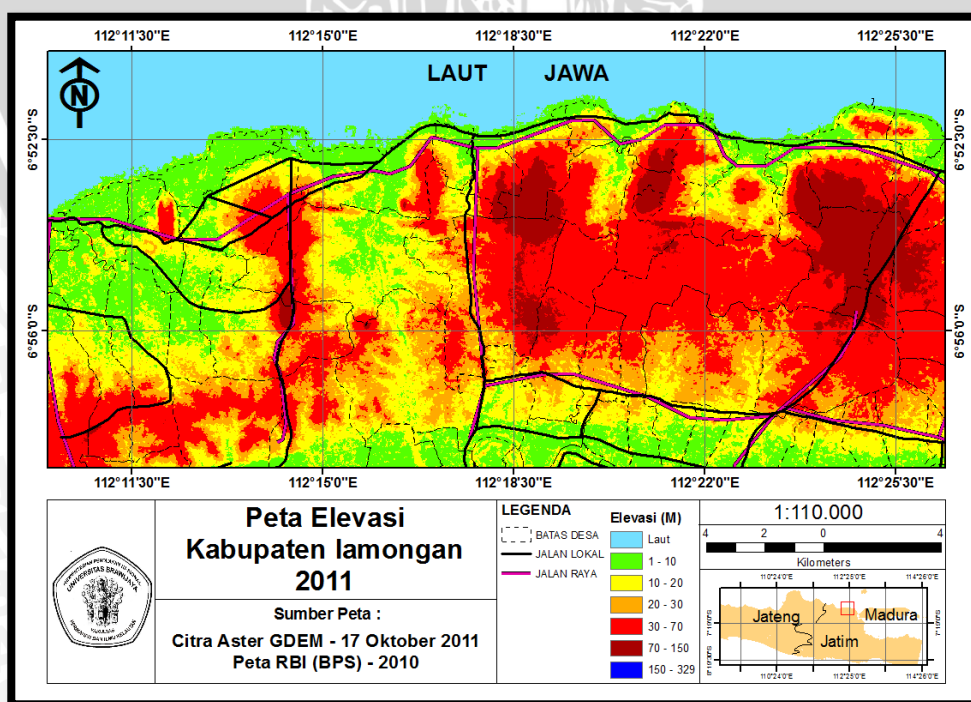


Gambar 22. Kelas area kerentanan elevasi

Pengolahan data ketinggian pada wilayah kajian penelitian menunjukkan bahwa daerah pesisir Lamongan dengan luas $\pm 260,31$ Ha memiliki tingkat resiko sangat tidak rentan; $\pm 307,93$ ha memiliki tingkat resiko tidak rentan; $\pm 768,93$ ha memiliki tingkat resiko sedang; $\pm 1457,29$ ha memiliki resiko rentan dan $\pm 470,41$ ha memiliki resiko sangat rentan. Kondisi tersebut tidak jauh berbeda dengan pesisir utara jawa yang berada di pesisir Banten Utara (Cilegon, Serang dan Tangerang) yang sebagian besar terdiri dari dataran rendah dengan ketinggian ± 5 meter (Sujarwadi, 2010).

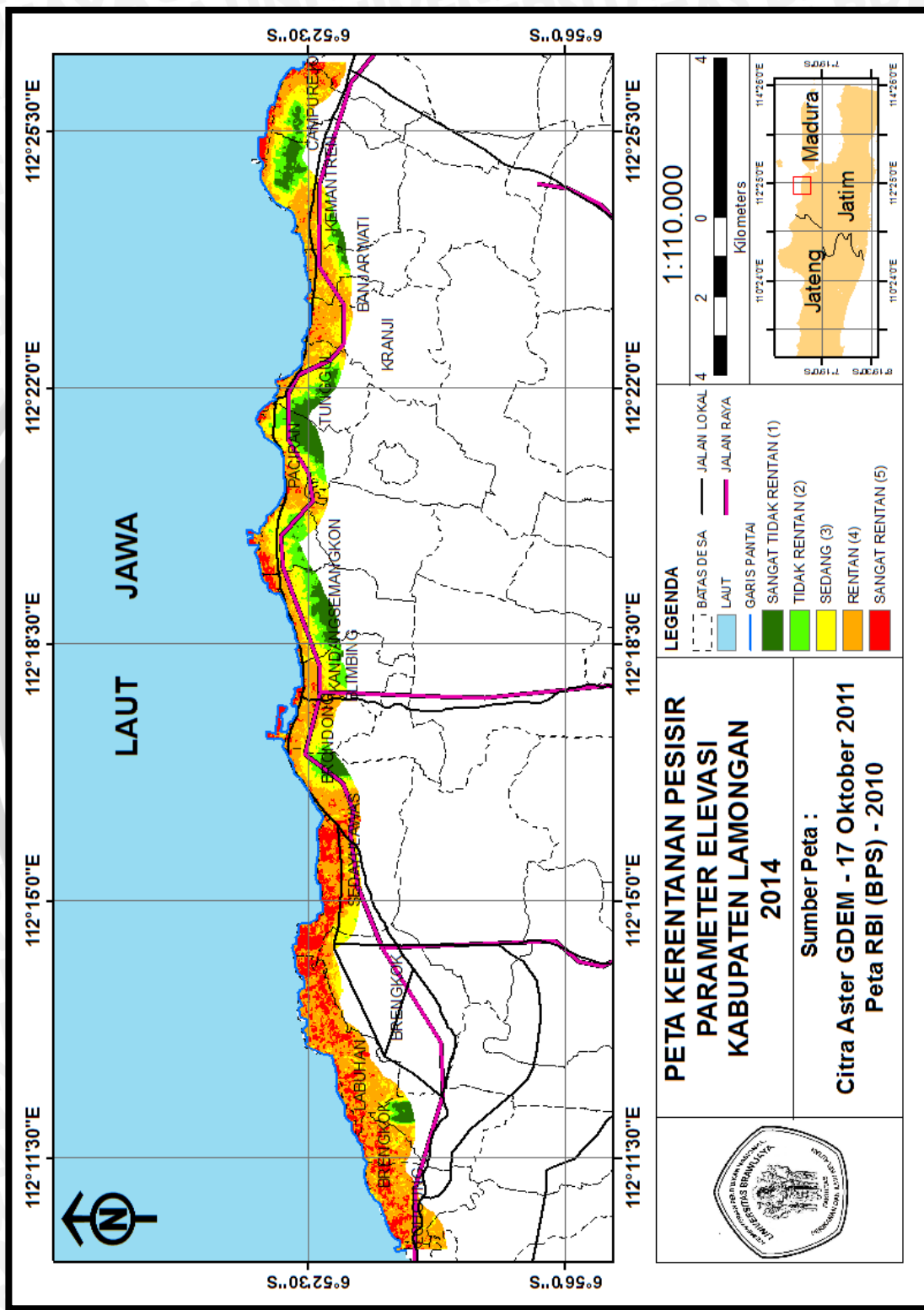
Hal ini tentunya akan sangat berbahaya bagi kondisi pesisir Lamongan terhadap genangan air laut yang diakibatkan oleh ketinggian pasang surut dan kenaikan muka air laut. Genangan yang terjadi dalam waktu tertentu dapat mengganggu persediaan air minum karena tercemar oleh air laut serta dapat mempengaruhi garis pantai suatu pesisir (Dwakarih, 2009).

Berikut adalah peta ketinggian Lamongan berdasarkan data citra Aster GDEM tahun 2011 yang diolah menggunakan program *Global Mapper 14*, adalah sebagai berikut :



Gambar 22. Peta ketinggian pada wilayah Lamongan

Berikut adalah peta kerentanan pesisir parameter elevasi (Ketinggian) pada lokasi penelitian yang akan disajikan pada gambar berikut :



Gambar 23. Kelas kerentanan berdasarkan parameter elevasi

4.5 Tunggang Pasang Surut

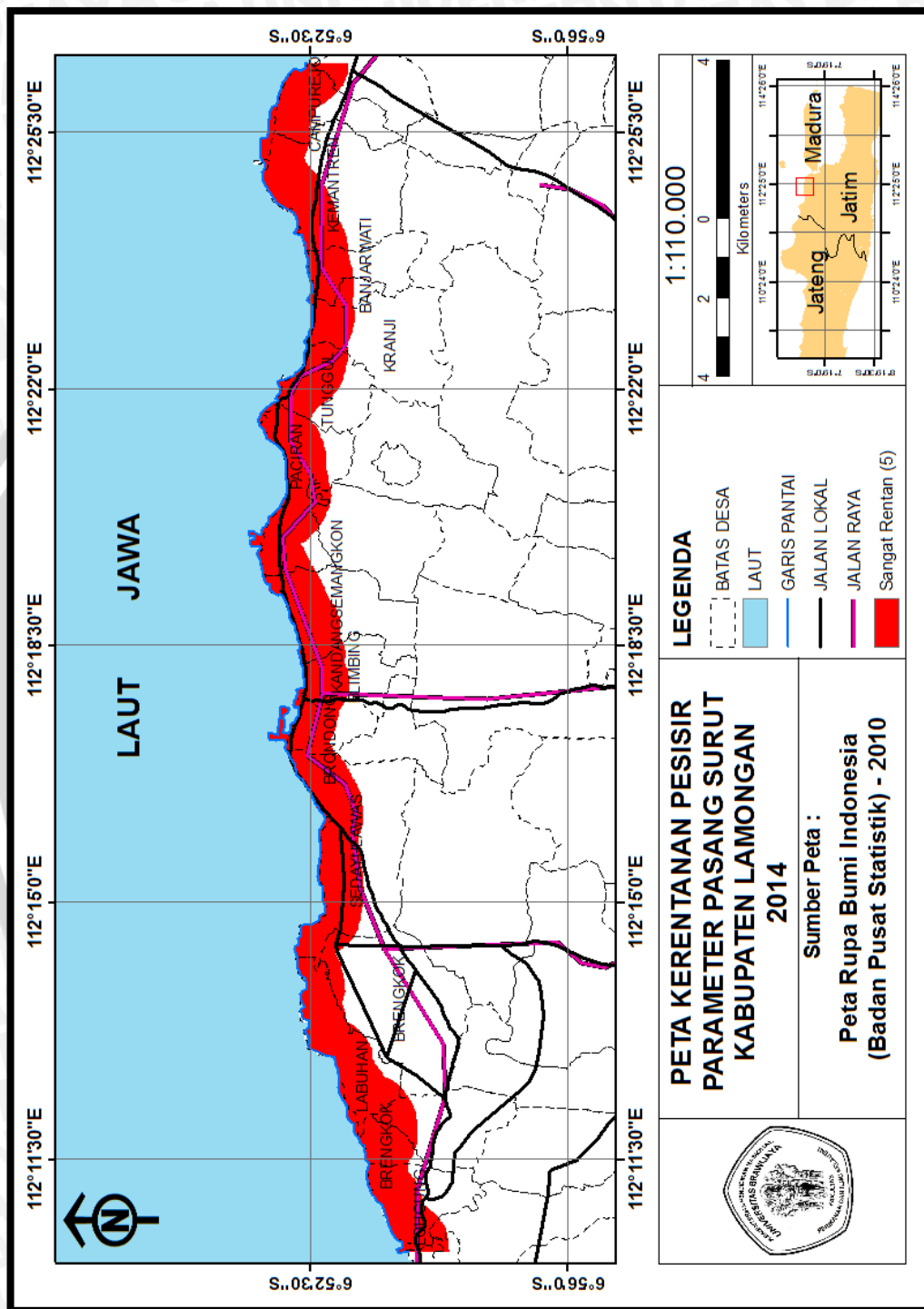
Data pasang surut di peroleh dari BMKG pada tahun 2012-2013 yang diolah dengan metode Admiralty. Tahun 2012 pasang tertinggi 1,3m terjadi pada bulan Mei, Juni, November dan Desember, sedangkan surut terendah -1,4m terjadi pada bulan Juni, Juli, dan Agustus. Pada tahun 2013 pasang tertinggi 1,3m terjadi pada bulan Januari, Mei, Juni, dan Desember, sedangkan surut terendah -1,4m terjadi pada bulan Januari, Juni, dan Juli (Tabel 21).

Berikut akan disajikan tabel tunggang pasang surut setiap bulan pada tahun 2012 – 2013 :

Tabel 19. Tunggang pasut setiap bulan pada tahun 2012 – 2013

Bulan	2012			2013		
	HWL (cm)	LWL (cm)	Tunggang pasut (cm)	HWL (cm)	LWL (cm)	Tunggang pasut (cm)
Januari	120	-130	250	130	-140	270
Februari	110	-130	240	110	-130	240
Maret	90	-110	200	100	-110	210
April	100	-100	200	120	-120	240
Mei	130	-120	250	130	-130	260
Juni	130	-140	270	130	-140	270
Juli	120	-140	260	120	-140	260
Agustus	120	-140	260	110	-130	240
September	100	-100	200	90	-110	200
Oktober	120	-110	230	110	-100	210
November	130	-130	260	120	-120	240
Desember	130	-130	260	130	-120	250
Rata-rata	117	-123	240	117	-124	241
Kelas kerentanan	Sangat rentan			Sangat rentan		

Berikut adalah peta kelas kerentanan berdasarkan pengolahan data pasang surut 2012-2013 yang diperoleh dari BMKG Surabaya :



Gambar 24. Kelas kerentanan berdasarkan parameter pasang surut

Tanggung pasut yang diperoleh berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode Admiralty sebesar 2,4m pada tahun 2012 dan 2,41m pada tahun 2013. Nilai tanggung pasut sebesar 2,4m termasuk ke dalam resiko sangat tinggi (sangat rentan) karena berada di atas 2m. Perbedaan waktu dari pasang dan surut tersebut tentunya berhubungan dengan lamanya air laut masuk ke dataran. Hal ini tentunya sangat berbahaya terhadap bahaya genangan yang dapat ditimbulkan seperti masuknya air laut ke daerah estuari atau lapisan air tanah (Gornitz, 1991).

4.6 Tinggi Gelombang

Data tinggi gelombang yang di peroleh dari BMKG berupa data tahun 2012-2013 diolah dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Berikut adalah hasil dari perhitungan data tinggi gelombang, yaitu :

Tabel 20. Hasil perhitungan data gelombang tahun 2012 - 2013

No.	Parameter	Nilai tinggi gelombang	Kelas kerentanan
1	gelombang	2,74	Sangat rentan

Hasil analisa rata-rata tinggi gelombang Pantai utara daerah pesisir Lamongan Jawa Timur yang didapatkan dari data BMKG menggunakan analisa numerik Ms.excel berkisar 2,74m. Tinggi gelombang termasuk kedalam kategori indeks kerentanan sangat rentan yaitu lebih dari 2m. Pengukuran tinggi gelombang juga dilakukan di pantai utara untuk daerah pesisir Indramayu pada tahun 2010 dengan tinggi gelombang berkisar antara 1,55m, termasuk dalam kategori tinggi (Hadikusumah, 2009).

Berikut akan ditampilkan tabel dari perhitungan data gelombang yang diolah menggunakan *Ms.Excel* adalah sebagai berikut :

Tabel 21. Perhitungan data parameter gelombang

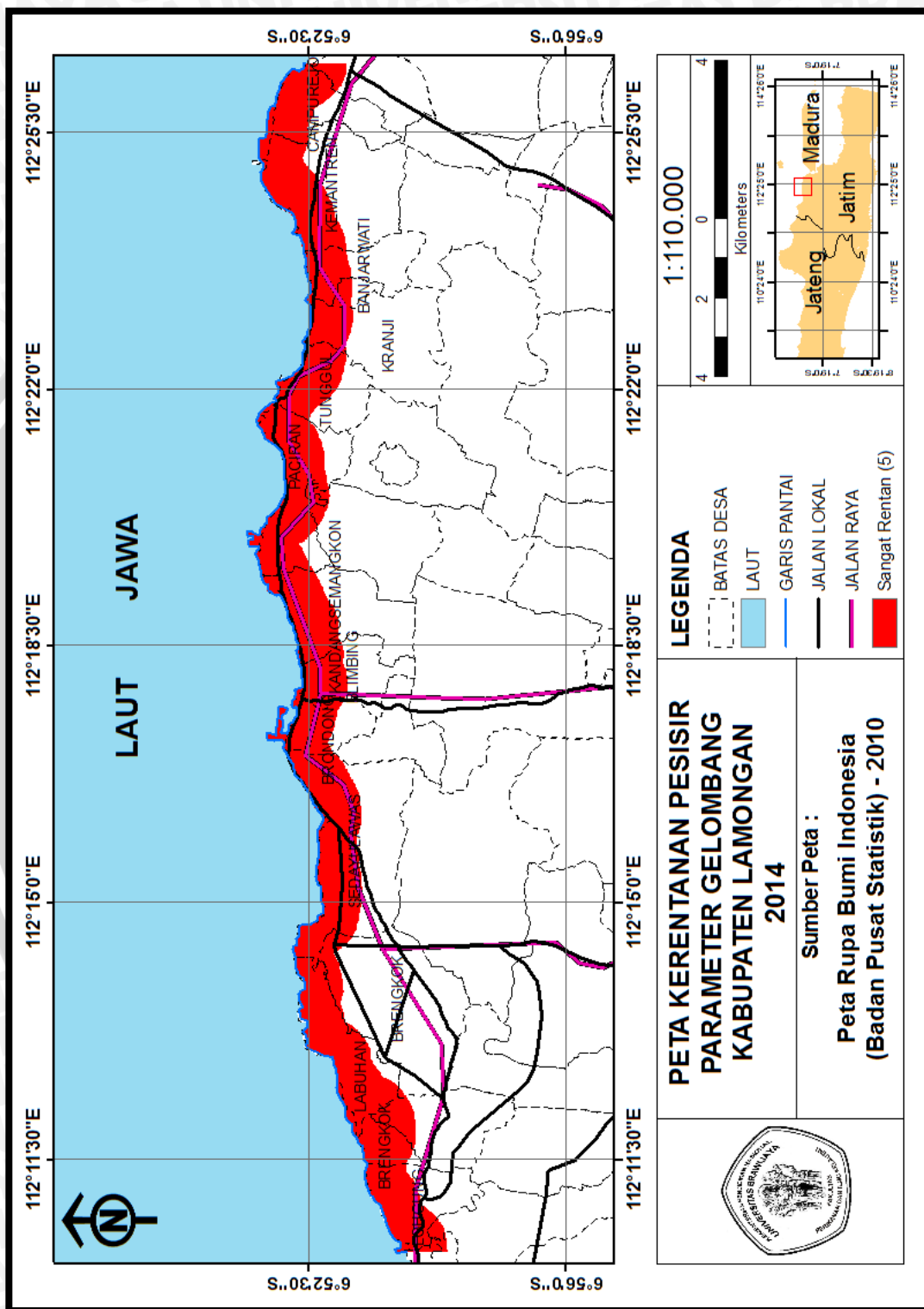
No	Date	Time(WIB)	H1/100(m)	Filter	H 1/3	Hs
1	31/12/2011	13	0,76	4,19	4,19	2,745894
2	31/12/2011	14	0,75	4,17	4,17	
3	31/12/2011	15	0,75	4,15	4,15	
4	31/12/2011	16	0,74	4,14	4,14	
5	31/12/2011	17	0,73	4,13	4,13	
6	31/12/2011	18	0,72	4,11	4,11	
7	31/12/2011	19	0,71	4,1	4,1	
8	31/12/2011	20	0,72	4,08	4,08	
9	31/12/2011	21	0,72	4,08	4,08	
10	31/12/2011	22	0,72	4,03	4,03	
-						
-						
-						
585	24/01/2012	21	3,39	2,2	2,2	
586	24/01/2012	22	3,38	2,2	2,2	
587	24/01/2012	23	3,37	2,2	2,2	
-						
-						
17562	01/01/2014	6	1,98	0,01		
17563	01/01/2014	7	1,95	0,01		

keterangan :

- = Daftar seluruh data gelombang tahun 2012 sampai tahun 2013
- = Daftar data gelombang yang telah diurutkan dari yang paling tinggi ke rendah
- = Data yang diambil dengan urutan pembagian 1/3 dari seluruh urutan nilai data gelombang
- = Hasil dari perhitungan data gelombang tahun 2012-2013 berupa tinggi gelombang signifikan

Pengukuran tinggi gelombang signifikan sepanjang pantai Utara Jawa seharusnya memiliki hasil yang tidak berbeda jauh. Perbedaan hasil dari penelitian tersebut kemungkinan disebabkan perbedaan kecepatan angin, *fetch*, kedalaman air dan kemiringan dasar (Triadmojo, 1999).

Berikut adalah peta kelas kerentanan dari parameter gelombang, adalah sebagai berikut :



Gambar 25. Kelas kerentanan berdasarkan parameter gelombang

4.7 Analisa Indeks Kerentanan Pesisir

Hasil dari pengolahan parameter untuk perhitungan indeks kerentanan pesisir kabupaten Lamongan ini dilakukan secara bersamaan dengan proses pembuatan peta area kerentanan yang dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 9.3 9.3 menggunakan metode “*Weighted Overlay*” dan “*Weighted Sum*”.

Perhitungan nilai IKP berdasarkan parameter yang memiliki bobot penilaian, yaitu parameter garis pantai 25%, elevasi 35%, gelombang 29% dan pasang surut 11% menggunakan “*Weighted Overlay*” yaitu metode tumpang tindih berdasarkan nilai yang memiliki bobot pada setiap masing-masing nilai.

Perhitungan nilai IKP berdasarkan parameter yang tidak memiliki bobot yaitu geomorfologi dan hasil *overlay* dari empat parameter lainnya menggunakan metode “*Weighted Sum*” yaitu metode tumpang tindih antara dua atau beberapa data yang menjumlahkan nilai piksel secara keseluruhan tanpa memiliki bobot pada setiap masing-masing nilai.

Pengolahan tumpang tindih menggunakan *Weighted Sum* akan menghasilkan penjumlahan nilai dari setiap piksel sehingga akan menampilkan satu nilai pada setiap piksel yang telah dilakukan tumpang tindih dan akan dapat diketahui bagaimana persebaran kelas kerentanan pesisir Lamongan.

Berikut adalah tabel hasil persebaran nilai kerentan pesisir pada setiap desa di pesisir lamongan :

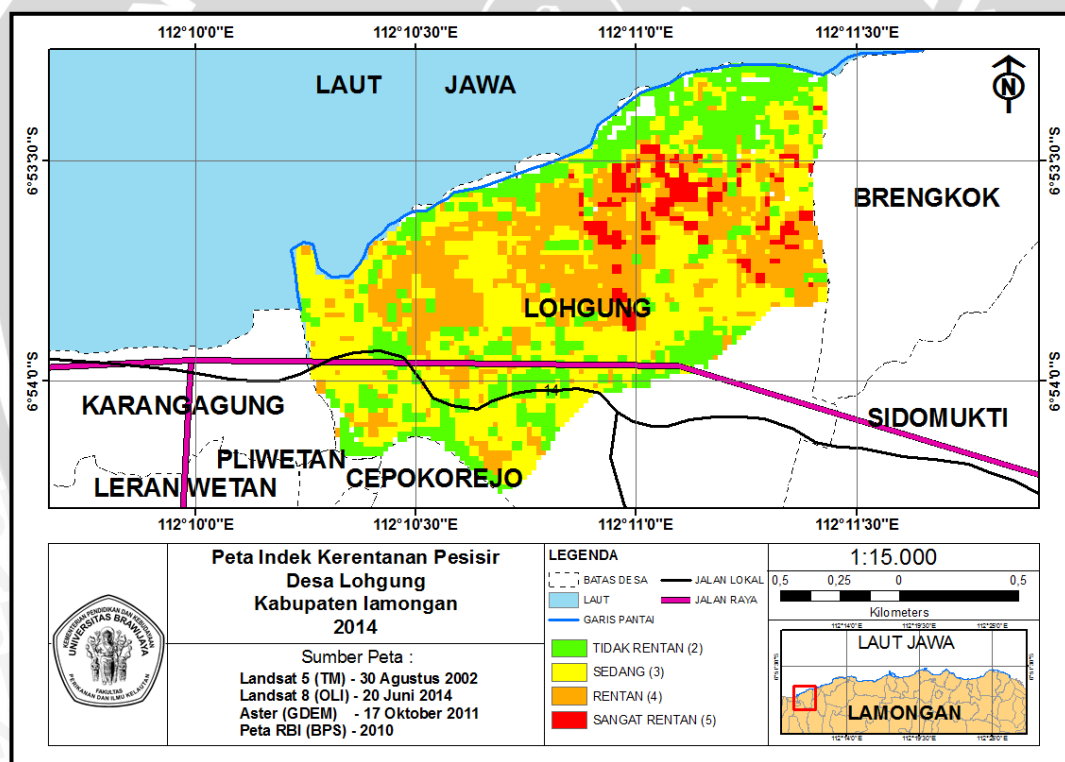
Tabel 22. Luas area kerentanan pada setiap Desa Pesisir

NO.	Desa	Luas Kelas Kerentanan (Ha)					TOTAL (Ha)
		Sangat tidak rentan	Tidak rentan	Sedang	Rentan	Sangat rentan	
1	Lohgung	0,00	57,19	93,87	64,66	10,47	226,21
		0,00%	25,28%	41,50%	28,58%	4,63%	100
2	Brengkok	0,24	37,43	29,33	40,56	8,43	116,02
		0,21%	32,26%	25,28%	34,96%	7,27%	100
3	Labuhan	0,00	83,17	142,37	148,40	41,69	415,65
		0,00%	20,01%	34,25%	35,70%	10,03%	100,00
4	Sedayu Lawas	45,64	241,03	174,83	64,02	15,88	541,42
		8,43%	44,52%	32,29%	11,82%	2,93%	100,00
5	Brondong	7,44	62,57	74,48	8,10	0,00	152,61
		4,88%	41,00%	48,80	5,31%	0,00%	100
6	Belimbing	14,87	57,42	56,24	2,09	0,00	130,64
		11,38%	43,95%	43,05%	1,60%	0,00%	100
7	Kondang Semangkong	75,81	130,81	38,82	2,74	0,00	248,20
		30,54%	52,70%	15,64%	1,10%	0,00%	100
8	Paciran	142,15	187,31	113,70	9,51	0,00	452,69
		31,40%	41,38%	25,12%	2,10%	0,00%	100,00
9	Tunggul	69,72	82,88	40,99	3,89	0,26	197,76
		35,25%	41,91%	20,73%	1,97%	0,13%	100
10	Kranji	0,02	71,04	31,81	5,05	0,33	108,28
		0,02%	65,61%	29,38%	4,66%	0,30%	100
11	Banjarwati	5,57	54,91	48,11	5,25	0,24	114,10
		4,88%	48,12%	42,16%	4,60%	0,21%	100
12	Kemantren	67,24	140,59	113,32	8,85	0,08	330,09
		20,37%	42,59%	34,33%	2,68%	0,02%	100,00
13	Sidokelar	33,11	120,01	38,23	5,61	0,2	197,16
		16,79%	60,87%	19,39%	2,85%	0,10%	100,00
JUMLAH		461,81	1326,4	996,1	368,73	77,58	3230,58
		14,29%	41,06%	30,83%	11,41%	2,40%	100

Berdasarkan dari pengolahan dan perhitungan lima parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kerentanan pesisir Lamongan didapatkan hasil berupa kelas kerentanan dari setiap desa yang ada di pesisir Lamongan.

Desa Lohgung memiliki empat kelas kerentanan, yaitu kelas kerentanan tidak rentan seluas ± 57,19 Ha (25,28%), kerentanan sedang seluas ±93,87 ha (41,50%), kerentanan rentan seluas 64,66 ha (28,58%), kerentanan sangat rentan seluas 10,47 ha (4,63%), dengan total luasan wilayah kajian di Desa Lohgung seluas 226,21 ha.

Berikut adalah peta wilayah kerentanan yang berada di Desa Lohgung :

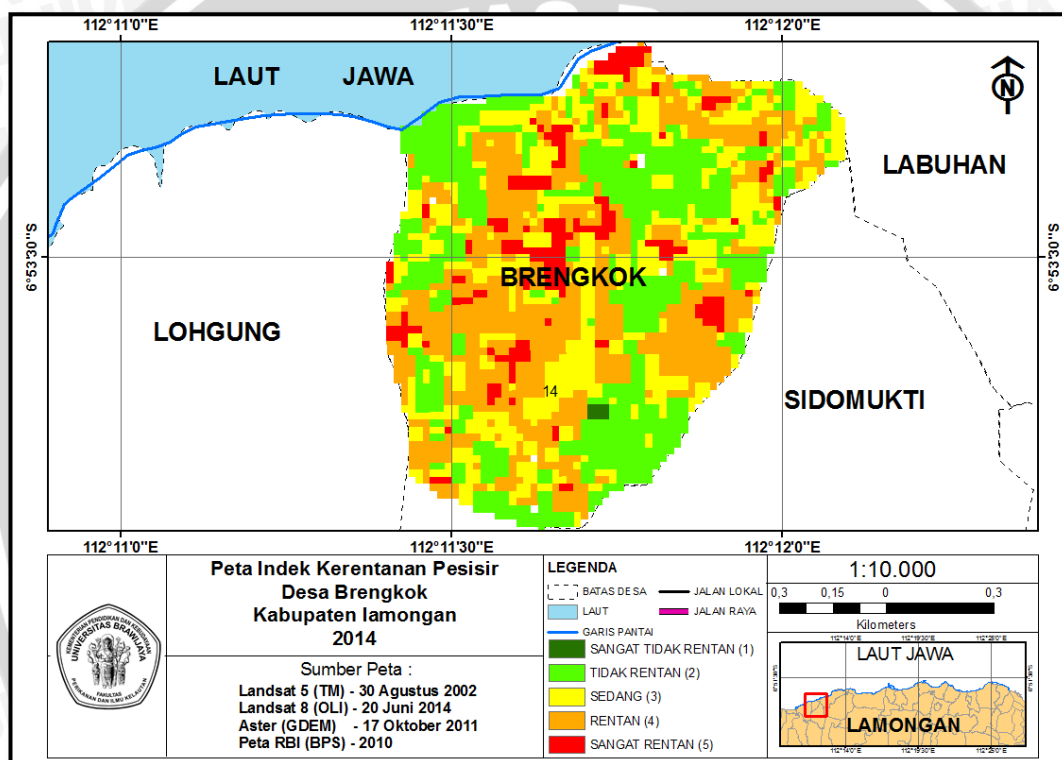


Gambar 26. Peta kerentanan Desa Lohgung

Kelas kerentanan yang paling mendominasi di Desa Lohgung adalah kelas kerentanan sedang. Pesisir Desa Lohgung memiliki pelabuhan yang berada pada ujung barat dari Desa Lohgung, sehingga aktifitas pelabuhan ini juga ikut serta dalam mempengaruhi tingkat kerentanan pesisir yang berada di Desa Lohgung.

Desa Brengkok memiliki lima kelas kerentanan, yaitu kelas kerentanan sangat tidak rentan seluas ±0,24 ha (0,21%), kerentanan tidak rentan seluas ±37,43 Ha (32,26%), kerentanan sedang seluas ±29,33 ha (25,28%), kerentanan rentan seluas ±40,56 ha (34,96%), kerentanan sangat rentan seluas ±8,43 ha (7,27%), dengan total luasan wilayah kajian di Desa brengkok seluas ±116,02 ha.

Berikut adalah peta wilayah kerentanan yang berada di Desa Brengkok:

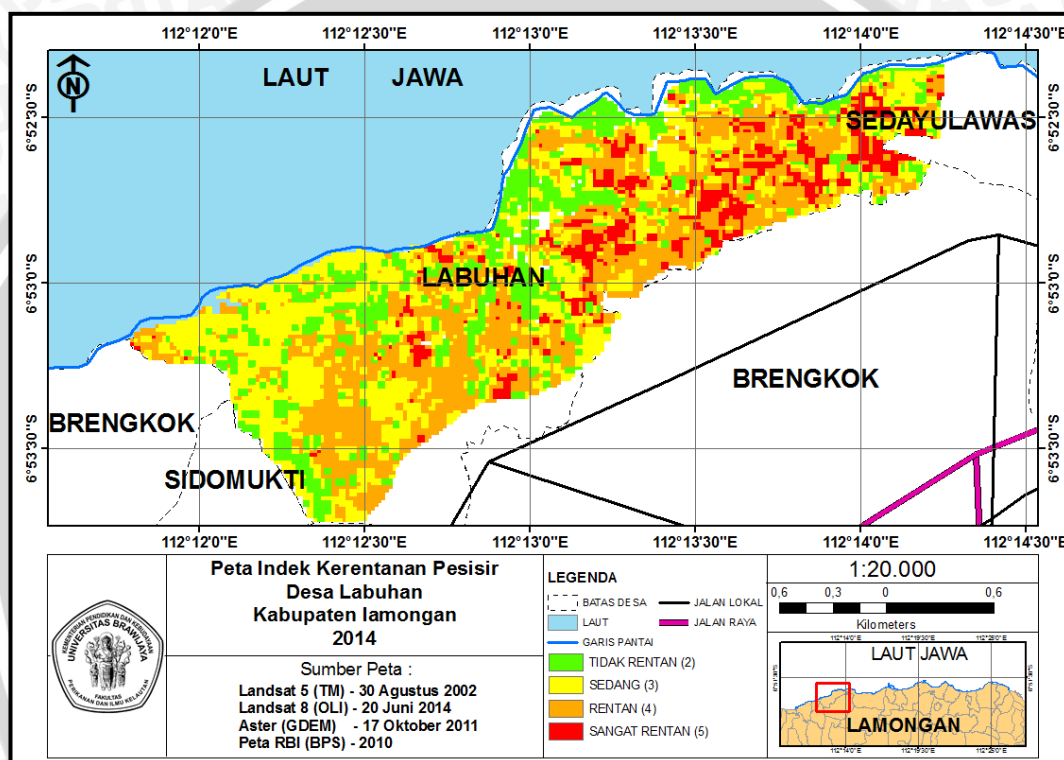


Gambar 27. Peta kerentanan Desa Brengkok

Kelas kerentan yang paling mendominasi di Desa Brengkok adalah kelas kerentanan Rentan. Hal ini dikarenakan pada wilayah ini banyak dimanfaatkan sebagai lahan pemanfaatan berupa pertambakan, baik berupa tambak ikan, tambak udang ataupun tambak garam dan juga memiliki ketinggian lahan yang rendah sehingga termasuk kedalam wilayah rentan.

Desa Labuhan memiliki empat kelas kerentanan, yaitu kelas kerentanan tidak rentan seluas ±83,17 Ha (20,01%), kerentanan sedang seluas ±142,37 ha (34,25%), kerentanan rentan seluas ±148,40 ha (35,70%), kerentanan sangat rentan seluas ±41,49 ha (10,03%), dengan total luasan wilayah kajian di Desa Labuhan seluas ±415,65 ha.

Berikut adalah peta wilayah kerentanan yang berada di Desa Labuhan :

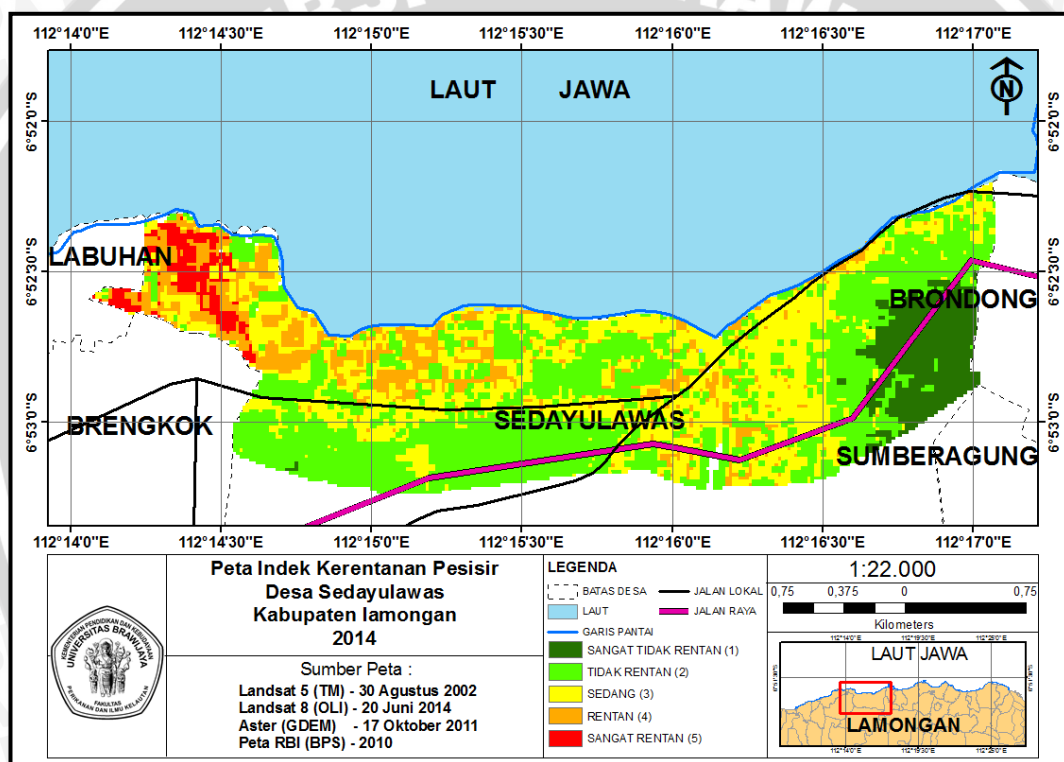


Gambar 28. Peta kerentanan Desa Labuhan

Kelas kerentan yang paling mendominasi di Desa Labuhan adalah kelas kerentanan rentan. Hal ini dikarenakan wilayah pesisir Desa Labuhan ini banyak terdapat area tambak dan rawa payau, sehingga menyebabkan tingkat kerentanan pesisir Desa Labuhan menjadi rentan karena daerah rawa payau merupakan daerah yang memiliki ketinggian permukaan tanah yang rendah serta berinteraksi secara langsung dengan aktifitas laut seperti pasang surut.

Desa Sedayulawas memiliki lima kelas kerentanan, yaitu kelas kerentanan sangat tidak rentan seluas ±45,64 ha (8,43%), kerentanan tidak rentan seluas ±241,03 Ha (44,52%), kerentanan sedang seluas ±174,83 ha (32,29%), kerentanan rentan seluas ±64,02 ha (11,82%), kerentanan sangat rentan seluas ±15,88 ha (2,93%), dengan total luasan wilayah kajian di Desa Sedayulawas seluas ±541,42 ha.

Berikut adalah peta wilayah kerentanan yang berada di Desa Sedayulawas:

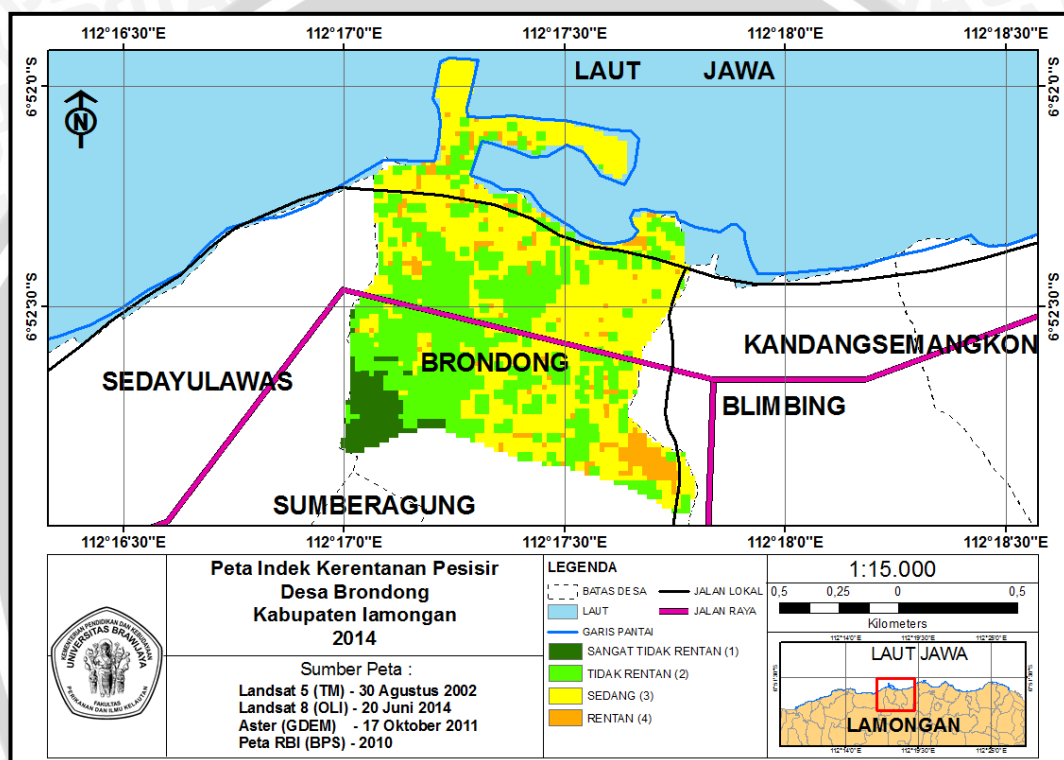


Gambar 29. Peta kerentanan Desa Sedayulawas

Kelas kerentan yang paling mendominasi di Desa Sedayulawas adalah kelas kerentanan tidak rentan. Perubahan garis pantai yang terjadi di Desa Sedayulawas ini tidak terlalu besar dan juga sebagian besar wilayahnya terlindungi oleh tembok yang terbuat dari tumpukan batu sehingga hal ini menyebabkan tingkat kerentanan pesisirnya tidak rentan terhadap perubahan yang terjadi di pesisir, oleh sebab itu sebagian wilayah pesisirnya dimanfaatkan sebagai lokasi permukiman.

Desa Brondong memiliki empat kelas kerentanan, yaitu kelas kerentanan sangat tidak rentan seluas ±7,44 ha (4,88%), kerentanan tidak rentan seluas ±62,57 Ha (41%), kerentanan sedang seluas ±74,48 ha (48,8%), kerentanan rentan seluas ±8,1 ha (5,31%), dengan total luasan wilayah kajian di Desa Brondong seluas ±152,61 ha.

Berikut adalah peta wilayah kerentanan yang berada di Desa Brondong :

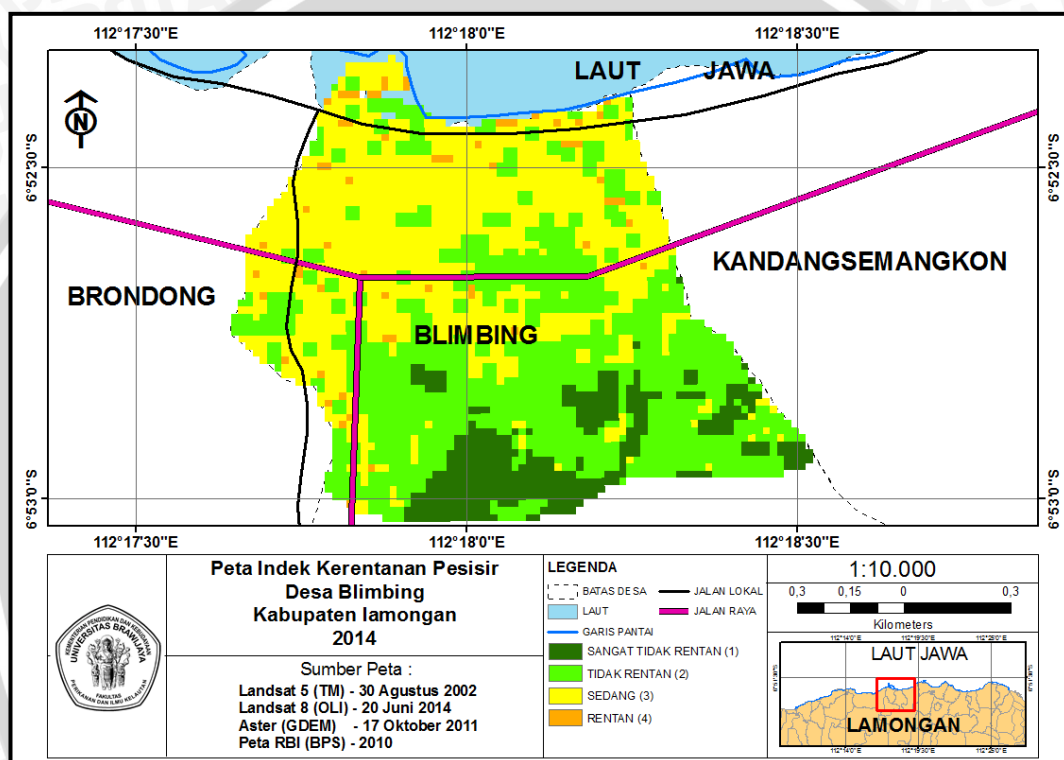


Gambar 30. Peta kerentanan Desa Brondong

Kelas kerentan yang paling mendominasi di Desa Brondong adalah kelas kerentanan sedang. Terdapat sebuah pelabuhan besar di Desa Brondong yaitu TPI Brondong 2002 yang menjadi pusat untuk pendataran ikan di pesisir Lamongan, sehingga pada lokasi ini banyak terdapat bangunan seperti pemecah gelombang yang dapat melindungi wilayah pesisirnya meskipun sebagian besar wilayah pesisirnya memiliki ketinggian yang rendah sekitar 1-10 meter dari atas permukaan laut.

Desa Belimbing memiliki empat kelas kerentanan, yaitu kelas kerentanan sangat tidak rentan seluas ±14,87 ha (11,38%), kerentanan tidak rentan seluas ±57,42 Ha (43,95%), kerentanan sedang seluas ±56,24ha (43,05%), kerentanan rentan seluas ±2,09 ha (1,6%), dengan total luasan wilayah kajian di Desa Blimbing seluas ±130,64 ha.

Berikut adalah peta wilayah kerentanan yang berada di Desa Blimbing:

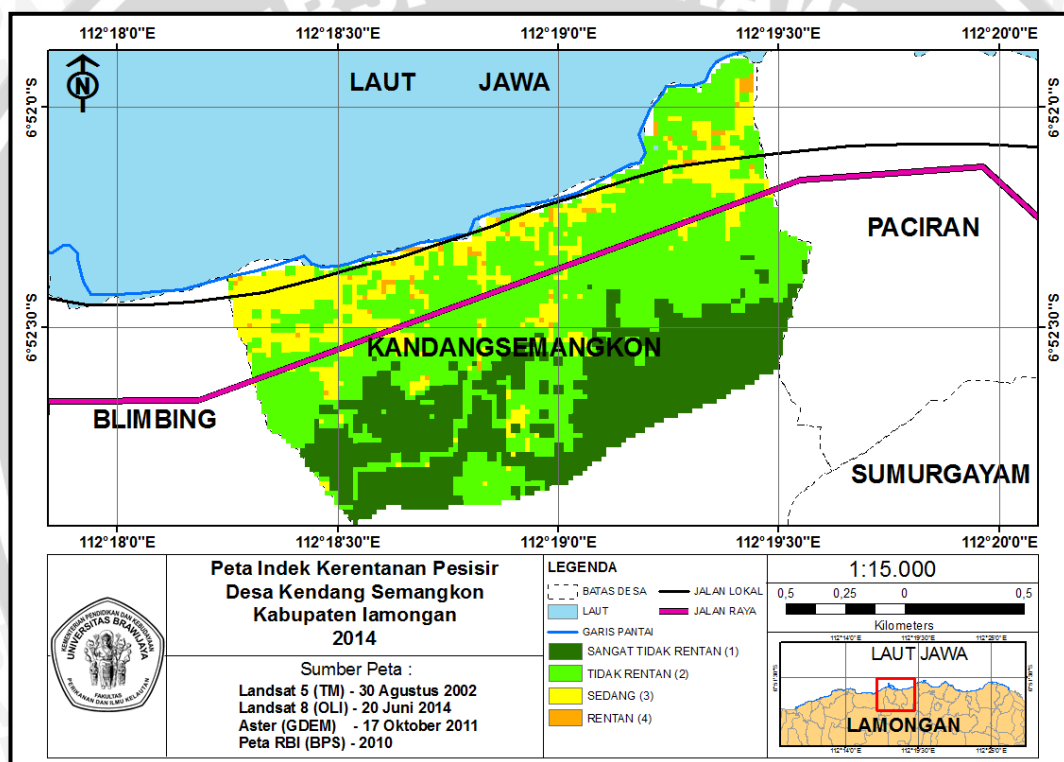


Gambar 31. Peta kerentanan Desa Blimbing

Kelas kerentan yang paling mendominasi di Desa Blimbing adalah kelas kerentanan tidak rentan. Wilayah pesisir Desa Blimbing sebagian besar dimanfaatkan sebagai wilayah permukiman dan hampir disepanjang garis pantai dibangun pembatas seperti tembok batu untuk menahan aktifitas laut sehingga hal ini sangat mempengaruhi tingkat kerentanan pesisir yang ada di Desa Blimbing.

Desa Kendang Semangkon memiliki empat kelas kerentanan, yaitu kelas kerentanan sangat tidak rentan seluas ±75,81 ha (30,54%), kerentanan tidak rentan seluas ±130,81 Ha (52,70%), kerentanan sedang seluas ±38,82 ha (15,64%), kerentanan rentan seluas ±2,74 ha (1,1%), dengan total luasan wilayah kajian di Desa Kendang Semangkon seluas ±248,2 ha.

Berikut adalah peta wilayah kerentanan yang berada di Desa Kendang Semangkon :

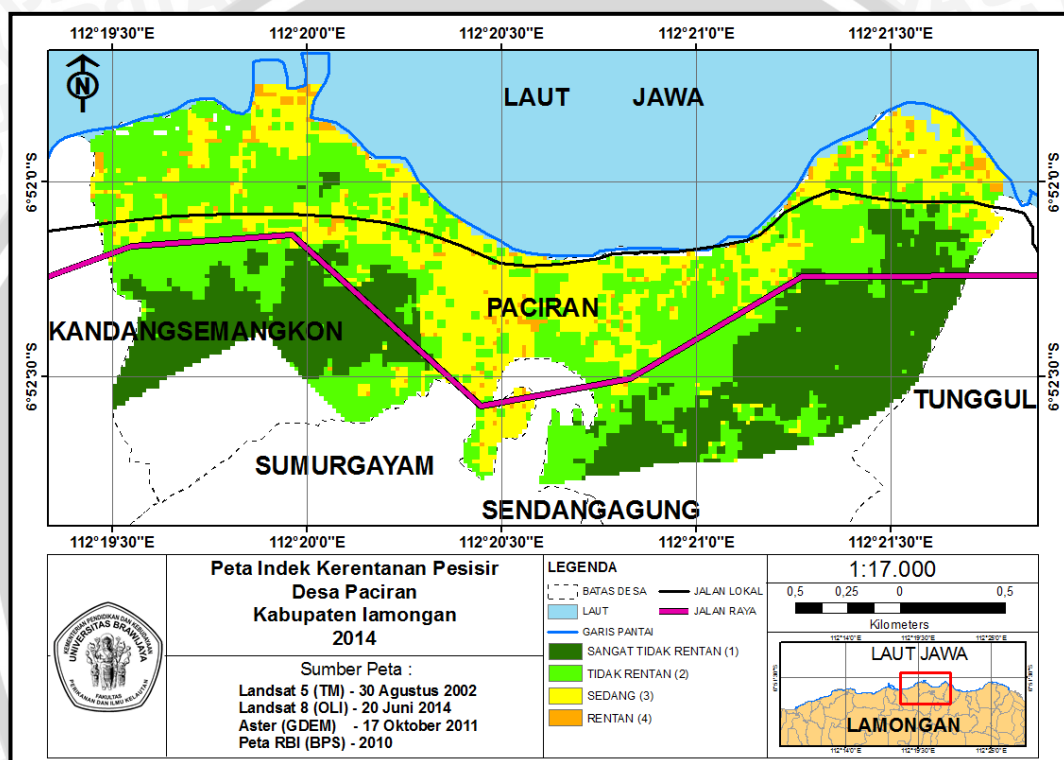


Gambar 32. Peta kerentanan Desa Kendang Semangkon

Kelas kerentan yang paling mendominasi di Desa Kendang Semangkon adalah kelas kerentanan Tidak Rentan. Perubahan garis pantai di wilayah pesisir dari Desa Kendang Semangkon ini tidak begitu besar dan juga ketinggian lokasinya sebagian besar berada pada ketinggian diatas 10 meter dari permukaan laut, hal ini turut menyebabkan wilayah ini tidak rentan terhadap aktifitas laut seperti gelombang dan pasang surut.

Desa Paciran memiliki empat kelas kerentanan, yaitu kelas kerentanan sangat tidak rentan seluas ±142,15 ha (31,4%), kerentanan tidak rentan seluas ±187,31 ha (41,38%), kerentanan sedang seluas ±113,7 ha (25,12%), kerentanan rentan seluas ±9,51 ha (2,1%), dengan total luasan wilayah kajian di Desa Paciran seluas ±452,69 ha.

Berikut adalah peta wilayah kerentanan yang berada di Desa Paciran:

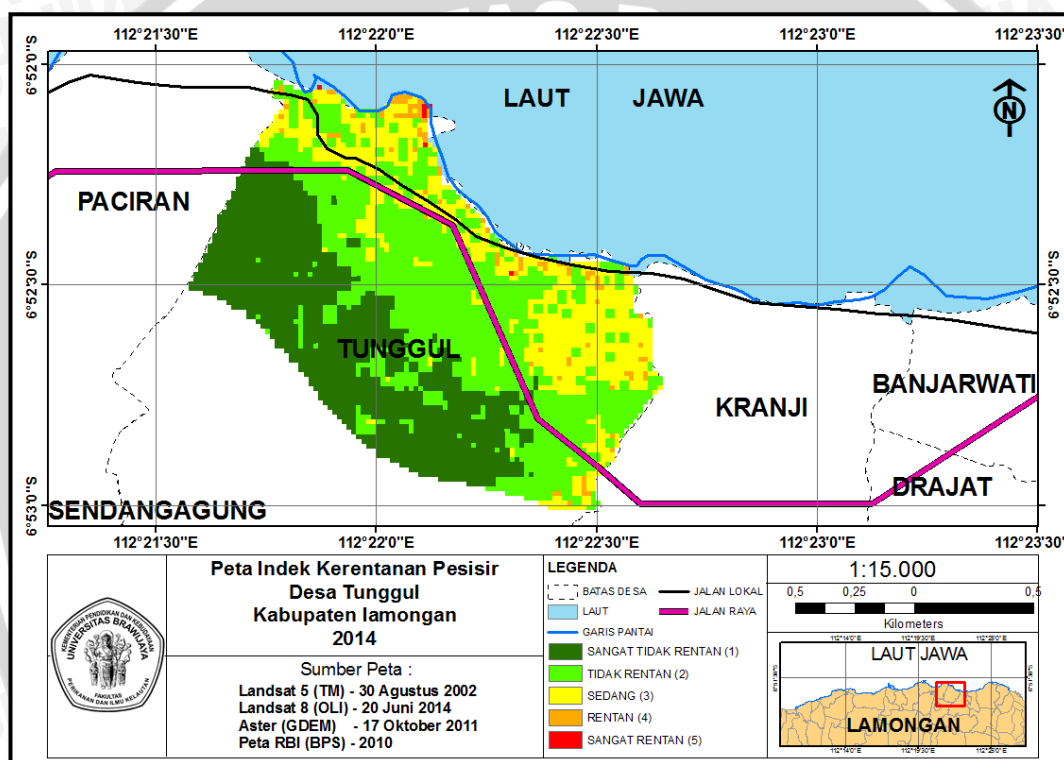


Gambar 33. Peta kerentanan Desa Paciran

Kelas kerentan yang paling mendominasi di Desa paciran adalah kelas kerentanan tidak rentan. Wilayah ini terletak pada ketinggian sekitar >5 meter dari permukaan laut, sehingga pada lokasi ini dimanfaatkan sebagai taman wisata Wisata Bahari Lamongan karena memiliki tingkat kerentanan pesisir yang tidak rentan terhadap aktifitas laut yang tinggi seperti gelombang dan pasang surut yang mencapai angka ketinggian melebihi dua meter.

Desa Tunggul memiliki lima kelas kerentanan, yaitu kelas kerentanan sangat tidak rentan seluas ±69,72 (35,25%), kerentanan tidak rentan seluas ±82,88 ha (41,91%), kerentanan sedang seluas ±40,99 ha (20,73%), kerentanan rentan seluas ±3,89 ha (1,97%), kerentanan sangat rentan seluas ±0,26 ha (0,13%), dengan total luasan wilayah kajian di Desa Tunggul seluas ±197,76 ha.

Berikut adalah peta wilayah kerentanan yang berada di Desa Tunggul :

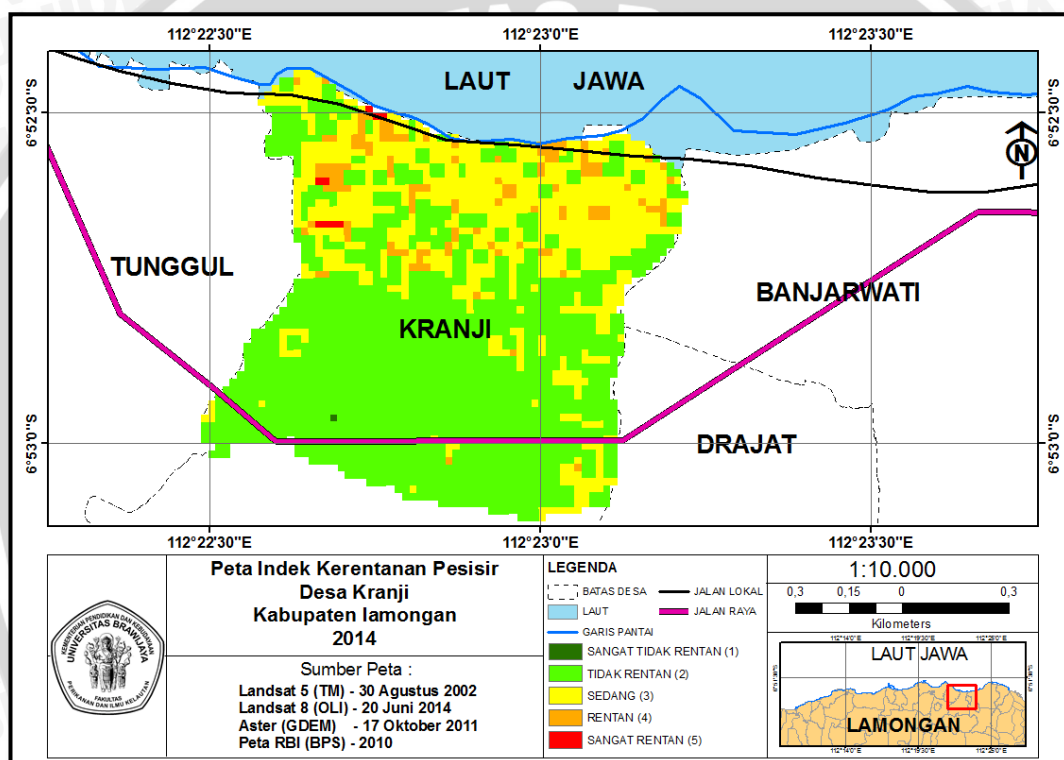


Gambar 34. Peta kerentanan Desa Tunggul

Kelas kerentanan yang paling mendominasi di Desa Tunggul adalah kelas kerentanan tidak rentan. Wilayah ini sebagian besar merupakan area yang banyak dimanfaatkan sebagai daerah dataran alluvial yang memiliki ketinggian diatas sepuluh meter sehingga kerentanan yang terjadi di wilayah ini tidak terlalu tinggi.

Desa Kranji memiliki lima kelas kerentanan, yaitu kelas kerentanan sangat tidak rentan seluas ±0,02 ha (0,02%), kerentanan tidak rentan seluas ±71,04 ha (65,61%), kerentanan sedang seluas ±31,81 ha (29,38%), kerentanan rentan seluas ±5,05 ha (4,66%), kerentanan sangat rentan seluas ±0,33 ha (0,3%), dengan total luasan wilayah kajian di Desa Kranji seluas ±108,28 ha.

Berikut adalah peta wilayah kerentanan yang berada di Desa Kranji:

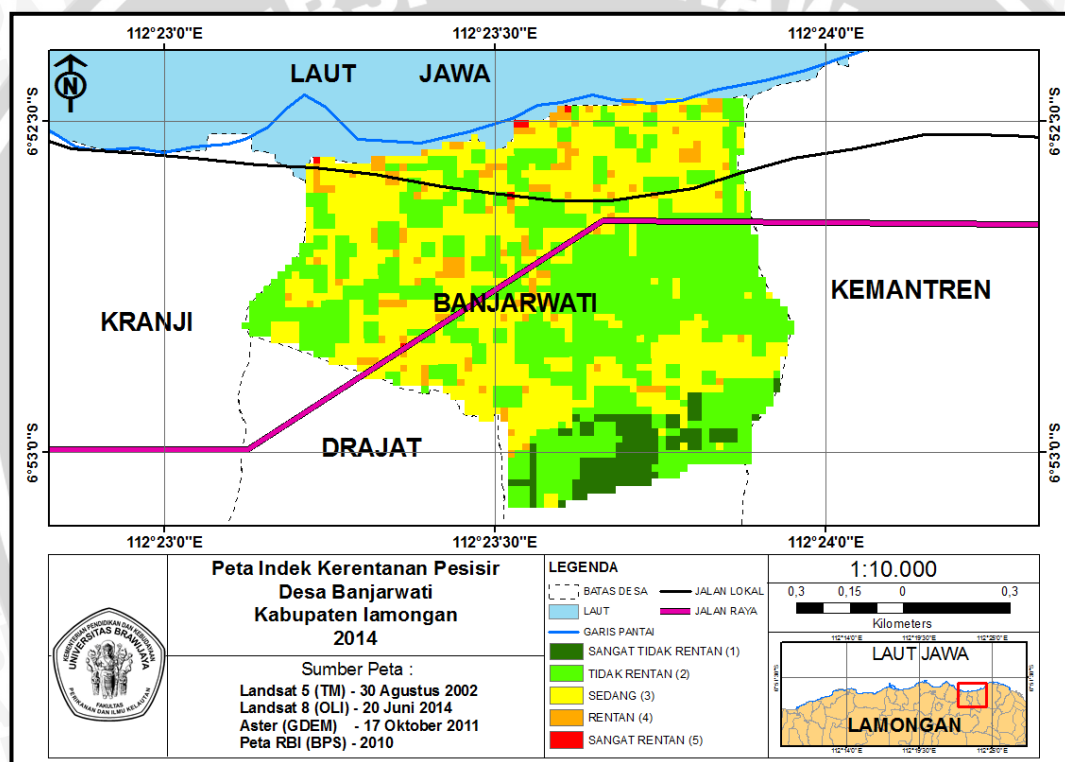


Gambar 35. Peta kerentanan Desa Kranji

Kelas kerentan yang paling mendominasi di Desa Kranji adalah kelas kerentanan tidak rentan. Wilayah ini banyak terdapat bangunan pantai dan juga mengalami erosi di sebagian pesisirnya, namun wilayah ini terdapat pada ketinggian diatas sepuluh meter sehingga wilayah ini memiliki tingkat kerentanan yang rendah.

Desa Banjarwati memiliki lima kelas kerentanan, yaitu kelas kerentanan sangat tidak rentan seluas ±5,57 ha (4,88%), kerentanan tidak rentan seluas ±54,91 ha (48,12%), kerentanan sedang seluas ±48,11 ha (42,16%), kerentanan rentan seluas ±5,25 ha (4,6%), kerentanan sangat rentan seluas ±0,24 ha (0,21%), dengan total luasan wilayah kajian di Desa Banjarwati seluas ±114,1 ha.

Berikut adalah peta wilayah kerentanan yang berada di Desa Banjarwati:

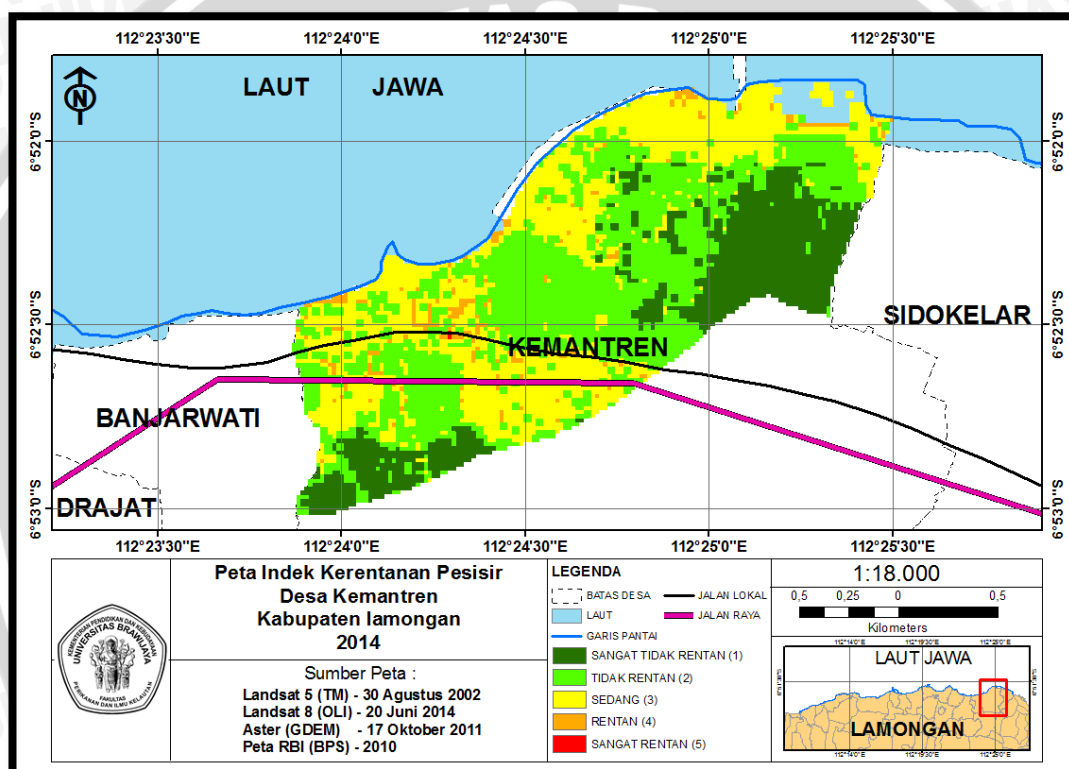


Gambar 36. Peta kerentanan Desa Banjarwati

Kelas kerentan yang paling mendominasi di Desa Banjarwati adalah kelas kerentanan tidak rentan. Wilayah ini banyak terdapat bangunan pantai dan juga dimanfaatkan sebagai daerah permukiman yang padat di sebagian wilayah pesisirnya, namun wilayah ini sebagian besar terdapat pada ketinggian diatas sepuluh meter sehingga wilayah ini memiliki tingkat kerentanan yang rendah.

Desa Kemantren memiliki lima kelas kerentanan, yaitu kelas kerentanan sangat tidak rentan seluas ±67,24 ha (20,37%), kerentanan tidak rentan seluas ±140,59 ha (42,59%), kerentanan sedang seluas ±113,32 ha (34,33%), kerentanan rentan seluas ±8,85 ha (2,68%), kerentanan sangat rentan seluas ±0,08 ha (0,02%), dengan total luasan wilayah kajian di Desa Kemantren seluas ±330,09 ha.

Berikut adalah peta wilayah kerentanan yang berada di Desa Kemantren :

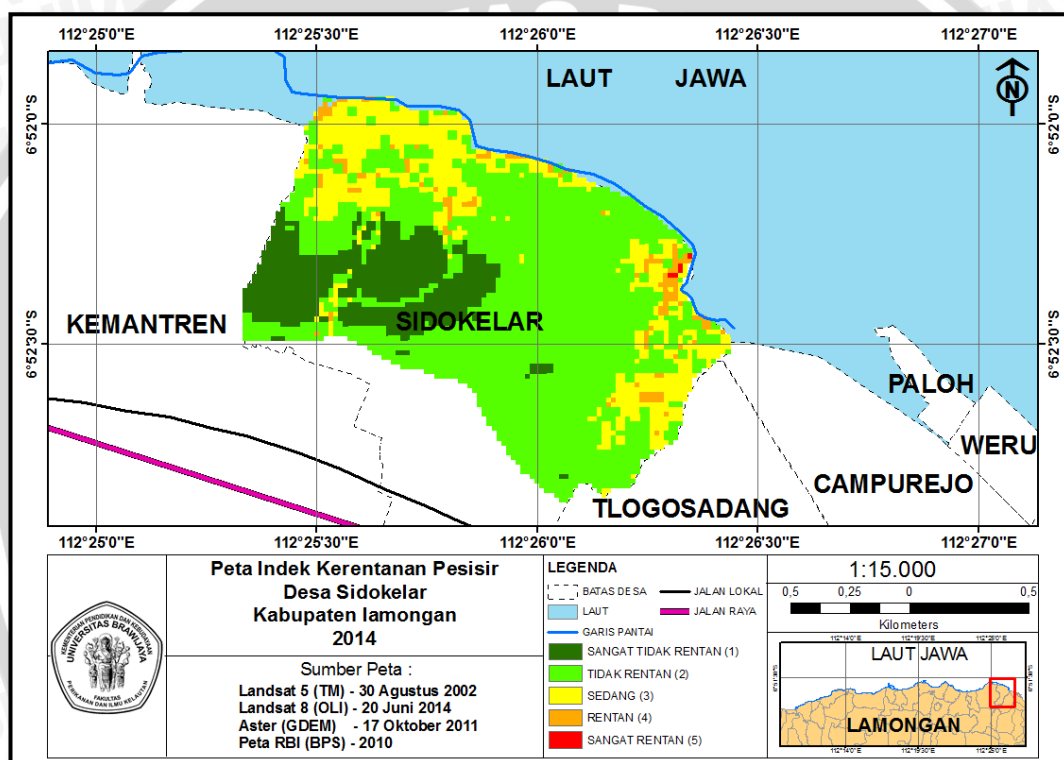


Gambar 37. Peta kerentanan Desa Kemantren

Kelas kerentan yang paling mendominasi di Desa Kemantren adalah kelas kerentanan tidak rentan. Wilayah ini mengalami aktifitas perubahan garis pantai berupa erosi dan akresi, namun hal tersebut tidak memberikan dampak yang buruk terhadap wilayah ini karena memiliki ketinggian permukaan tanah diatas sepuluh meter. Keadaan pesisir yang aman membuat wilayah ini didirikan sebuah industri yaitu Lamongan Shorebase.

Desa Sidokelar memiliki lima kelas kerentanan, yaitu kelas kerentanan sangat tidak rentan seluas ±33,11 ha (16,79%), kerentanan tidak rentan seluas ±120,01 ha (60,87%), kerentanan sedang seluas ±38,23 ha (19,39%), kerentanan rentan seluas ±5,61 ha (2,85%), kerentanan sangat rentan seluas ±0,2 ha (0,1%), dengan total luasan wilayah kajian di Desa Sidokelar seluas ±197,16 ha.

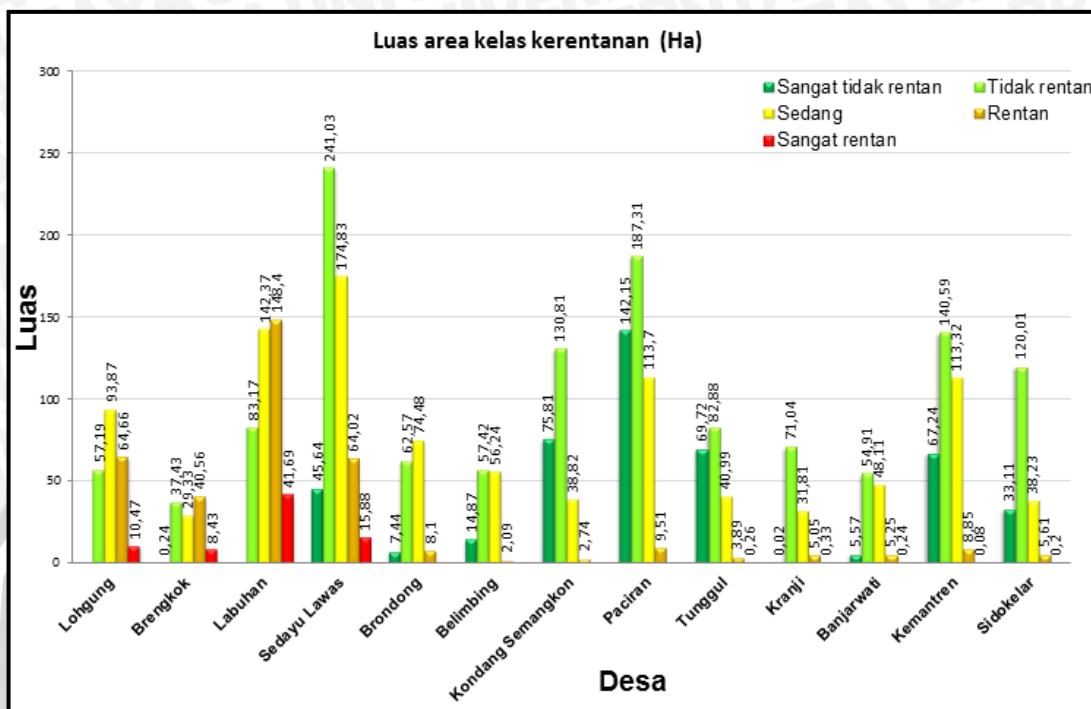
Berikut adalah peta wilayah kerentanan yang berada di Desa Sidokelar:



Gambar 38. Peta kerentanan Desa Sidokelar

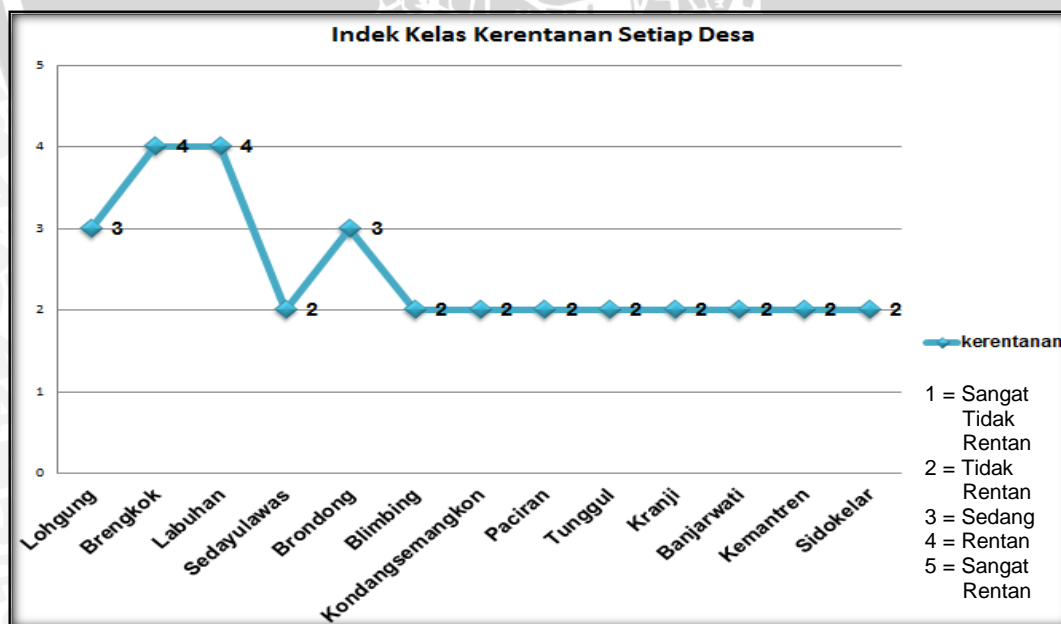
Kelas kerentan yang paling mendominasi di Desa Sidokelar adalah kelas kerentanan tidak rentan. Wilayah pesisir Sidokelar merupakan wilayah yang berada pada ketinggian diatas sepuluh meter dan sebagian besar merupakan dataran alluvial dan tidak terjadi perubahan garis pantai yang signifikan sehingga wilayah pesisir ini tergolong dalam kerentanan yang rendah terhadap perubahan yang terjadi di pesisir.

Berikut adalah grafik dari luas area kelas kerentanan dari setiap desa, sebagai berikut :



Gambar 39. Grafik luas kelas kerentanan di desa pesisir Lamongan

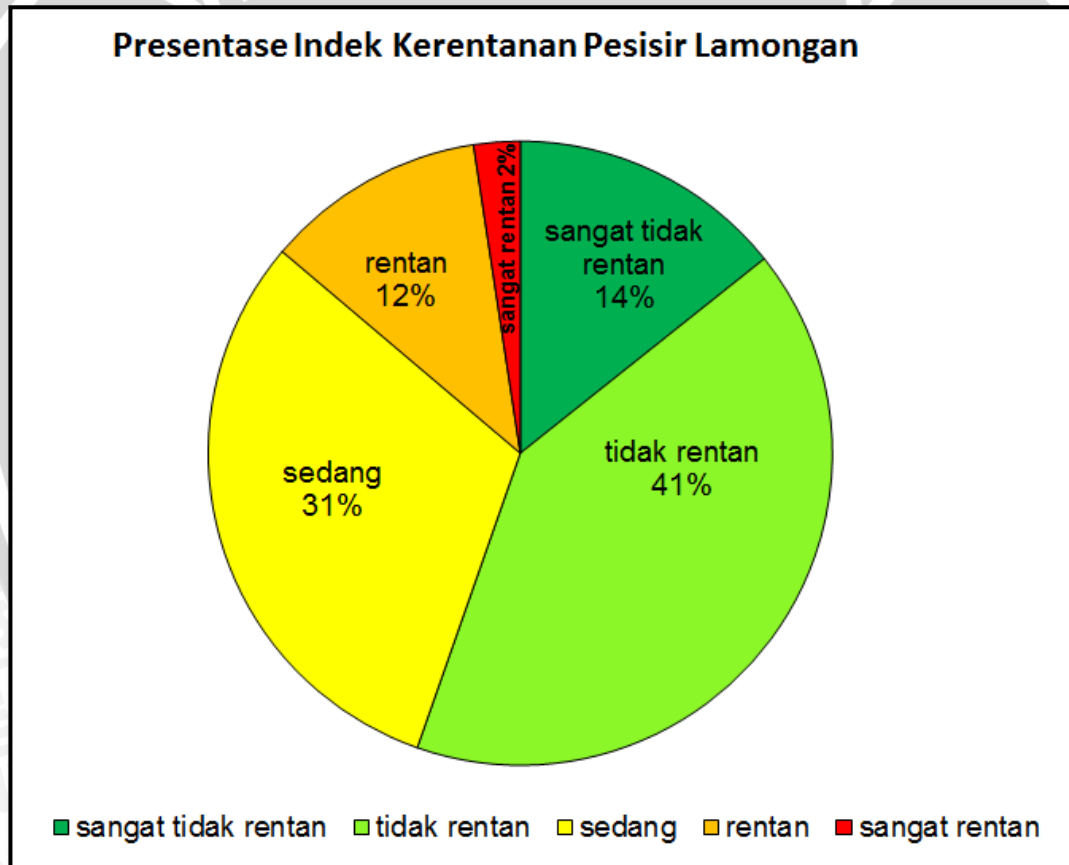
Berikut adalah grafik dari indek kelas kerentanan yang paling mendominasi dari setiap desa di pesisir Lamongan, sebagai berikut :



Gambar 40. Grafik kelas kerentanan yang mendominasi di setiap desa

Berdasarkan persebaran nilai kerentanan, dapat diketahui bahwa wilayah kajian di pesisir Lamongan dengan luas area ±3230,58 ha ini memiliki lima kelas kerentanan, diantaranya yaitu kelas kerentanan sangat tidak rentan seluas ±461,81 ha (14,29%), kelas kerentanan tidak rentan seluas ±1326,4 ha (41,06%), kelas kerentanan sedang seluas 996,1 ha (30,83%), kelas kerentanan rentan seluas 368,73 ha (11,41%), dan kelas kerentanan sangat rentan seluas ±77,58 ha (2,4%).

Berikut adalah diagram dari masing-masing kelas kerentanan pada wilayah kajian penelitian di pesisir Lamongan. Sebagai berikut :



Gambar 42. Kelas kerentanan pada wilayah kajian penelitian





Hasil dari pengolahan parameter fisik kerentanan pesisir yang menunjukkan tingkat kerentanan yang didominasi oleh kerentanan tidak rentan ini menunjukkan bahwa pesisir Lamongan masih dalam kondisi yang baik, meskipun di pesisir Lamongan banyak dimanfaatkan sebagai zona pemanfaatan seperti untuk perikanan tambak, pelabuhan, pariwisata, pemukiman, dan industri.

Pemanfaatan yang berlebihan tentunya dapat merusak lingkungan, oleh karena itu salah satu usaha yang perlu direncanakan adalah adanya zona konservasi. Pemerintah setempat sebaiknya lebih banyak menambah kawasan konservasi dibandingkan kawasan pemanfaatan. Zona konservasi ini dapat berupa rehabilitasi dan konservasi mangrove. Hal tersebut diperlukan untuk meminimalisir dampak kerusakan dari perubahan pesisir pantai.

4.8 Kenampakan wilayah pesisir Lamongan

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan yang dilakukan dengan cara menyusuri hampir seluruh bagian pesisir, menunjukkan bahwa pemerintah setempat telah melakukan tindakan antisipasi dengan membuat tembok yang terbuat dari tumpukan batu di hampir seluruh pesisir Lamongan untuk mencegah terjadinya perubahan garis pantai, sehingga dengan adanya tembok yang terbuat dari tumpukan batu ini membuat pesisir Lamongan akan lebih aman dari gangguan perubahan garis pantai. Hal ini menunjukkan bahwa pesisir Lamongan dalam keadaan baik dan hal ini juga sesuai dengan hasil dari penelitian tentang nilai indeks kerentanan pesisir Lamongan yang menghasilkan nilai indeks kerentanan pesisir dengan kelas kerentanan tidak rentan pada wilayah kajian penelitian di sepanjang pesisir Lamongan yang berjarak 1km dari garis pantai kearah dataran.

Tabel 25. Beberapa lokasi yang dibangun tembok batu untuk mencegah perubahan garis pantai di pesisir Lamongan

No.	Tembok terbuat dari tumpukan Batu	Keterangan
1		<p>Pelindung Pantai yang terbuat dari tumpukan batu kali berfungsi untuk melindungi wilayah pemukiman yang berada di Desa Sedayulawas.</p>
2		<p>Pelindung pantai yang terbuat dari batu kali digunakan untuk melindungi lapangan sekolahan madrasah yang berada di Desa Blimbing.</p>
3		<p>Pelindung pantai yang terbuat dari batu kali digunakan untuk melindungi wilayah pemukiman yang berada di Desa Tunggul</p>
4		<p>Pelindung pantai yang terbuat dari sejenis batuan kapur yang digunakan untuk melindungi reklamasi pantai yang berada di Desa Kemantren</p>

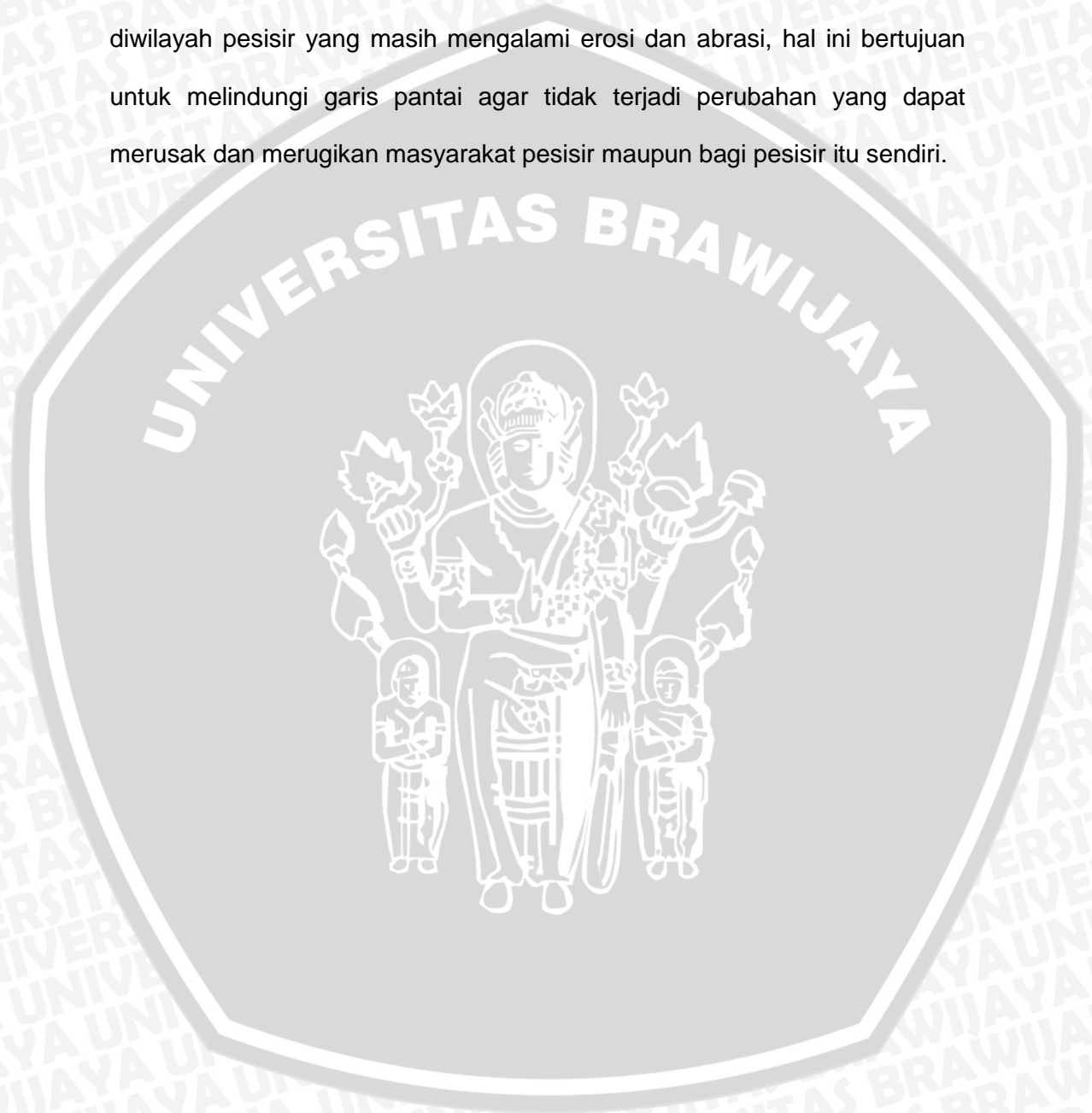
5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil perhitungan dari lima parameter yang digunakan untuk mengetahui nilai IKP pada wilayah kajian penelitian di pesisir Lamongan didapatkan hasil nilai IKP yang paling mendominasi dari setiap desa. Nilai kelas kerentanan yang didapatkan berupa nilai dua (2) yang termasuk dalam kelas kerentanan tidak rentan berada pada Desa Sedayulawas, Desa Blimbing, Desa Kendang Semangkon, Desa Paciran, Desa Tunggul, Desa Kranji, Desa Banjarwati, Desa Kemantren, Desa Sidokelar; nilai kelas kerentanan tiga (3) yang termasuk kelas kerentanan sedang berada pada Desa Lohgung dan Desa Brondong; nilai kelas kerentanan empat (4) yang termasuk dalam kelas kerentanan rentan berada pada Desa Brengkok dan Labuhan.
2. Nilai IKP yang didapatkan dari seluruh desa yang berada pada wilayah kajian penelitian di pesisir Lamongan seluas $\pm 3230,58$ ha menghasilkan nilai IKP kelas satu (1) kerentanan sangat tidak rentan seluas $\pm 461,81$ ha (14,29%), nilai IKP kelas dua (2) kerentanan tidak rentan seluas $\pm 1326,4$ ha (41,06%), nilai IKP kelas tiga (3) kerentanan sedang seluas $\pm 996,1$ (30,83%), nilai IKP kelas empat (4) kerentanan rentan seluas $\pm 368,73$ ha (11,41%), dan nilai IKP kelas lima (5) kerentanan sangat rentan seluas $\pm 77,58$ ha (2,4%).

5.2 Saran

Pembuatan area pelindung pantai baik secara alami seperti penanaman mangrove di area pantai ataupun pelindung pantai buatan seperti dinding pantai (*Seawall*) dan pemecah ombak sangat perlu dilakukan di wilayah pesisir yang masih mengalami erosi dan abrasi, hal ini bertujuan untuk melindungi garis pantai agar tidak terjadi perubahan yang dapat merusak dan merugikan masyarakat pesisir maupun bagi pesisir itu sendiri.



6. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM), 2012. *Peluang Investasi Daerah Kabupaten Lamongan*. Lamongan.
- Badan Lingkungan Hidup (BLH) Pemerintah Kota Surabaya, 2012. *Laporan Pengendalian Pencemaran Kawasan Pesisir dan Laut. Pemerintah Kota Surabaya*. Surabaya.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas), 2010. *Indonesian Climate Change Sectoral Roadmap (ICCSR)*, sektor kelautan dan perikanan. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. Jakarta.
- Castur, Selamat. 2009. *Refleksi Pembangunan Pesisir di lamongan Antara Sustainability Ekologi dan Pragmatisme Liberalisasi Developmentalism*. <http://arusinstitute.blogspot.com/2009/03/refleksi-pembangunan-pesisir-di.html>. Diakses pada tanggal 3 Desember 2014. Pukul 22.30 WIB.
- Dahuri, R., J. Rais, S. P. Ginting, dan M. J. Sitepu. 2001. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara terpadu*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Dwarakish, G.S., S.A. Vinay, U. Natesan, T. Asano, T. Kakinuma, K. Venkataramana, B. J. Paid dan M.K. Babita. 2009. *Coastal Vulnerability Assessment of The Future Sea Level Rise In Udipi Coastal Zone of Karnataka State, West Coast of India*. *Ocean & Coastal Management*. 52:467 – 478.
- Farida, Duriyapong, Kanchana Nakhapakom. 2011. *Coastal Vulnerability Assessment : a case study of Samut Sakhon coastal zone. Faculty of Environment and Resource Studies*. Mahidol University. Thailand.
- Fordham, Maureen. 2007. *Social Vulnerability and Capacity*.
- Gornitz, V. 1991. *Global coastal hazards from future sea level rise. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (Global and Planetary Change Section)*. 89:379-398.
- Gornitz, V. dan P. Kanciruk. 1989. *Assessment of Global Hazards from Sea Level Rise. Proceedings of Sixth Symposium on Coastal and Ocean Management ASCE*. Charleston, SC. 11-14 Juli 1989. Hal : 1345-1359.
- Hadikusuma, 2009. *Status Kajian Kenaikan Muka Air Laut di Perairan Indonesia Bagian Barat. Buku Kenaikan Muka Laut Relatif dan Kerentanan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil di Indonesia: Status Report Hasil-Hasil Penelitian*. ISBN 978-979-3768-21-2. Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Non Hayati. Jakarta.

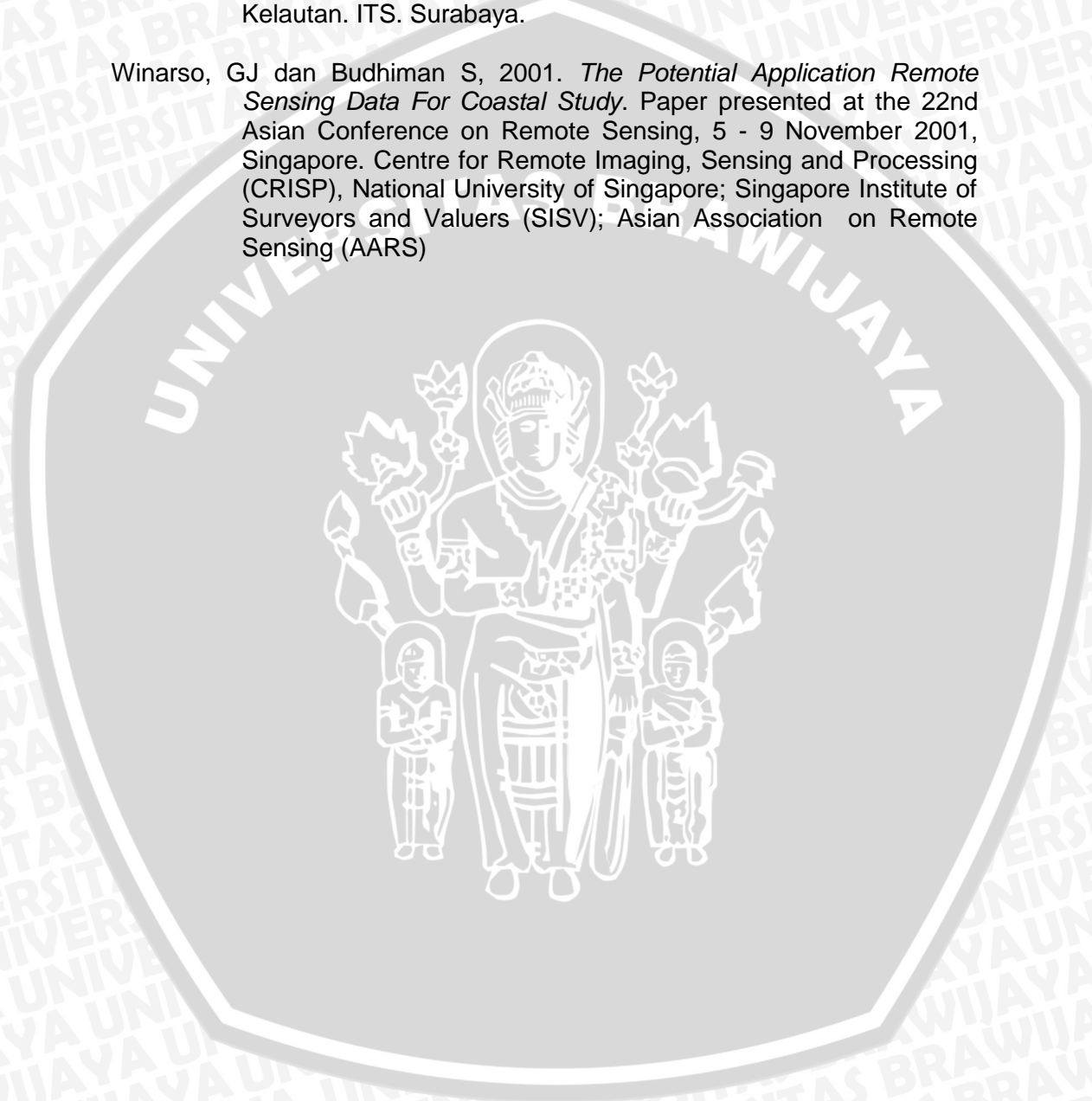
- Hegde, A. V. dan Reju, V. R., 2007. *Development of Coastal Vulnerability Index for Mangalore Coast, India*. Journal of Coastal Research. 23(5):11061111.
- Kumar, T.S., R. S. Mahendra, S. Nayak, K. Radhakrishnan dan K. C. Sahu. 2010. *Coastal Vulnerability Assessment for Orissa State, East Coast of India*. Journal of Coastal Research. 26(3):523-534.
- Lillesand, Thomas M. Dan Ralph W. Kiefer, 1997. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Diterjemahkan Oleh Dulbahri, Prapto Suharsono, Hartono, Suharyadi ; Sutanto (penyunting). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Marfai, M. Aris et al. 2011. Model Kerentanan Wilayah Pesisir Berdasarkan Perubahan Garis Pantai dan Banjir Pasang (Studi Kasus : Wilayah Pesisir Pekalongan). Program Magister S-2 Perencanaan dan Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai (MPPDAS). Fakultas Geografi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Pekerjaan Umum, 2010. *Lamongan Kembangkan Potensi Kawasan Pesisir*. Direktorat Jenderal Penataan Ruang Kementerian Pekerjaan Umum. Lamongan.
- Ruiz, L.A., Pardo J.E., Almonacid J., Rodríguez B.. 2007. *Coastline Automated Detection and Multiresolution Evaluation Using Satellite Images*. Proceedings of Coastal Zone 07. Portland, Oregon. July 22 to 26, 2007. http://www.csc.noaa.gov/cz/CZ07_Proceedings/PDFs/Poster_Abstracts/0000.Ruiz.pdf. [Diakses pada: 11/09/2014 08:15:36].
- Santoso, 2010. *Modul Pelatihan Pembangunan Indeks Kerentanan Pantai*. Modul Pengolahan Data Elevasi / Ketinggian. Institut Pertanian Bogor. IPB
- Solihuddin Tb, 2009. *Karakteristik Pantai Dan Proses Abrasi Di Pesisir Padang Pariaman, Sumatera Barat, Puslitbang Sumberdaya Laut dan Pesisir*. Balitbang-KP, Jakarta.
- Sostrodarsono, S. dan M. Takasaki. 2005. *Pengukuran Topografi dan Teknik Pemetaan*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Sujarwadi, C.O. 2010. *Analisis Kerentanan Pantai Terhadap Kenaikan Muka Laut di Wilayah Pesisir Utara Banten*. Skripsi. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Thieler ER, O'Connell JF, Schupp CA. 2001. *The Massachusetts Shoreline Change Project: 1800s to 1994; Technical Report*. USGS Adm Report NOAA.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.

USGS, 2013. *Landsat Project Description*. <http://landsat.usgs.gov/>. Diakses pada tanggal 13-5-2014.

Yunus, Hadi Sabari. 2002. *Struktur Tata Ruang kota, Edisi 2*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.

Wahyudi, T. Hariyanto, Suntoyo. 2009. *Analisa Kerentanan Pantai di Wilayah Pesisir Pantai Utara Jawa Timur*. Jurusan Teknik Kelautan. ITS. Surabaya.

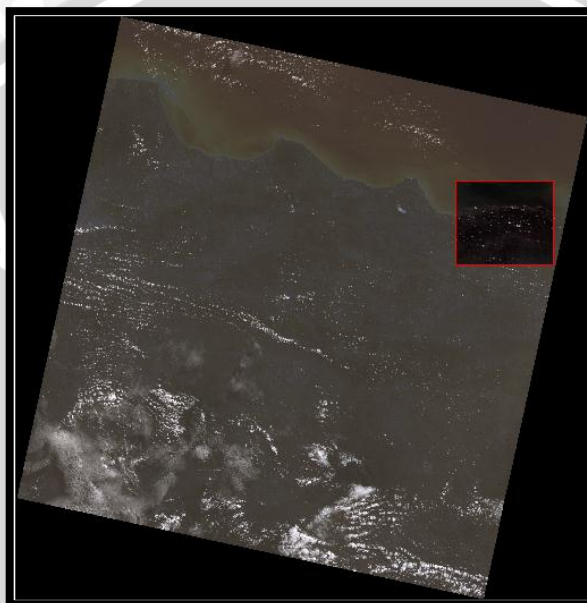
Winarso, GJ dan Budhiman S, 2001. *The Potential Application Remote Sensing Data For Coastal Study*. Paper presented at the 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5 - 9 November 2001, Singapore. Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing (CRISP), National University of Singapore; Singapore Institute of Surveyors and Valuers (SISV); Asian Association on Remote Sensing (AARS)



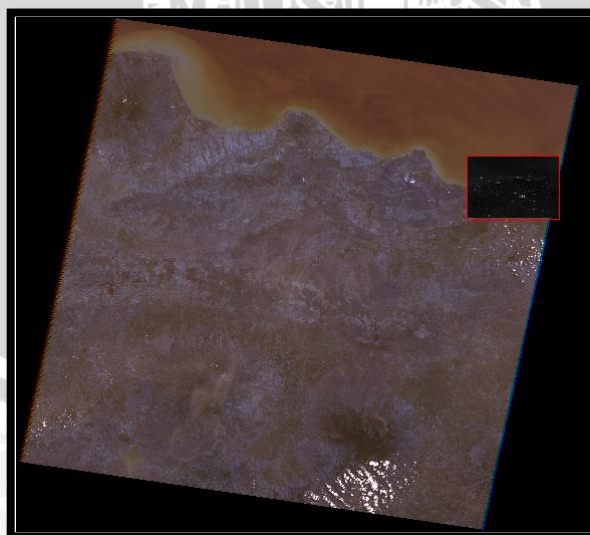
7. LAMPIRAN

Lampiran 1.

Berikut adalah data tampilan citra Landsat 5 TM Path : 119 dan Row : 65, perekaman 30 Agustus 2002 dan citra Landsat 8 OLI Path : 119 dan Row : 65, tanggal perekaman 20 Juni 2014 yang diunduh dari situs <http://glovis.usgs.gov>.



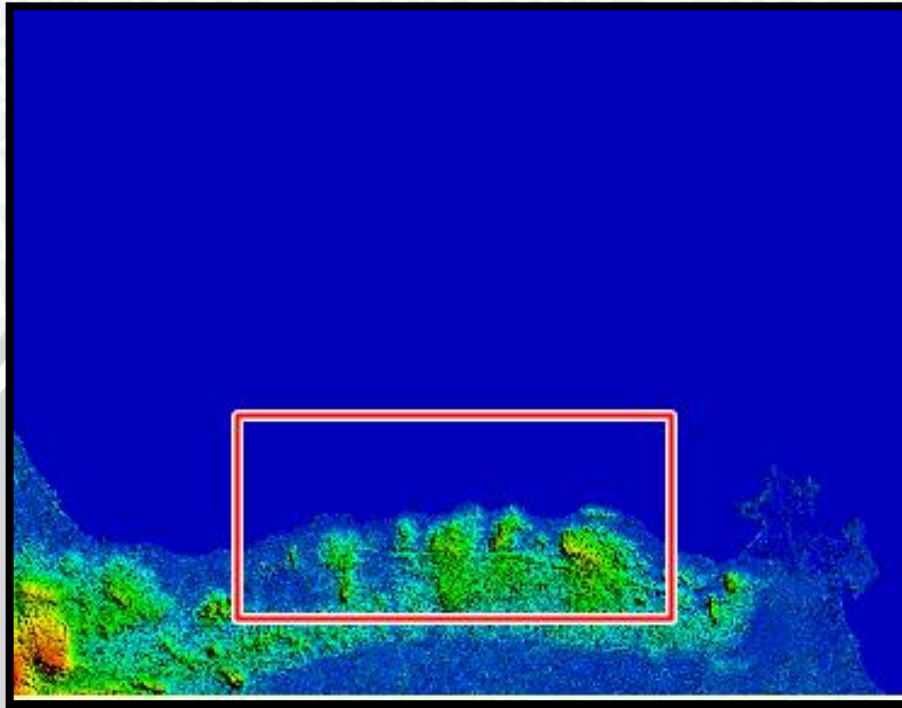
Gambar 43. Tampilan Data Citra Landsat 8 OLI



Gambar 44. Tampilan Data Citra Landsat 5 TM

Lampiran 2.

Berikut adalah data tampilan citra Aster GDEM dengan tanggal perekaman 17 Oktober 2011 yang diunduh dari situs <http://glovis.usgs.gov>.



Gambar 45. Tampilan data Citra Aster GDEM

Lampiran 3.

Tabel 26. Data pasang surut dari Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya

JAM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
4	-60	-30	-10	20	30	40	50	40	30	20	20	10	10	20	20	30	20	20	0	-20	-40	-50	-70	-70
5	-60	-40	-20	10	30	50	60	60	50	30	20	0	-10	-10	-10	0	10	10	10	0	-10	-30	-40	-50
6	-60	-50	-30	-10	20	50	60	70	60	50	20	0	-20	-40	-40	-30	-20	-10	10	10	10	0	-20	-30
7	-40	-50	-50	-20	10	40	70	80	80	70	40	10	-20	-50	-60	-60	-50	-30	-10	0	10	10	0	-10
8	-30	-30	-30	-20	0	30	60	80	90	80	60	30	-10	-50	-70	-80	-80	-60	-40	-10	10	20	20	10
9	-10	-20	-30	-20	0	30	60	80	100	100	80	50	0	-40	-70	-100	-100	-90	-70	-40	-10	10	20	20
10	10	-10	-20	-10	0	20	50	80	100	110	100	70	30	-20	-60	-100	-110	-110	-90	-60	-30	0	10	20
11	10	0	-10	-10	0	20	40	70	100	110	110	90	50	0	-50	-90	-110	-120	-110	-80	-50	-20	0	10
12	20	10	0	0	0	10	40	70	90	110	110	100	70	20	-30	-70	-100	-120	-120	-100	-70	-40	-10	0
13	10	10	10	0	0	10	30	60	80	100	110	110	80	40	0	-50	-90	-110	-120	-110	-90	-60	-30	-10
14	10	10	10	0	0	10	20	40	70	90	110	110	90	60	20	-20	-70	-100	-110	-110	-90	-70	0	0
15	0	10	10	10	0	0	10	30	50	80	90	100	90	70	40	0	-40	-80	-100	-100	-100	-80	-40	-20
16	-10	10	10	10	10	10	10	20	40	60	70	80	80	70	50	20	-20	-50	-80	-90	-90	-80	-50	-30
17	-10	0	10	20	10	10	10	10	20	40	50	60	70	50	50	30	-10	-30	-60	-70	-80	-80	-60	-40
18	-20	0	10	20	20	20	20	10	20	20	30	40	40	40	40	30	10	-10	-40	-50	-60	-70	-60	-40
19	-30	0	10	30	30	40	30	20	20	10	10	10	10	20	20	20	10	0	-20	-30	-50	-50	-60	-50
20	-30	-10	10	30	40	50	50	40	30	10	0	-10	-10	-10	-10	0	0	0	-10	-20	-30	-40	-50	-50
21	-30	-20	0	30	50	60	70	60	50	30	10	-20	-30	-40	-40	-30	-20	-10	-10	0	-10	-20	-40	-40
22	-30	-30	-10	20	40	70	80	80	70	50	20	-10	-40	-60	-70	-70	-50	-30	-20	0	0	0	-30	-30
23	-30	-30	-20	0	30	60	90	100	100	80	50	10	-30	-60	-90	-90	-80	-60	-40	-10	0	10	-10	-20
24	-20	-20	-20	-10	20	50	80	110	120	110	80	40	-10	-60	-90	-110	-110	-100	-70	-30	-10	10	10	0
25	0	-20	-20	-20	0	30	70	100	120	130	110	70	20	-30	-80	-120	-130	-120	-100	-60	-30	0	20	10
26	10	0	-20	-20	-10	10	50	80	110	130	130	100	60	0	-60	-100	-130	-140	-120	-90	-50	-10	20	20
27	30	10	0	-20	-20	0	20	60	100	120	130	120	90	40	-20	-80	-120	-140	-140	-110	-80	-40	10	30
28	30	30	10	0	-10	-10	10	30	70	100	120	120	100	60	10	-40	-90	-120	-140	-130	-100	-60	0	20
29	30	30	30	10	0	-10	0	10	40	70	100	110	110	80	40	-10	-60	-100	-120	-130	-110	-80	-20	10
30	20	30	30	20	10	0	0	0	20	40	70	90	90	80	60	20	-30	-70	-100	-110	-110	-90	-40	-10
1	10	30	40	40	30	10	0	0	10	20	40	60	70	70	60	30	0	-30	-70	-90	-90	-90	-60	-30
2	-10	20	30	40	40	30	20	10	0	10	20	30	40	40	40	30	10	-10	-40	-60	-70	-70	-70	-40



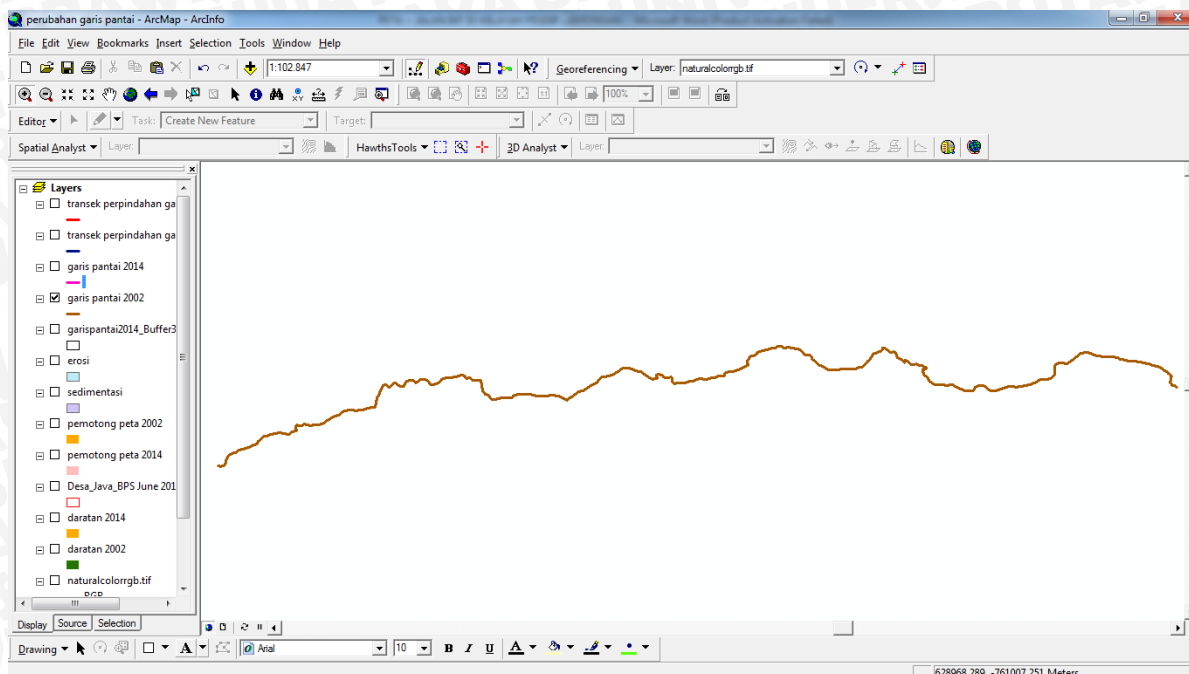
Lampiran 4.

Tabel 27. Data gelombang dari pelabuhan Tanjung Perak Surabaya

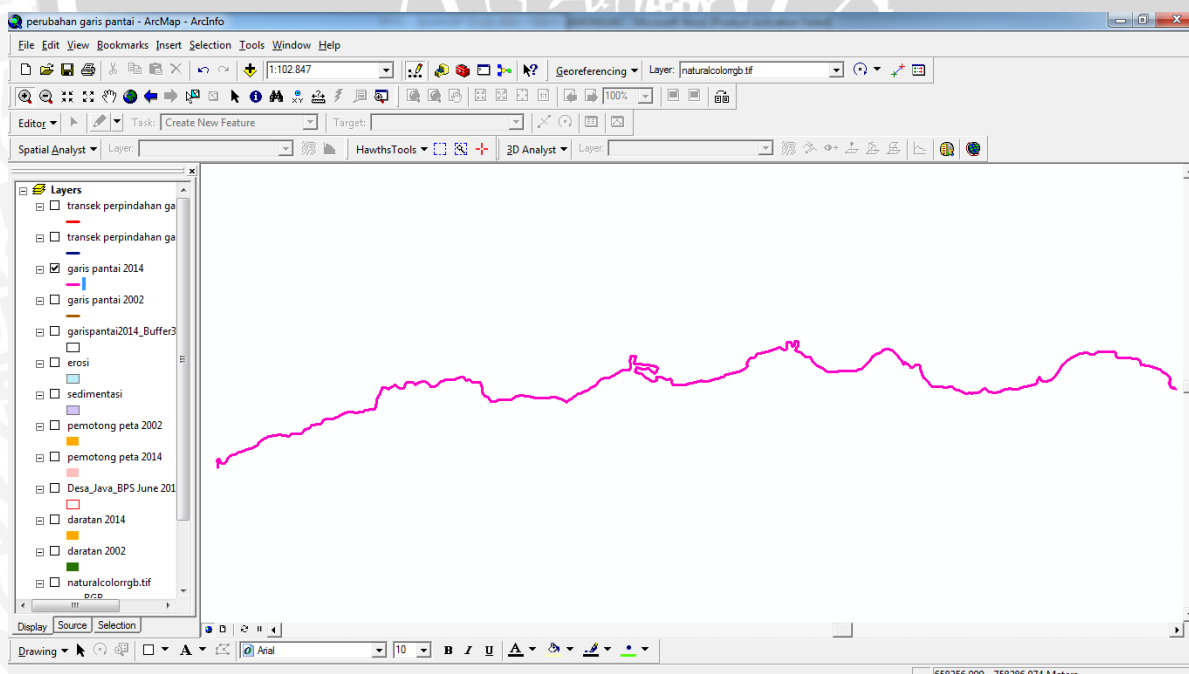
No	Date	Time(WIB)	WindDir(TN)	WindDir	WindSpd(knot)	WaveDir(TN)	HTot(m)	H1/10(m)	H1/100(m)	PTot(s)	WaveLen(m)
1	01/01/2009	1	286,15	WNW	2,14	338,02	0,26	0,33	0,43	3,93	24,1
2	01/01/2009	2	283,25	WNW	2,01	337,99	0,26	0,33	0,43	3,91	23,83
3	01/01/2009	3	279,95	W	1,89	337,96	0,25	0,32	0,42	3,89	23,55
4	01/01/2009	4	276,21	W	1,77	337,94	0,25	0,32	0,42	3,86	23,27
5	01/01/2009	5	271,96	W	1,66	337,91	0,25	0,31	0,41	3,84	23
6	01/01/2009	6	267,14	W	1,56	337,88	0,24	0,31	0,41	3,82	22,73
7	01/01/2009	7	261,72	W	1,48	337,86	0,24	0,31	0,4	3,79	22,45
8	01/01/2009	8	258,53	WSW	1,56	337,86	0,23	0,3	0,39	3,76	22,08
9	01/01/2009	9	255,66	WSW	1,65	337,86	0,23	0,29	0,38	3,73	21,71
10	01/01/2009	10	253,09	WSW	1,74	337,86	0,22	0,28	0,37	3,7	21,35
11	01/01/2009	11	250,77	WSW	1,83	337,86	0,21	0,27	0,36	3,67	20,98
12	01/01/2009	12	248,68	WSW	1,93	337,86	0,21	0,26	0,35	3,64	20,62
13	01/01/2009	13	246,79	WSW	2,02	337,86	0,2	0,25	0,33	3,6	20,27
14	01/01/2009	14	245,08	WSW	2,12	337,94	0,19	0,25	0,32	3,6	20,24
15	01/01/2009	15	243,52	WSW	2,23	338,03	0,19	0,24	0,31	3,6	20,21
16	01/01/2009	16	242,1	WSW	2,33	338,12	0,18	0,23	0,3	3,6	20,18
17	01/01/2009	17	240,81	WSW	2,43	338,2	0,18	0,22	0,29	3,59	20,15
18	01/01/2009	18	239,62	WSW	2,54	338,29	0,17	0,22	0,28	3,59	20,13
19	01/01/2009	19	238,52	WSW	2,65	338,38	0,16	0,21	0,27	3,59	20,1
20	01/01/2009	20	241,61	WSW	2,85	338,38	0,17	0,22	0,28	3,61	20,37
21	01/01/2009	21	244,28	WSW	3,06	338,38	0,17	0,22	0,29	3,64	20,65

Lampiran 5.

Berikut adalah hasil pembuatan garis pantai tahun 2002 dan 2014 yang diperoleh dari pengolahan data citra satelit Landsat 5 dan Landsat 8, adalah sebagai berikut :



Gambar 46. Garis Pantai Pesisir Lamongan Tahun 2002



Gambar 47. Garis Pantai Pesisir Lamongan Tahun

Lampiran 6.

Berikut adalah data sosial ekonomi masyarakat di pesisir lamongan yang berprofesi sebagai nelayan, adalah sebagai berikut :

Tabel 28. Data Nelayan di Pesisir Lamongan

No	Data	Jumlah
1	Jumlah rumah tangga perikanan tangkap (Kecamatan Brondong & Paciran)	11.930
2	Tingkat pendidikan	SD – SMU
3	Pengalaman pekerjaan sebagai nelayan	Umur 10 – 40 tahun

Tabel 29. Potensi yang berada di pesisir Lamongan

No	Potensi (Dominasi)	Lokasi (Dominasi)
1	Pertambakan	Lohgung, Brengkok, Labuhan
2	Hutan Mangrove	Lohgung, Brengkok, Labuhan
3	Industri Perikanan	Sedayulawas, Brondong, Paciran.

Tabel 30. Infrastruktur penopang kegiatan ekonomi masyarakat nelayan

No	Infrastruktur	Lokasi
1	TPI (Tempat Pelelangan Ikan)	Weru, Kranji, Brondong
2	LIS (Lamongan Shorebase)	Kemantren
3	ASDP	Tunggul
4	LINTECH, PT. DOK, WBL (Wisata Bahari Lamongan)	Paciran

Lampiran 7.

Berikut ini adalah beberapa aktifitas pengecekan lokasi dan pengambilan titik koordinat yang dilakukan pada wilayah kajian penelitian di pesisir Lamongan yang dilakukan pada tanggal 20 – 30 September 2014.



Gambar 48. Pelaksanaan pengecekan lapang dan pengambilan titik koordinat