

**STUDI KERENTANAN PANTAI MENGGUNAKAN COASTAL
VULNERABILITY INDEX (CVI) DI PESISIR LAMONGAN.**

SKRIPSI

Oleh:

**FARADHILLAH ADIBAH
NIM. 175080601111033**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN ILMU
KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**

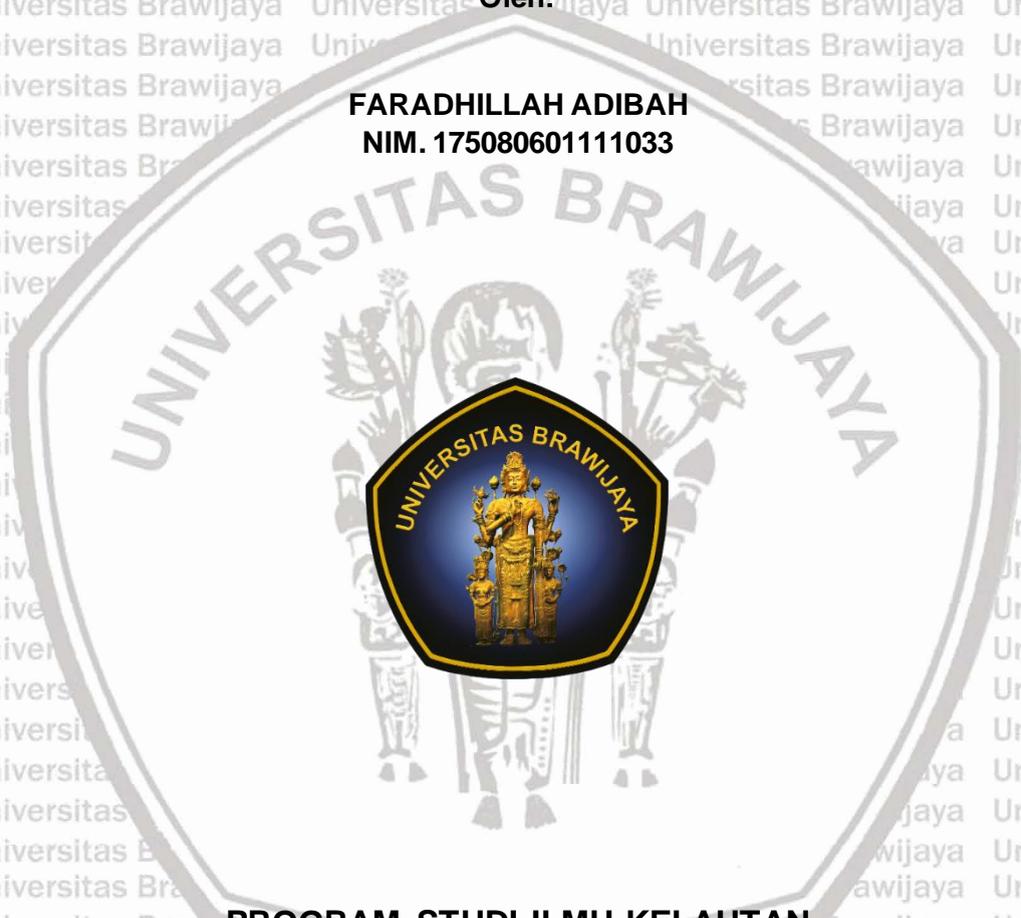


**STUDI KERENTANAN FISIK PANTAI MENGGUNAKAN COASTAL
VULNERABILITY INDEX (CVI) DI PESISIR LAMONGAN.
SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh:

**FARADHILLAH ADIBAH
NIM. 175080601111033**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN ILMU
KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**



SKRIPSI
**STUDI KERENTANAN FISIK PANTAI MENGGUNAKAN COASTAL
VULNERABILITY INDEX (CVI) DI PESISIR LAMONGAN.**
SKRIPSI

Oleh:

FARADHILLAH ADIBAH
NIM. 175080601111033

Telah dipertahankan di depan penguji pada tanggal

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Mengetahui,
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


(Andik Isdianto, ST. MT.)
NIK. 2013098209281001
Tanggal: 1/3/2022


(Dr. Rudianto, MA.)
NIP. 195707151986031024
Tanggal: 1/3/2022

Mengetahui:
Ketua Jurusan PSPK


(Dr. Eng Abu Bakar Sambah, S.Pi, MT)
NIP. 19740812 200312 2 001
Tanggal: 1/3/2022



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Faradhillah adibah

Nim : 175080601111033

Program Studi : Ilmu Kelautan

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah dituliskan atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 5 Oktober 2021

Mahasiswa

Faradhillah Adibah

175080601111033

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan banyak ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tidak lupa sholawat serta salam dihanturkan kepada Nabi Muhammad SAW.
2. Bapak Andik Isdianto, ST., MT dan Bapak Dr. H. Rudianto, MA selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dengan baik sehingga dapat terselesaikannya skripsi ini.
3. Papa (Lutfi Arifi) dan Mama (Lidia Arliany) saya selaku kedua orang tua saya yang telah memberikan banyak dorongan semangat, materil, motivasi, dan doa yang tak pernah putus dari awal perkuliahan hingga penyelesaian laporan skripsi ini.
4. Terima kasih kepada teman – teman saya Muchammad Fairuz Haykal, Berlania Putri, Lutfi Oktasyah dan Gibran basutikno yang telah memberikan dukungan moral serta semangat selama penyusunan laporan ini.
5. Teman – Teman satu bimbingan Bapak Andik Isdianto, S.T., M.T., dan Bapak Dr. H. Rudianto, MA dan yang telah mendukung selama penyusunan laporan.
6. Seluruh teman teman Ilmu Kelautan UB Angkatan 2017 yang telah memberikan dukungan, doa serta bantuan dalam penyusunan laporan ini.
7. Terima kasih kepada Thari Maulida Noorsafitri, Renaldi regan, Zahra Natasya dan Fadhila yang senantiasa mendukung serta memberikan dukungan moral selama penyusunan laporan skripsi.

RINGKASAN

Faradhillah Adibah. Skripsi tentang Studi Indeks Kerentanan Pantai Menggunakan *Coastal Vulnerability Index (CVI)* di Pesisir Lamongan. Dibawah bimbingan **Andik Isdianto, ST., MT.** dan **Dr. H. Rudianto, MA.**

Wilayah pesisir memiliki karakteristik sangat rentan terhadap perubahan yang terjadi. Kerentanan merupakan tingkatan suatu sistem yang mudah terkena atau tidak saat terjadinya bencana. Pesisir Kabupaten Lamongan terletak di Provinsi Jawa Timur bagian utara, sehingga berbatasan dengan Laut Utara Jawa. Kekayaan alam di pesisir lamongan sangatlah melimpah. Terdapat ekosistem mangrove, lamun, dan terumbu karang yang perlu di lestarikan. Selain akan potensi sumberdaya alam pesisir lamongan juga menjadi salah satu daerah strategis dalam bidang industri dan pariwisata. Hal ini di dukung oleh banyaknya pelabuhan kapal dan pembangunan sektor pariwisata disepanjang tepi pantainya. Potensi pemanfaatan yang tinggi memerlukan adanya perencanaan yang matang oleh instansi pemerintah supaya pemanfaatannya dapat berkelanjutan, optimal dan seimbang dari segala sisi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kerentanan pesisir di sepanjang garis pantai pesisir lamongan sehingga dapat dijadikan dasar bagi para pembuat kebijakan dalam penentuan pembangunan dan mitigasi kebencanaan kedepannya. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode analisis indeks kerentanan pesisir (CVI) dengan beberapa variabel fisik. Variabel fisika yang mendukung yaitu geomorfologi, elevasi, gelombang, pasang surut, perubahan garis pantai, dan kenaikan muka air laut. Hasil penelitian ini yaitu kondisi fisik pada pantai di pesisir Lamongan rata rata memiliki bentuk pantai datar serta ber substrat pasir ataupun lumpur. Penggunaan lahan yang ada di pesisir lamongan banyak yang berbentuk tambak, pemukiman, serta pelabuhan. Nilai kelerengan di pesisirnya sebesar 0.14%. Tinggi gelombang di pesisir lamongan memiliki rata rata 0,60 m dengan periode gelombang 3,89 s. Tipe pasang surut yang berada di pesisir lamongan yaitu diurnal (Harian tunggal). Kenaikan muka air laut yang dilakukan dengan persamaan linier di dapatkan 3,72 mm/yr. Pesisir lamongan memiliki tiga macam kategori / kelas menurut nilai cvi (coastal vulnerability index) yaitu sangat rendah, rendah dan sedang. Nilai CVI sedang mencapai nilai 25,00 (Sel 26) dan sangat rendah berkisar antara 8,66 . Dalam klasifikasi cvi wilayah desa yang masuk kedalam kategori sangat rendah adalah Loh gung, Labuhan, Brengkok, Sedayu lawas, Brondong, Kondang semangkon, Paciran, Tunggul, Kranji, Banjarwati, Kemantren, Sidokelar. Wilayah desa yang masuk kedalam kategori rendah yaitu Loh gung, Labuhan, Sedayu lawas, Brengkok, Kondang semangkon, Paciran, Tunggul, Kranji, Banjarwati. Kategori ketiga yaitu menengah terdapat desa Sedayu lawas, Belimbing, Kondang semangkon, Paciran, Tunggul, Banjarwati.

DAFTAR ISI

Halaman

PERNYATAAN ORISINALITAS i

UCAPAN TERIMAKASIH..... ii

RINGKASAN..... iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI v

DAFTAR TABEL..... vii

DAFTAR GAMBAR viii

DAFTAR LAMPIRAN ix

BAB I. PENDAHULUAN..... 1

1.1 Latar belakang 1
 1.2 Rumusan Masalah 4
 1.3 Tujuan 5
 1.4 Manfaat 5

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA..... 6

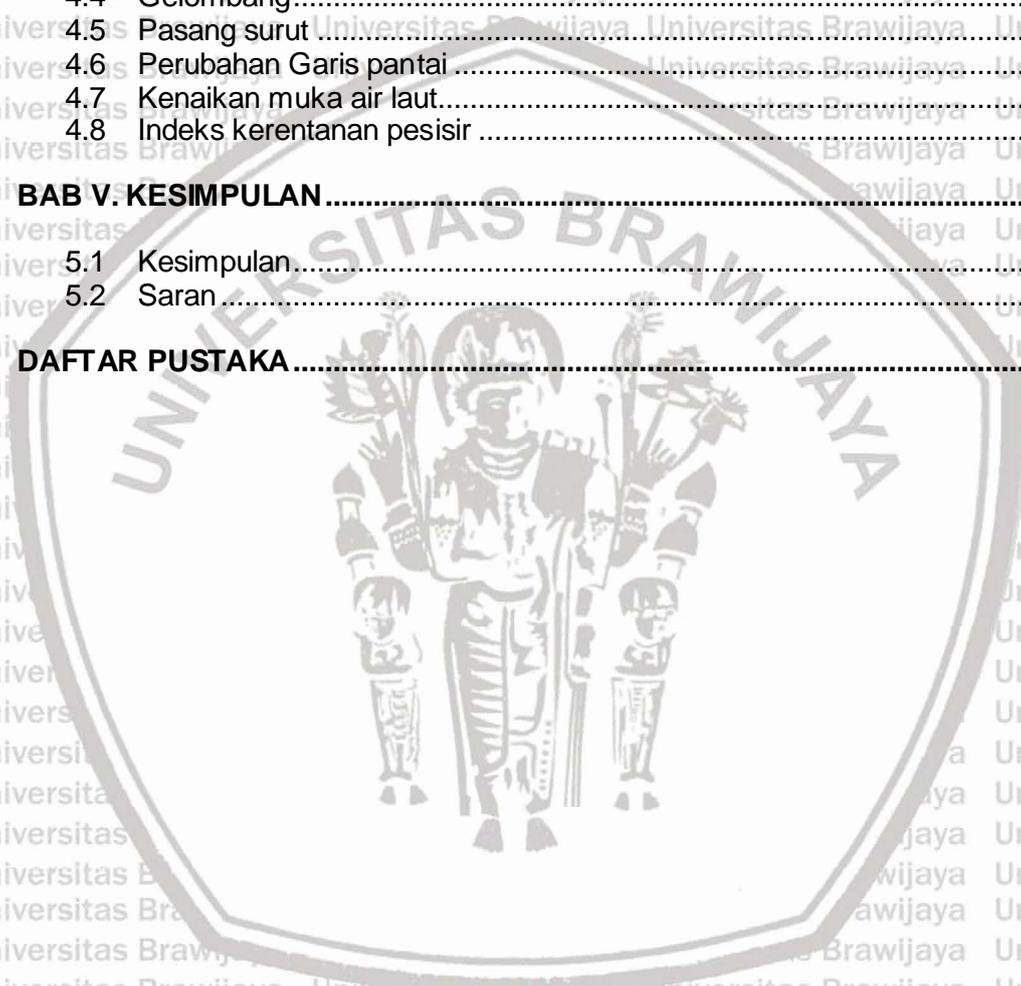
2.1 Pesisir 6
 2.1.1 Kerentanan 7
 2.1.2 Penelitian Kerentanan Sebelumnya 8
 2.2 Indeks Kerentanan Pesisir (CVI) 9
 2.2.1 Geomorfologi 10
 2.2.1 Elevasi 10
 2.2.2 Gelombang 10
 2.2.3 Pasang surut 12
 2.2.4 Perubahan garis pantai 15
 2.2.5 Kenaikan muka air laut 15
 2.3 Citra satelit 16
 2.3.1 DEM 16
 2.3.2 Lansat 7 *Enhanced thematic mapper* (ETM) 17
 2.3.3 Landsat 8 *Operational land imager* (OLI) 17

BAB III. METODE PENELITIAN 19

3.1 Lokasi Penelitian 19
 3.2 Alat dan Bahan 20
 3.3 Variabel dan Indikator 21
 3.4 Metode penelitian 22
 3.3.1 Geomorfologi 23



3.3.2 Elevasi.....	24
3.3.3 Gelombang.....	25
3.3.4 Pasang Surut.....	26
3.3.5 Perubahan Garis Pantai.....	27
3.3.6 Kenaikan muka air laut.....	27
3.4 Analisa Data.....	28
BAB IV. PEMBAHASAN.....	31
4.1 Batas Wilayah Penelitian.....	31
4.2 Geomorfologi.....	32
4.3 Elevasi.....	34
4.4 Gelombang.....	36
4.5 Pasang surut.....	38
4.6 Perubahan Garis pantai.....	43
4.7 Kenaikan muka air laut.....	45
4.8 Indeks kerentanan pesisir.....	47
BAB V. KESIMPULAN.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Spesifikasi Landsat 7 ETM	17
Tabel 2. Spesifikasi Landsat 8 OLI	18
Tabel 3. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	20
Tabel 4. Bahan yang digunakan dalam penelitian	20
Tabel 5. Kelas kerentanan geomorfologi.....	24
Tabel 6. <i>Coastal Index Vulnerability</i> (Hammar-Klose et al., 2004).....	29
Tabel 7. Kelas CVI	30
Tabel 8. Koordinat pasang surut.....	39
Tabel 9. Konstanta harmonik pasang surut Lamongan	39
Tabel 10. Koordinat dan nilai SLA	45
Tabel 11. Daftar desa dan kelas kerentanannya.....	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Gelombang destruktif (Sumber:Oceanpulse, 2020).....	12
Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian	19
Gambar 3. Skema kerja pengambilan data geomorfologi.....	23
Gambar 4. Skema kerja pengolahan data elevasi.....	25
Gambar 5. Skema kerja pengolahan data gelombang.....	26
Gambar 6. Peta Buffer Penelitian Pesisir Lamongan.....	31
Gambar 7. Peta sel wilayah penelitian	32
Gambar 8. peta penggunaan lahan 2019 (Dewi, 2020).....	33
Gambar 9. Peta elevasi ketinggian pesisir Kabupaten Lamongan.....	35
Gambar 10. Grafik perhitungan tinggi dan periode gelombang di Lamongan.....	37
Gambar 11. Gelombang konstruktif (Oceanpulse, 2021).....	38
Gambar 12. Grafik Pasang Surut Kecamatan Brondong Januari.....	40
Gambar 13. Grafik Pasang Surut Kecamatan Brondong Februari.....	40
Gambar 14. Grafik Pasang Surut Kecamatan Brondong Maret.....	41
Gambar 15. Grafik Pasang Surut Kecamatan Brondong April.....	41
Gambar 16. Grafik Pasang Surut Kecamatan Brondong Mei.....	41
Gambar 17. Grafik Pasang Surut Kecamatan Brondong Juni.....	41
Gambar 18. Grafik Pasang Surut Kecamatan Paciran Januari.....	42
Gambar 19. Grafik Pasang Surut Kecamatan Paciran Februari.....	42
Gambar 20. Grafik Pasang Surut Kecamatan Paciran Maret.....	42
Gambar 21. Grafik Pasang Surut Kecamatan Paciran April.....	42
Gambar 22. Grafik Pasang Surut Kecamatan Paciran Mei.....	42
Gambar 23. Grafik Pasang Surut Kecamatan Paciran Juni.....	42
Gambar 24. Peta Perubahan Garis Pantai.....	44
Gambar 25. Grafik tren kenaikan muka air laut pada titik A.	46
Gambar 26. Grafik tren kenaikan muka air laut pada titik B.	46
Gambar 27. Peta kerentanan pesisir.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Geomorfologi Lamongan.....	59
Lampiran 2. Elevasi Pantai di Pesisir Lamongan.....	62
Lampiran 3. Data Kenaikan Muka Air Laut.....	64
Lampiran 4. Nilai parameter kerentanan pesisir.....	72
Lampiran 5. Nilai indeks kerentanan pesisir.....	75
Lampiran 6. Keterangan desa dan kategori CVI.....	77



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Ekosistem merupakan suatu sistem yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Ketahanan ekosistem merupakan suatu kemampuan lingkungan dalam mencegah, menahan dan beradaptasi dari beberapa ancaman dan gangguan alami ataupun buatan manusia. Hal ini sangat penting dalam keberlanjutan ekosistem yang ada di pesisir mengenai seberapa lama ekosistem mampu bertahan terhadap gangguan gangguan yang ada (kerusakan). Ketahanan lingkungan merupakan kewajiban bagi seluruh lapisan masyarakat maupun pemerintah yang harus dilakukan guna menjaga keutuhan lingkungan (Isdianto et al., 2020).

Wilayah pesisir adalah wilayah peralihan antara daratan dan lautan yang masih banyak di pengaruhi oleh lautan (Saptiadi, 2017). Wilayah ini tidak dapat dipisahkan dalam luasan wilayah indonesia, seperti yang kita ketahui, indonesia memiliki garis pantai terpanjang kedua setelah kanada. Menurut Dahuri et al., (2001) ditinjau dari segi garis pantai, wilayah pesisir memiliki dua macam batas, yaitu batas yang sejajar garis pantai (long shore) dan batas yang tegak lurus dengan garis pantai (cross shore). Daerah ini merupakan area yang sangat vital bagi aktifitas manusia, karena memiliki sumberdaya alam yang melimpah (Yanti et al., 2019).

Wilayah pesisir memiliki karakteristik sangat rentan terhadap perubahan yang terjadi. Kerentanan atau vulnerability merupakan tingkatan suatu sistem yang mudah terkena atau tidak saat terjadinya bencana, biasanya prinsip kerentanan akan digunakan untuk mengembangkan startegi pengelolaan resiko bencana.

Sesuai dengan Perka BNPB Nomor 2 Tahun 2012 kerentanan adalah

terganggunya kondisi lingkungan, masyarakat, struktur, layanan yang diakibatkan oleh dampak bahaya tertentu sehingga menimbulkan kerugian.

Tingkat kerentanan pada setiap daerah sangatlah bervariasi, sesuai dengan gangguan yang di terima (alami atau antropogenik)(Handiani et al., 2019).

Tingginya tingkat pemanfaatan yang dilakukan terhadap sumber daya alam yang melimpah menyebabkan pembangunan dan pengusahaan sumberdaya alam yang tidak memerhatikan prinsip ekologi, sehingga menimbulkan kerusakan pada proses dan fungsi ekosistem pantai (Djunaedi & Basuki, 2002).

Potensi yang dimiliki wilayah pesisir sangat besar (Bengen, 2002). Selain sumberdaya alam yang melimpah, kawasan ini juga memberikan kontribusi bagi perekonomian negara. Potensi dari wilayah pesisir yang antara lain sebagai tempat rekreasi dan pariwisata, media transport, penampungan limbah, pengatur iklim, kawasan perlindungan, dan penunjang fungsi ekologis lainnya (Trinanda, 2017). Pada wilayah pesisir biasanya banyak ditumbuhi oleh mangrove. Indonesia memiliki luas hutan mangrove sekitar 4.251.011,03 ha. Namun pada penelitian tahun 2012 di sebutkan mengalami penurunan 30 – 50% (Donato et al., 2012).

Ekosistem mangrove memiliki produktivitas tinggi dan memiliki mata rantai ekologis yang penting bagi kehidupan organisme di sekitarnya (Karimah, 2017).

Hutan mangrove memiliki fungsi ekologis sebagai pelindung garis pantai, mencegah intrusi air laut dan tempat hidup beberapa organisme (Kustanti, 2011).

Terdapat beberapa peristiwa yang dapat memengaruhi kawasan pesisir, yaitu ancaman gelombang, dan perubahan iklim. (Purbani et al., 2019). Abrasi dapat menyebabkan kemunduran pada garis pantai. Mundurnya garis pantai mengakibatkan hilangnya beberapa ekosistem pesisir, seperti hutan mangrove, estuari, dan terumbu karang (Handiani et al., 2018). Beberapa faktor lingkungan

yang dapat mengancam kerentanan pesisir yaitu seperti variabilitas iklim, perubahan iklim global (Wong et al., 2014) dan naiknya permukaan laut.

Menurut Isdianto dan Luthfi (2020) perubahan iklim adalah fenomena meningkatnya intensitas kejadian cuaca ekstrim, perubahan pola hujan, peningkatan suhu dan permukaan air laut pada suatu wilayah. Semakin tinggi muka air laut maka akan semakin meningkat pula suhu di bumi (Isdianto et al., 2014). Tipe atau bentuk lahan perlu diketahui untuk menilai resistensi pesisir terhadap erosi yang terjadi (Pendleton et al., 2005). Geomorfologi tidak lepas dari elevasi wilayah pesisir, elevasi pesisir berkaitan dengan potensi terjadinya genangan dan kecepatan laju perubahan garis pantai (Hamuna et al., 2018).

Pesisir Kabupaten Lamongan terletak di Provinsi Jawa Timur bagian utara, sehingga berbatasan dengan Laut Utara Jawa. Pantai utara Jawa memiliki potensi akan kenaikan muka air laut yang tinggi (Sihombing et al., 2012). Potensi kenaikan muka air laut ini akan sangat berdampak bagi pesisir di Kabupaten Lamongan.

Pantai utara Jawa juga rentan akan terjadinya sedimentasi. Mengingat bahwa Pantai Utara Jawa banyak digunakan sebagai jalur pelayaran dan Industri lokal masyarakat Indonesia.

Kabupaten Lamongan juga memiliki banyak potensi sumberdaya alam laut yang tinggi. Terdapat ekosistem mangrove (Aprianto & Romadhon, 2021), lamun (Diana Arfiatia et al., 2019) dan terumbu karang (Roikhatul, 2015) yang perlu dijaga dari kerusakan lingkungan. Kerusakan lingkungan selain dari adanya aktivitas manusia adalah kerusakan dari alam. Oleh karena itu diperlukan data penunjang terkait kerentanan pesisir sebagai dasar pengambilan rencana mitigasi dan pembangunan berkelanjutan.

Posisi kabupaten Lamongan yang strategis serta bagian kawasan

pembangunan Gerbangkertosusila menjadi tujuan bagi beberapa industri perkapalan dan perikanan yang akan membantu meningkatkan pertumbuhan ekonomi bagi pemerintah dan masyarakat pesisir. Gerbangkertosusila dapat disebut juga SWP atau satuan wilayah Pengembangan meliputi Wilayah Gresik, Bangkalan, Mojokerto, Surabaya, Sidoarjo, dan Lamongan. Menurut Perda Provinsi Jawa Timur No 5 Tahun 2012 tentang rencana tata ruang wilayah provinsi tahun 2011 – 2031 wilayah ini di jadikan sebagai kawasan strategis nasional. Pembangunan yang dilakukan berkelanjutan ini akan menimbulkan beberapa dampak pada ketidakseimbangan ekosistem pesisir.

Mengingat bahwa pesisir memiliki peranan strategis sekaligus wilayah yang rentan terhadap adanya perubahan lingkungan maka pemanfaatannya perlu di cari keseimbangan optimum antara pemanfaatan, pengelolaan dan pelestariannya (Hamuna et al., 2018). Analisis tingkat kerentanan pantai perlu dilakukan pada setiap kawasan pantai untuk mengetahui kondisi pantai karena memengaruhi naik turunnya produktivitas suatu kawasan pantai dari sisi ekologi, biologi hingga sosial ekonomi. Pada beberapa penelitian indeks kerentanan pantai telah dilakukan dan dianggap efektif dalam memberi masukan bagi pengelolaan wilayah pesisir (Handiani et al., 2019). Adanya pengelolaan wilayah pesisir pemerintah daerah dapat melihat wilayah yang rentan akan adanya ancaman alami untuk meminimalisir dampak serta merencanakan pengambilan kebijakan terhadap mitigasi bencana dan pembangunan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun beberapa rumusan masalah yang menjadi dasar pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kondisi pantai di pesisir Lamongan?
2. Bagaimana kerentanan pantai di pesisir Lamongan?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah dalam penelitian tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi kondisi fisik Pantai di Pesisir Lamongan.
2. Menganalisis tingkat kerentanan pantai di Pesisir Pantai Lamongan.

1.4 Manfaat

Hasil dari penelitian ini dijadikan sebagai dasar dalam penelitian selanjutnya dan langkah yang tepat upaya penanggulangan terhadap kerentanan pantai.

Selain itu hasil penelitian ini akan dapat membantu pembangunan berkelanjutan masyarakat di pesisir Lamongan.



BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pesisir

Wilayah pesisir merupakan wilayah peralihan antara ekosistem laut dan darat yang masih dipengaruhi oleh perubahan di darat dan laut (Lautetu et al., 2019). Peralihan antara daratan dan lautan pada pesisir membentuk sebuah ekosistem yang unik dan beragam. Kawasan pesisir memiliki produktivitas hayati yang tinggi. Terdapat ekosistem mangrove, padang lamun dan terumbu karang sebagai habitat organisme untuk melakukan pemijahan, tempat asuhan dan tempat berlindung. Organisme yang menetap pada daerah pesisir sangat beragam seperti udang, kepiting, moluska hingga produsen primer (micro algae) (R. Dahuri, 2001).

Selain potensi akan sumberdaya alam, pesisir juga memiliki nilai keindahan sebagai tempat pariwisata. Di sisi lain kemudahan transport serta distribusi barang melalui jalur laut juga menjadi pilihan kepada masyarakat untuk menetap di wilayah pesisir (R. Dahuri, 2001). Berbagai kekayaan sumberdaya alam dan jasa lingkungan ini yang kemudian akan menimbulkan daya tarik bagi banyak pihak untuk mengeksplotasi bagi berbagai kepentingan pemanfaatan (JAMAL, 2019).

Tekanan besar akan muncul di karenakan konflik akibat dari kepentingan yang muncul. Keunikan ekosistem yang ada di wilayah pesisir perlu diperhatikan supaya ekosistem dapat tetap lestari (Yonvitner et al., 2016). Wilayah pesisir memiliki arti penting dalam pembangunan ekonomi bangsa. Semakin meningkat pesat kegiatan pembangunan pesisir maka tekanan ekologis terhadap ekosistem dan sumberdaya pesisir semakin meningkat (Kristiyanti, 2016).

Selain tekanan akibat dari pemanfaatan manusia, pesisir juga mendapat

tekanan dari faktor alam. Salah satunya adalah adanya perubahan garis pantai sehingga menyebabkan terjadinya abrasi. Abrasi adalah proses pengikisan daratan oleh gelombang laut berakibat pada hanyutnya substrat dan berkurangnya daratan (Utami & Pamungkas, 2013).

2.1.1 Kerentanan

Kerentanan pesisir merupakan sebuah kondisi menggambarkan keadaan mudah atau tidaknya suatu sistem alami maupun buatan terhadap bencana pantai.

Tingkat kerentanan sangat penting untuk di ketahui untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh suatu bencana (Choirunisa & Giyarsih, 2013). Setiap kategori pada indeks kerentanan dapat dijadikan petunjuk dari karakteristik jenis variabelnya terkait dengan cakupan kategori kerentanan pada suatu kawasan.

Jenis kategori ranking pada setiap variabel yang bervariasi dapat menunjukkan keragaman karakteristik spasial variabel bersifat lokal (relatif) pada lokasi penilaian. Sebaliknya apabila jenis kelas variabelnya hampir konstan pada sepanjang garis maka dapat disimpulkan bahwa jenis variabel tersebut memiliki karakter regional hingga global (Hamuna et al., 2018).

Tingkat kerentanan pesisir pada setiap daerah sangat bervariasi sesuai dengan gangguan yang diterima. Faktor alami maupun akibat aktivitas manusia semuanya memiliki pengaruh (Handiani et al., 2019). Faktor alami yang dapat menyebabkan terjadinya kerentanan pesisir adalah abrasi, tsunami, gelombang, perubahan garis pantai dan banjir rob. Kerentanan dapat dibagi menjadi 4 jenis yaitu kerentanan fisik, lingkungan, sosial dan ekonomi. Kerusakan dari aspek kerentanan tersebut dapat mengakibatkan terjadinya ancaman bencana di wilayah pesisir semakin besar (Kartini & Mardiatno, 2020).

Kajian kerentanan kawasan pesisir merupakan bagian dari pengelolaan kawasan pesisir secara terintegrasi (Sakka, Paharuddin, 2014). Salah satu

perhitungan indeks kerentanan pesisir dilakukan dengan metode CVI. Coastal vulnerability index (CVI) atau indeks kerentanan pantai (IKP) adalah indeks untuk menilai tingkat kerentanan fisik suatu wilayah. Indeks ini diperkenalkan oleh Gonitz pada tahun 1997 dan telah banyak digunakan oleh beberapa peneliti seperti Boruf 2005 dan Elizabeth 2005 (Ristiano, 2011).

2.1.2 Penelitian Kerentanan Sebelumnya

Analisis kerentanan pesisir di Indonesia telah dilakukan oleh Prabowo & Astjario (2016), menyatakan bahwa kerentanan pesisir pulau Jawa mengalami kenaikan muka air laut dengan kecepatan 2-8mm/tahun dalam 100 tahun mendatang mampu menimbulkan bencana pada daerah rawan rentan dan beresiko mengalami kenaikan muka air laut. Selanjutnya Sakka et al. (2014), menganalisis parameter yang sangat berpengaruh pada kerentanan pantai di kota Makassar adalah elevasi pantai dan perubahan garis pantai di sepanjang kota Makassar dengan kerentanan tinggi berkisar 7 Km pada pesisir Tamalate. Menurut Putra et al. (2015), pada wilayah timur laut Bali kerentanan disebabkan oleh penggunaan lahan yang terlalu dekat dengan garis pantai dan gelombang tinggi sehingga masuk ke dalam kategori kerentanan tinggi. Penelitian mengenai kerentanan pesisir di Kabupaten Tuban dilakukan pada sepanjang garis pantai 65 km menggunakan 10 variabel fisika pantai. 5 kecamatan di pantai Tuban memiliki 4 kategori kerentanan terhadap ancaman kerusakan. Kecamatan Bancar masuk ke dalam kategori rentan sampai sangat rentan, kecamatan Jenu masuk ke dalam daerah rentan dan sangat rentan, Kecamatan Palang dan Tambakboyo masuk ke dalam kategori sedang hingga sangat rentan. Kesimpulannya Tuban masuk ke dalam kategori sedang dan rentan (Joetidawati, 2016). Nilai indeks kerentanan pesisir juga dilakukan pada wilayah Ternate oleh Kartini & Mardiatno (2020) dan menyebutkan bahwa wilayah pesisir Pulau Ternate memiliki 6 Kelurahan dimana

rata rata indeks kerentanan pada nilai sedang dan sebagian lainnya rendah dimana terdapat rata – rata bangunan yang dekat garis pantai berusia lebih dari 30 tahun.

2.2 Indeks Kerentanan Pesisir (CVI)

Indeks kerentanan pesisir (CVI) merupakan salah satu metode dari gornitz pada tahun 1991. Hasil analisis kerentanan fisik tersebut telah berhasil memberikan gambaran tentang daerah atau segmen pesisir mana saja yang memiliki tingkat kerentanan yang tinggi dan yang rendah (Tejakusuma, 2011). Menurut Kasim & Siregar (2012), CVI merupakan sebuah metode ranking relatif yang berbasis skala indeks dari parameter fisik. Beberapa parameter dapat mempengaruhi tingkat kerentanan pesisir. berikut merupakan variabel yang digunakan dalam perhitungan indeks kerentanan pesisir (CVI) yaitu geomorfologi, pasang surut, tinggi gelombang, elevasi, dan perubahan garis pantai terkait epr (Vivien Gornitz, 1991).

Pendekatan CVI mampu memberikan keuntungan bagi pembuat kebijakan dalam pengambilan keputusan untuk menetapkan program pengelolaan yang tepat pada wilayah pantai yang memiliki tingkat kerentanan tinggi. Metode ini lebih populer dari metode lain dalam penilaian kerentanan garis pantai di berbagai negara seperti Australia, Kadana, Spanyol, Yunani, Turki, India, dan Indonesia (Joesidawati, 2016). Selain kelebihan diatas metode ini juga memiliki kekurangan yaitu hasil dari data numerik yang didapatkan tidak serta dapat disetarakan terhadap dampak fisik tertentu. Pendekatan yang dilakukan hanya berdasarkan parameter fisik dan tidak mempertimbangkan dampak dari aktifitas manusia. Jumlah parameter yang di input dalam penilaian kerentanan ini juga terbatas (Kasim & Siregar, 2012).

2.2.1 Geomorfologi

Salah satu aspek yang berpengaruh dalam penilaian proses kerentanan wilayah pesisir terhadap kenaikan muka air laut adalah bentuk geomorfologi dan elevasi wilayah pesisir. Geomorfologi atau bentuk lahan pesisir menandakan ketahanan suatu wilayah pesisir terhadap erosi dan akresi akibat kenaikan muka air laut. Terkait dengan dampak kenaikan muka air laut, tipe bentuk lahan perlu diketahui untuk mengindikasikan bentuk ketahanan atau resistensi suatu bagian pantai atau pesisir terhadap erosi atau akresi sebagai akibat kenaikan muka laut (Hamuna et al., 2018). Dinamika geomorfologi pesisir pantai tergantung pada batuan penyusun pesisir pantai dan proses oseanografi yang bekerja. Proses dinamika geomorfologi pesisir pantai di pengaruhi oleh proses oseanografi dan dapat berakibat terjadinya proses akresi dan erosi pesisir (Atmodjo, 2016).

2.2.1 Elevasi

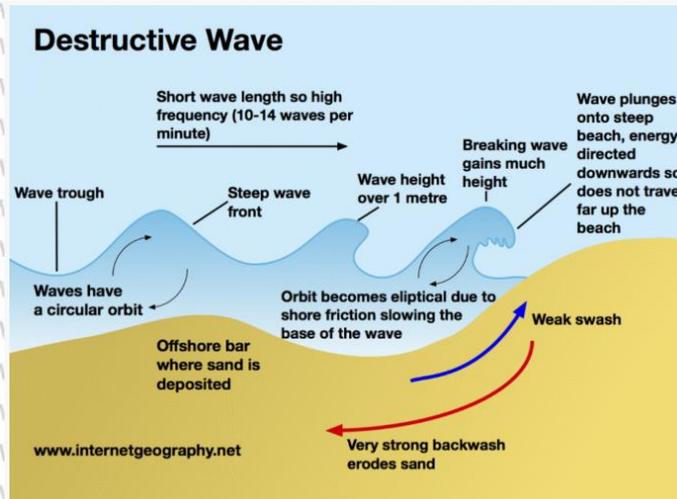
Elevasi adalah perbedaan tinggi antara dua titik dari bidang referensi yang sudah di tetapkan ke suatu titik tertentu pada panjang garis tertentu. Sebuah negara biasanya menjadikan muka air laut rata – rata sebagai bidang referensinya, maka perluasan ke arah daratan disebut geoid. Jarak yang diukur dari permukaan geoid ke titik tertentu disebut elevasi. Pada daerah pesisir apabila memiliki letak yang semakin tinggi maka kawasan tersebut akan semakin aman dari genangan air yang diakibatkan oleh kenaikan muka air laut (Ristiano, 2011). Ketinggian pesisir biasanya mengacu kepada rata rata ketinggian di atas permukaan air laut. Kajian ketinggian wilayah pesisir perlu dipelajari lebih dalam untuk identifikasi serta perkiraan luas daratan yang terancam akan adanya kenaikan paras muka air laut (Kumar et al., 2010).

2.2.2 Gelombang

Gelombang laut merupakan gejala alam yang menimbulkan ayunan tinggi

dan rendahnya massa air yang bergerak tanpa henti pada lapisan permukaan maupun bawah. Susunan gelombang dilaut bentuk dan macamnya sangat susah digambarkan secara sistematis karena tidak linear, dan mempunyai bentuk yang random. Selain itu, gelombang dilaut bentuknya bermacam sangat bervariasi dan kompleks sehingga hampir tidak dapat diuraikan. Gelombang juga dapat didefinisikan sebagai ombak yang besar ditengah laut. Gelombang laut merupakan salah satu penyebab dalam pembentukan maupun perubahan pada bentuk pantai pada suatu perairan yang ada (Loupatty, 2013).

Gelombang yang terjadi di lautan dapat dibangkitkan atau ditimbulkan oleh berbagai macam gaya. Beberapa jenis gaya pembangkitan antara lain adalah angin, gaya gravitasi benda-benda langit, letusan gunung berapi, aktivitas seismik, dan sebagainya. Ada pula gelombang yang terjadi di antara dua lapisan air yang berbeda, dimana gelombang jenis ini disebut gelombang dalam (*Internal wave*). Namun diantara banyak gaya pembangkit, angin merupakan yang paling umum. Semakin lama dan semakin kuat angin berhembus, semakin besar gelombang yang terbentuk. Tinggi dan periode gelombang yang dibangkitkan dipengaruhi oleh kecepatan angin (U), lama hembusan angin (D), dan *fetch* (F), serta arah angin. Ketiga hal ini juga menentukan karakteristik dari gelombang (Nadia et al., 2013).



Gambar 1. Gelombang destruktif (Sumber: Oceanpulse, 2020).

Gelombang memiliki dua macam sifat *destructive* dan *constructive* (Dhanista, 2017). Gelombang *destructive* merupakan gelombang yang merusak pantai.

Gelombang ini memiliki ketinggian >1 m. panjang gelombangnya relatif pendek dan frekuensinya lebih sering (10-14 gelombang/ menit). Semakin tinggi frekuensi gelombang maka semakin sering gelombang sampai pada daratan dan aliran kembali kelaut akan semakin banyak. Aliran balik dari gelombang akan menghambat laju aliran lainnya menuju pantai, maka dari itu swash gelombang destruktif lebih lemah daripada backwashnya. Besarnya backwash daripada swash ini akan mengakibatkan sedimen dipantai banyak terbawa menuju laut, dapat disebut juga dengan terjadinya abrasi (tergerusnya daerah pesisir oleh gelombang) (Oceanpulse, 2020). Jika terus terjadi akan membahayakan bagi ketahanan pesisir. Gelombang destructive biasanya erat kaitannya dengan gelombang Ekstrim. Seperti yang di ketahui gelombang ekstrem merupakan gelombang tinggi yang mencapai ketinggian lebih dari sama dengan 2m.

2.2.3 Pasang surut

Menurut Ongkosongo (1989) pasang surut laut (ocean tide) adalah fenomena naik dan turunnya permukaan air laut secara berkala yang disebabkan



oleh pengaruh gravitasi benda-benda langit terutama bulan dan matahari.

Pengaruh gaya gravitasi benda-benda luar angkasa terhadap bumi tidak hanya menyebabkan pasang surut, namun juga dapat memengaruhi perubahan bentuk bumi dan atmosfer.

Pasang purnama (spring tide) adalah pasang surut yang terjadi pada saat bulan purnama di mana posisi matahari, bumi, dan bulan berada dalam satu garis lurus. Pada saat itu dihasilkan pasang tertinggi yang sangat tinggi dan surut terendah yang sangat rendah, juga dikenal dengan pasang besar. Sedangkan,

Pasang perbani (neap tide) adalah pasang surut yang terjadi pada saat posisi bulan dan matahari membentuk sudut tegak lurus terhadap bumi atau sudut 90° .

Pada saat ini dihasilkan pasang maksimum yang rendah dan surut minimum yang tinggi, juga dikenal dengan pasang kecil.

Menurut Wyrcki (1961), menyatakan bahwa pasut di wilayah Indonesia dibagi menjadi 4 yaitu:

a. Pasang surut harian ganda (*Semi Diurnal Tide*).

Pasang surut yang terjadi dua kali dalam satu hari dengan periode waktu berurutan (rata-rata 12 jam 24 menit). Pasut tipe ini terjadi pada wilayah Selat Malaka.

b. Pasang surut harian tunggal (*Diurnal Tide*).

Pasang surut yang terjadi satu kali dalam sehari. Periode pasang surut ini terjadi rata-rata 24 jam 50 menit. Tipe ini ditemukan di perairan Selat Karimata.

c. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*Mixed Tide Prevailing Semidiurnal*).

Pasang surut yang dapat terjadi satu kali hingga dua kali dalam sehari

namun dengan periode yang berbeda dan memiliki kecenderungan dua kali pasang surut dalam sehari. Tipe ini terjadi pada wilayah Indonesia bagian timur.

d. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*Mixed Tide Prevailing Diurnal*).

Pasang surut yang dapat terjadi satu kali hingga dua kali dalam sehari namun dengan periode yang berbeda dan memiliki kecenderungan satu kali pasang surut dalam sehari. Tipe ini terjadi pada wilayah Selat Kalimantan dan Pantai utara Jawa Barat.

Komponen pasang surut digunakan untuk menentukan pasang surut didasarkan pada bilangan pada bilangan formzahl (Fadilah et al., 2014):

$$F = \frac{(O1) + (K1)}{(M2) + (S2)}$$

Keterangan:

F = Bilangan *fromzhal*

K1 = konstanta harmonik tunggal (deliniasi bulan dan matahari)

O1 = konstanta harmonik tunggal (deliniasi bulan)

M2 = konstanta harmonik ganda oleh bulan

S2 = konstanta harmonik ganda oleh matahari

Klasifikasi pasut berdasarkan bilangan *fromzhal*:

$F \leq 0,25$ = semi diurnal

$0,25 < F \leq 1,5$ = *mixed prevailing semi diurnal*

$1,5 < F \leq 3,0$ = *mixed prevailing diurnal*

$F > 3, 0 =$ diurnal

2.2.4 Perubahan garis pantai

Salah satu komponen penting dalam penentuan batas wilayah kekuasaan suatu negara dan otonomi daerah adalah garis pantai. Kewenangan daerah propinsi di wilayah laut adalah sejauh 12 mil dari garis pantai ke arah laut lepas dan atau ke arah perairan kepulauan sesuai dengan pasal 1 UU No. 22 tahun 1999 (Sutisna, 2005). Perubahan garis pantai dapat terjadi karena pengaruh dari angkutan sedimen sejajar pantai dan angkutan sedimen terhadap pantai yang tegak lurus.

Garis pantai disebut garis tersebut berada di perbatasan antara darat dan laut, dimana posisinya dapat berubah jika terjadi kenaikan muka air laut ataupun erosi pada daerah tersebut (Triatmodjo, 1999). Perubahan garis pantai yang terjadi dapat berupa bertambahnya daratan ke arah laut (akresi) dan berkurangnya daratan (abrasi). Jika pada suatu daerah terjadi akresi maka didaerah lain sedang terjadi abrasi. Faktor- faktor yang mempengaruhi perubahan garis pantai adalah gelombang, arus, pasang surut, aksi angin, iklim, dan aktivitas tektonik maupun vulkanik. Faktor lain berubahnya suatu garis pantai ditimbulkan akibat adanya aktivitas manusia, yaitu seperti pemanfaatan kawasan pantai seperti industri, perikanan, pelabuhan, pertambangn dan pemukiman (Agus dan Afif, 2010).

2.2.5 Kenaikan muka air laut

Iklim dibumi saat ini telah mengalami perubahan dalam jangka waktu yang panjang dan berujung kepada kenaikan paras muka air laut. Bumi semakin panas sejak abad ke 19 dibandingkan sebelumnya. Temperatur telah mengalami kenaikan hingga beberapa celcius, yang berakibat kepada knaikan muka air laut (Oliver-Smith, 2009). Kenaikan muka air laut dapat mencapai 100 cm dalam waktu 100 tahun. Sehingga dapat kita simpulkan bahwa kenaikan paras muka air laut

telah terjadi sejak lama. Selain itu juga akibat dari banyak faktor antropologi atau aktifitas manusia. Terbagi menjadi 2 macam kelompok perubahan muka air laut menurut referensinya berdasarkan jangka waktu, yaitu jangka pendek dan jangka panjang (Ristianito, 2011).

Perubahan iklim yang ekstrim dapat menyebabkan terjadinya kenaikan muka air laut. Kenaikan permukaan air laut terjadi secara gradual dalam jangka waktu yang relatif lama, namun dapat menyebabkan kawasan pesisir pada seluruh dunia sering mengalami bencana alam. Khususnya bagi negara kepulauan seperti Indonesia (negara dengan garis pantai terpanjang di dunia) isu ini merupakan ancaman tersendiri (Handiani et al., 2019).

2.3 Citra satelit

Data penginderaan jauh dari satelit sensor dan altimetri dapat dimanfaatkan sebagai pemberi informasi spasial bagi sebagian besar parameter yang akan digunakan dalam perhitungan indeks kerentanan pesisir (Joesidawati, 2016). metode penginderaan jauh untuk menentukan indeks kerentanan pesisir dan analisis dampaknya dinilai lebih mudah untuk digunakan. Pengolahan data menggunakan penginderaan jauh dapat dengan mudah dilakukan melalui beberapa citra dan parameter yang terdapat didalamnya. Data citra satelit yang digunakan dalam pengolahan data indeks kerentanan pesisir yaitu data DEM, Landsat 7, dan Landsat 8.

2.3.1 DEM

DEM atau biasa di sebut juga *Digital elevation model* merupakan data mengenai permukaan bumi secara digital. Pembentukan data dem dapat menggunakan dua cara yaitu pengukuran langsung pada objek (terestris, melalui pesawat udara (fotogrametris), dan sumber data peta analog hasil digitasi. Kualitas

dem dapat dilihat dari akurasi elevasi tiap pixel dan akurasi morfologi yang ditampilkan. Data DEM biasanya digunakan untuk keperluan pembuatan peta.

Bentuk peta nantinya akan di visualisasikan dengan bantuan teknologi SIG

(Hidayat et al., 2016).

2.3.2 Landsat 7 *Enhanced thematic mapper (ETM)*

Pada tanggal 23 Juli 1972 NASA meluncurkan satelit pertama kali yang disebut ERTS-1 (earth resources technology satelite). Menyusul satelit yang telah di luncurkan pada tahun 1975 diluncurkan ERTS-2 membawa sensor RBV (Retore beam victim) dan MSS (Multi spectral scanner) dengan resolusi 80 x 80 m. kemudian dilakukan pergantian nama pada kedua satelit yaitu menjadi Landsat 1 dan Lansat 2. Dilakukan pembaruan dan penambahan sensor pada seri lainnya dengan nama satelite Landsat 3, 4, 5, 6 dan 7 yang diorbitkan pada 1998 (Nasa, 2013).

Tabel 1. Spesifikasi Landsat 7 ETM

Band	Panjang gelombang	Resolusi
1 – Biru	0.45 – 0.52 μm	30 m
2 – Hijau	0.52 – 0.60 μm	30 m
3 – Merah	0.63 – 0.69 μm	30 m
4 – NIR	0.76 – 0.90 μm	30 m
5 – SWIR	1.55 – 1.75 μm	30 m
6 – TIR	10.40 – 12.50 μm	30 m
7 – SWIR	2.08 – 2.35 μm	30 m
Pankromatik	0.52 – 0.90 μm	30 m

2.3.3 Landsat 8 *Operational land imager (OLI)*

Landsat 8 merupakan seri pengembangan dari satelite Landsat 7 ETM+ yang telah berhenti beroperasi pada 2013. Resolusi yang dimiliki Landsat 8 yaitu 30 meter, resolusi untuk pankromatik 15 meter, dengan band 10 dan band 11



memiliki resolusi hingga 100 meter. Spesifikasi dari Landsat 8 lebih lengkap karena memiliki jumlah band yang lebih banyak (Nasa, 2013).

Landsat 8 mengalami peningkatan sensitifitas warna dari yang berupa pixel dengan kualifikasi 8 bit menjadi 12 bit. Dengan adanya peningkatan ini gambar yang dihasilkan akan semakin jelas dalam membedakan obyek di permukaan bumi serta meminimalisir adanya kesalahan interpretasi. Tampilan citra pada landsat ini menjadi lebih halus. Kelebihan lainnya yaitu akses data pada citra landsat terbuka dan gratis walaupun resolusi yang dimiliki tidak satu level dengan citra berbayar seperti ikonos dan Quickbird, namun resolusi 30 m dengan pixel 12 bit sudah dapat memberikan banyak informasi bagi penggunaanya (Setiawan et al., 2015).

Tabel 2. Spesifikasi Landsat 8 OLI

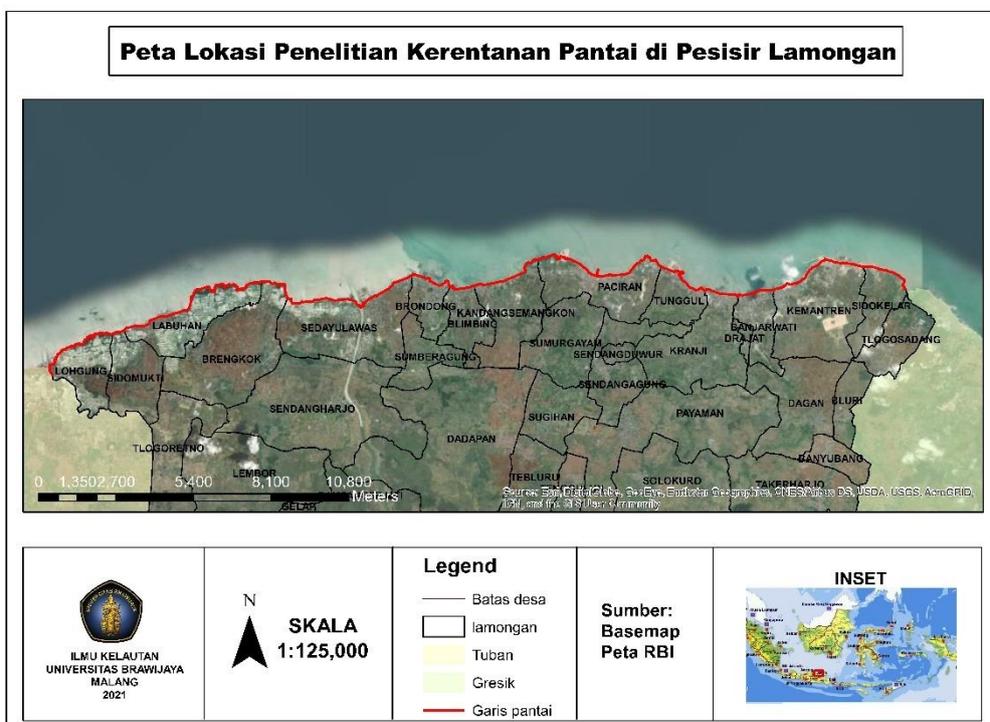
Band	Panjang gelombang	resolusi
1 – Coastal/Aerosol	0.433 – 0.453 μm	30 m
2 – Blue	0.450 – 0.515 μm	30 m
3 – Green	0.525 – 0.600 μm	30 m
4 – Red	0.630 – 0.680 μm	30 m
5 – Near-IR	0.845 – 0.885	30 m
6 – SWIR-1	1.560 – 1.660	30 m
7 – SWIR-2	2.100 – 2.300	30 m
8 – panchromatic	0.500 – 0.680	15 m
9 - Cirrus	1.360 – 1.390	30 m
10 – LWIR-1	10.30 – 11.30	100 m
11 – LWIR-2	11.50 – 12.50	100m



BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada Lokasi Pesisir Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. Letak daerah penelitian berada di sepanjang pesisir Kabupaten Lamongan dengan panjang garis pantai 47 Km. Daerah penelitian meliputi dua kecamatan yang berada di Pesisir Kabupaten Lamongan, Yaitu kecamatan Brondong disebelah barat dan Kecamatan Paciran di sebelah timur. Batas daerah penelitian untuk kecamatan Brondong dengan Kabupaten Tuban dan Kecamatan Paciran berbatasan langsung dengan Kabupaten Gresik. Terdapat 13 desa yang akan dilalui pada penelitian ini yaitu Desa Lohgung, Labuhan, Brengkok, Sedayu lawas, Brondong, Belimbing, Kondang semangkong, Paciran, Tunggul, Kranji, Banjarwati, Kemantren, dan Sidokelar.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan dalam Penelitian Skripsi ini dapat di lihat dalam tabel berikut:

Tabel 3. Alat yang digunakan dalam penelitian

Perangkat Keras		
No	Alat	Kegunaan
1.	Laptop	Sebagai media untuk mengoperasikan perangkat
2.	Garmin GPS Map	Untuk menentukan posisi geografis pada saat survei lapang
3.	Kamera digital	Untuk mendokumentasi kegiatan
Perangkat Lunak		
1.	ER-Mapper	Untuk mengolah citra lansat 8
2.	Arc-GIS	Untuk mengolah data spasial dan Layout
3.	Global Mapper	Untuk mengolah data Ketinggian
5.	ODV	Untuk mengekstrak data gelombang
6.	DSAS	Untuk mengolah data perubahan garis pantai

Tabel 4. Bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Bahan	Kegunaan	Sumber
1.	Citra Landsat 7 dan 8	Sebagai data citra yang akan diolah dan data pendukung pembuatan data perubahan	USGS



No	Bahan	Kegunaan	Sumber
		garis pantai	
2.	Tiff DEM	Sebagai data pembuatan peta elevasi	DEMNAS
3.	Rata rata tinggi gelombang	Sebagai data oseanografi untuk gelombang	Copernicus
4.	Pasang Surut	Sebagai data oseanografi untuk pasang surut	BIG
5.	Data Sea Level Anomaly	Sebagai data kenaikan muka air laut relatif	Copernicus

3.3 Variabel dan Indikator

Adapun variabel dari faktor fisik yang digunakan beserta indikatornya sebagai berikut:

1. Geomorfologi: sebagai salah satu identifikasi terhadap ketahanan akan adanya erosi dan akresi akibat dari kenaikan muka air laut
2. Elevasi/ kemiringan pantai (%) : wilayah yang memiliki kemiringan rendah akan berpotensi menimbulkan adanya penggenangan apabila terjadi kenaikan muka air laut.
3. Gelombang signifikan (m): semakin tinggi gelombang d berpotensi untuk mempengaruhi perubahan garis pantai. Selain itu sifat gelombang juga berpengaruh terhadap perubahan garis pantai.
4. Rata rata tunggang pasang (m): nilai tunggang pasang (*tidal range*) yang besar dapat berpotensi kerentanan lebih besar. Hal ini dikarenakan dapat berakibat akan penggenangan pantai.

5. Perubahan garis pantai (m/th): indikator dari adanya akresi atau abrasi untuk melihat seberapa cepat laju perubahan garis pantai. Apabila nilai perubahan dari abrasi besar maka akan semakin rentan pula daerah tersebut.
6. Kenaikan muka air laut relatif (mm/th): indikator nilai kenaikan muka air laut yang semakin tinggi akan membuat suatu wilayah tergenang lebih cepat. Maka apabila nilai ini semakin tinggi maka akan berdampak pada daerah yang semakin rentan.

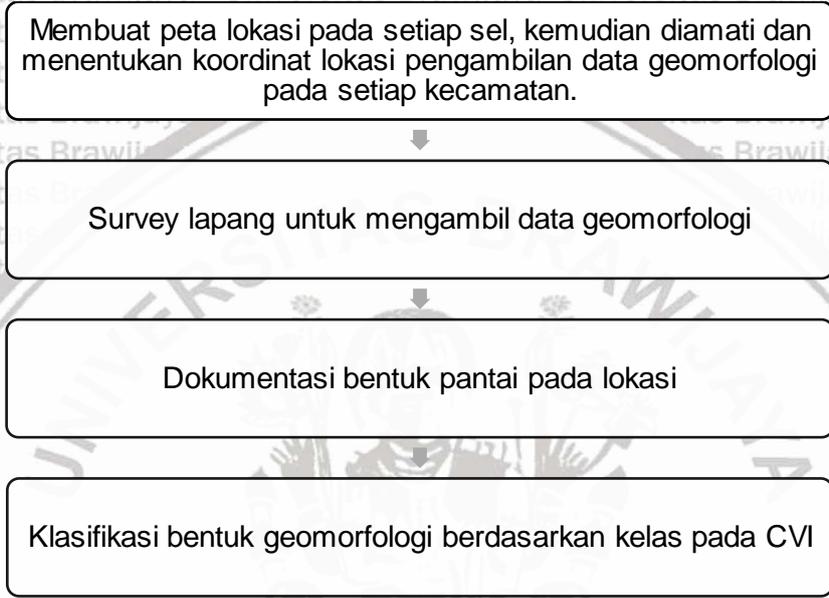
3.4 Metode penelitian

Pada penelitian ini dilakukan metode deskriptif kuantitatif. Terdapat beberapa variabel yang terkait oleh penelitian yang akan dilakukan. Masing – masing variabel data yang digunakan dianalisis dengan metode yg digunakan kemudian di interpretasikan (Rachmadiani et al., 2018). Penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif merupakan penelitian yang memiliki nilai dalam angka dan menjelaskan melalui perbandingan teori terdahulu untuk menganalisis data sesuai dengan variabel penelitian yang digunakan (Gumilar, 2013).

Untuk mengukur tingkat kerentanan pantai pada pesisir Kabupaten Lamongan pertama yaitu membagi pesisir lamongan menjadi beberapa potongan cell. Pembuatan cell dilakukan melalui Software Arcgis dengan data peta rbi sebagai dasar dari pembuatan area fokus penelitian. Teknik visualisasi simulasi model kerentanan pesisir diterapkan dengan melakukan buffer 250 m ke arah laut dan darat. Pada setiap 1 km dari hasil buffer akan di potong sehingga menghasilkan poligon data sell (Sakka, Paharuddin, 2014). Hasil perpotongan pada tiap tiap poligon sel akan dilakukan penilaian berdasarkan indeks kerentanan pesisir (CVI).

3.3.1 Geomorfologi

Pengambilan data geomorfologi dilakukan langsung di lapangan. Pembagian sel dilakukan berdasarkan dengan batas wilayah desa. Diambil 3 titik dari masing masing desa yang dianggap mewakili geomorfologi dari masing masing desa yang ada. Berikut merupakan tahap yang dilakukan dalam pengambilan data geomorfologi.



Gambar 3. Skema kerja pengambilan data geomorfologi

Pengambilan data geomorfologi dilakukan dengan cara visualisasi langsung mengenai keadaan geomorfologi di lapangan. Selain itu juga dilakukan dokumentasi pada setiap titik lokasi yang diasumsikan merepresentatif wilayah tersebut (Suhana et al., 2016).

Kategori kelas kerentanan dalam bentuk penggunaan lahan di variabel geomorfologi dapat dilihat berdasarkan tabel kelas kerentanan (Vivien Gornitz, 1991; Hammar-Klose et al., 2004).



Tabel 5. Kelas kerentanan geomorfologi (Vivien Gornitz, 1991; Hammar-Klose et al., 2004).

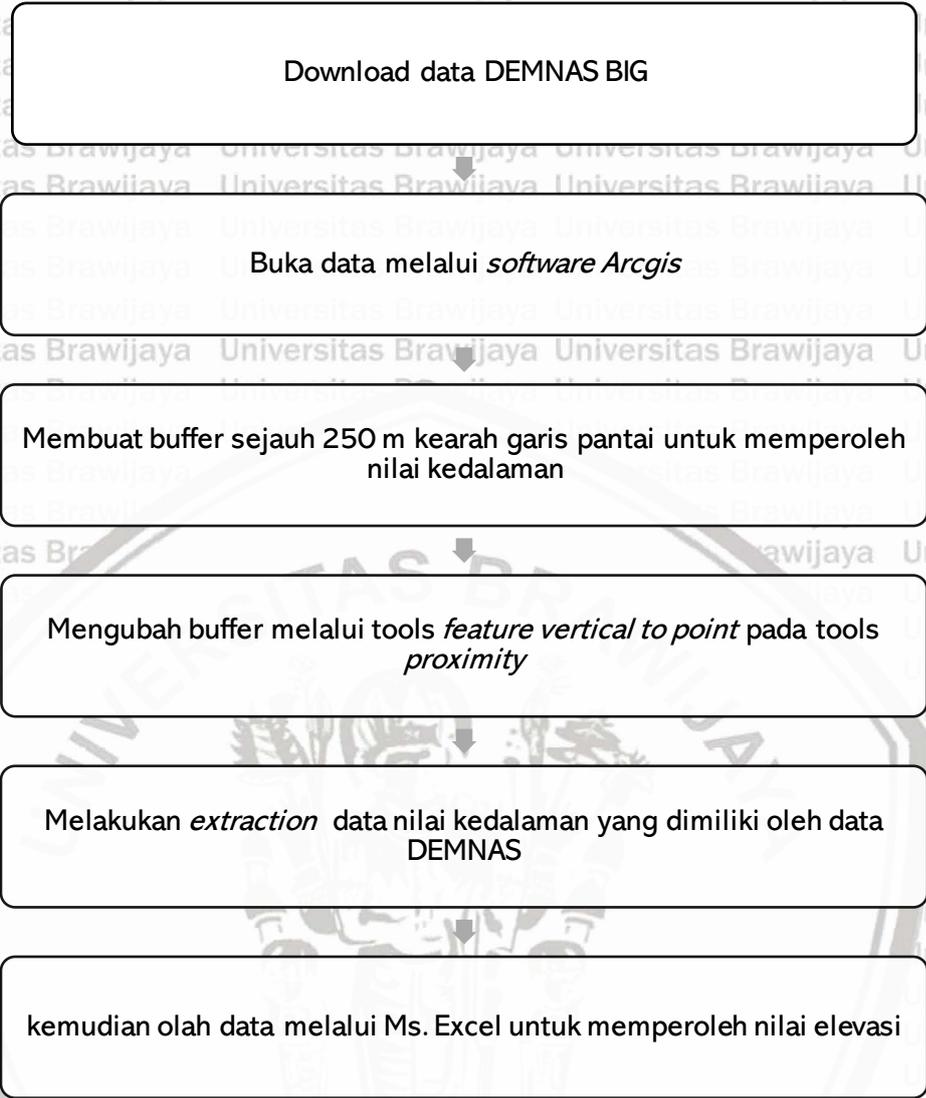
Indeks kerentanan (Geomorfologi)				
1	2	3	4	5
Sangat Rendah	Rendah	Menengah	Tinggi	Sangat Tinggi
Tebing tinggi	Tebing sedang	Tebing rendah, Mangrove, Terumbu karang	Lahan terbangun (tutupan penggunaan lahan), Estuari, Laguna	Pantai berpasir, dan berkerikil, delta

3.3.2 Elevasi

Data pada variabel elevasi diambil dari data tiff DEMNAS yang dapat di akses melalui web BIG (<http://tides.big.go.id/demnas/>). Dari data elevasi diolah melalui perangkat lunak ArcGIS kemudian dilanjutkan dengan Ms. Excel.

Perhitungan elevasi topografi untung kemiringan pantai regional dapat dihitung menggunakan data bathimetri sekurang kurangnya 50 KM ke arah daratan dan 50 km ke arah laut (Yanti et al., 2019). Perhitungan elevasi juga dapat dilakukan dengan menarik garis buffer 0-1 km ke arah laut (Suhana et al., 2016).





Gambar 4. Skema kerja pengolahan data elevasi.

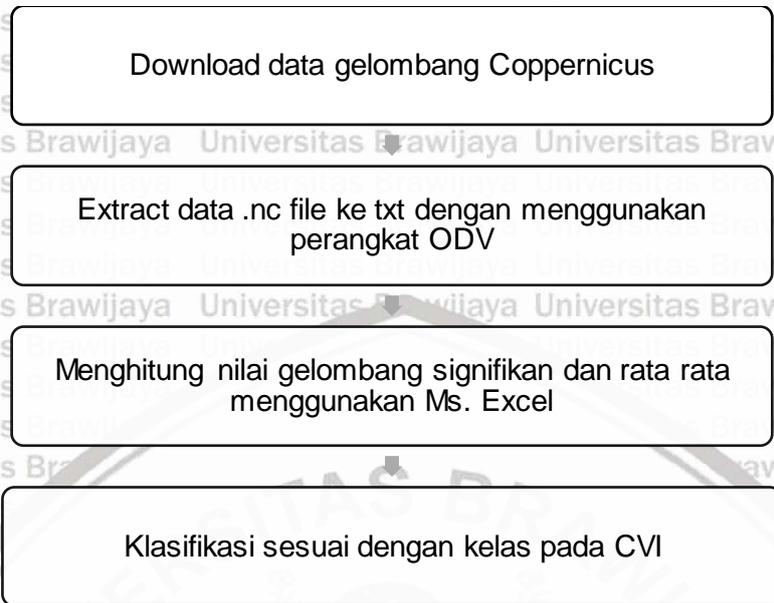
3.3.3 Gelombang

Variabel gelombang di perlukan dalam menentukan nilai kerentanan pantai.

Data yang diperlukan merupakan data tinggi gelombang signifikan dari situs *Copernicus* yaitu data perekaman pada tahun 2020. Perangkat lunak yang digunakan dalam pengolahan data variabel gelombang yaitu ODV (Ocean Data View), Ms. Excel, dan ArcGIS.

Data pada *Copernicus* memiliki format data .nc file. Proses ekstraksi data

dilakukan menggunakan perangkat lunak ODV. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan nilai rata rata dan nilai gelombang signifikan menggunakan Ms. Excel.



Gambar 5. Skema kerja pengolahan data gelombang

3.3.4 Pasang Surut

Pada variable pasang surut data yang digunakan merupakan data dari BIG yaitu data pasang surut pada tahun 2020 pada web [http://tides.big.go.id/tide/observation dan prediction/](http://tides.big.go.id/tide/observation%20and%20prediction/). Data pasang surut dilolah melalui perangkat lunak MATLAB dan Ms. Excel. Pengolahan data pasang surut dilakukan dengan metode Admiralty selama 29 hari untuk menentukan tipe serta memperoleh konstanta harmonik. Konstanta harmonik berupa Amplitudo, M2, S2, O1, K1, P1, N2, K2, M4, MS4 serta perhitungan nilai MSL, HHWL, LLWL dengan tujuan menghasilkan nilai tunggang pasang (*tidal range*) (Dhiauddin et al., 2017). Tunggang pasang dapat di ukur dengan menghitung rata – rata nilai pasang tertinggi dan surut terendah.

$$TR = HWL - LWL$$

Keterangan:

TR = *Tidal range*



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

LWL = *Lowest Water Level* (Air surut terendah)

3.3.5 Perubahan Garis Pantai

Perubahan garis pantai mengambil data citra satelit landsat 8 dari 10 tahun yaitu pada tahun 2020, dan 2010. Perangkat lunak yang digunakan pada perubahan garis pantai di penelitian ini yaitu ArcGIS. Metode yang digunakan yaitu DSAS. Penentuan *Shoreline* position dilakukan menggunakan *Software ENVI* dengan menggunakan pendekatan *threshold* dan *Band ratio*. *Thresholed* dilakukan untuk pemisahan daratan dan lautan supaya terlihat lebih jelas bagian perairan dan juga daratannya. *Band ratio* digunakan untuk menyempurnakan pendekatan *threshold*. Kedua pendekatan ini dilakukan penggabungan menjadi satu citra yang kemudian akan di konversikan dalam bentuk vektor untuk melihat garis pantai (Nugraha et al., 2016). Hasil pengolahan data menggunakan DSAS nanti akan dihasilkan nilai laju perubahan garis pantai atau *EPR (End Point Rate)*. Setiabudi & Maryanto (2018), Perhitungan *EPR* dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$EPR = \frac{\text{Jarak antara dua garis pantai (m)}}{\text{Rentang tahun kedua garis pantai (tahun)}}$$

Hasil dari pengolahan garis pantai berupa perubahan dengan nilai positif dan negatif. Dimana nilai positif menunjukkan adanya penambahan sedimen di wilayah pesisir yang mengakibatkan garis pantai maju ke arah laut (Akresi). Sedangkan perubahan negatif menandakan berkurangnya daratan yang menyebabkan garis pantai mengalami kemunduran ke arah daratan (Abrasi). Setelah dilakukan perhitungan *EPR* dilanjutkan dengan merubah dalam bentuk grid supaya memudahkan dalam mengklasifikasi menurut CVI.

3.3.6 Kenaikan muka air laut

Salah satu indikator yang penting dalam meneliti adanya perubahan iklim

adalah permukaan air laut. Nilai dari kecepatan kenaikan permukaan air laut dapat ditentukan dengan menggunakan SLA (Bianchi et al., 1999). Data sea level anomaly (SLA) yang didapatkan melalui satelit altimetri (Ablain et al., 2015). Data kenaikan muka air laut yang digunakan berasal dari web *Copernicus*. Dalam pengolahan data yang dilakukan yaitu mendownload data selama 26 tahun (1993 - 2019).

Rata rata nilai SLA (Sea level anomaly) setiap bulannya diolah menjadi bentuk grafik dan dilanjutkan analisa tren kenaikan muka air laut dengan menggunakan pendekatan secara regresi linear (Sidabutar et al., 2016).

$$Y = a x + b$$

Terdapat 2 variabel yang akan digunakan, y adalah variabel tidak bebas dalam penelitian ini yaitu tren kenaikan muka air laut. Variabel x merupakan variabel bebas yang menyatakan jumlah bulan. Setelah di dapatkan nilai tren kenaikan muka air laut, dilanjutkan dengan pengukuran nilai kenaikan muka air laut relatif (mm/yr) dengan rumus (Cahyadi et al., 2016).

$$\text{kenaikan muka air laut relatif} \left(\frac{\text{mm}}{\text{yr}} \right) = \frac{\text{nilai maksimal} - \text{nilai minimal}}{\text{jumlah tahun}}$$

3.4 Analisa Data

Analisa data dilakukan menggunakan *Coastal Vulnerability Index* (CVI) dan analisa data spasial. Dari beberapa variabel yang telah di olah data nantinya akan dilakukan overlay terkait data hasil dari klasifikasi masing masing

Pembobotan menentukan Coastal Vulnerability Index (CVI) diambil dari beberapa variabel atau parameter yang digunakan. Variabel yang digunakan yaitu meliputi rata – rata tinggi gelombang, geomorfologi, elevasi daratan, pasang surut, perubahan garis pantai (V. Gornitz, 1990; Vivien Gornitz, 1991; Hammar-Klose et

al., 2004). Berikut merupakan rumus yang digunakan dalam CVI:

$$CVI = \sqrt{\frac{a \times b \times c \times d \times e}{5}}$$

CVI merupakan nilai (Skor) indeks kerentanan panta. Kemudian a,b,c,d,e,f merupakan nilai dari parameter yang akan digunakan berurutan: Geomorfologi, Elevasi, Gelombang, Pasang surut, Perubahan garis pantai dan Kenaikan muka air laut. Dalam hasil perhitungan CVI dibagi menjadi lima tingkatan yaitu sangat rendah, rendah, menengah, tinggi dan sangat tinggi (Handiani et al., 2019).

Tabel 6. Coastal Index Vulnerability (Hammar-Klose et al., 2004).

Variabel / Parameter	Indeks kerentanan				
	1 Sangat Rendah	2 Rendah	3 Menengah	4 Tinggi	5 Sangat Tinggi
Geomorfologi	Tebing tinggi	Tebing sedang	Tebing rendah, Mangrove, Terumbu karang	Lahan terbangun (tutupan penggunaan lahan),	Pantai berpasir, dan berlumpur, delta
Elevasi (%)	>1,2	1,2 – 0,9	0,9 – 0,6	0,6 – 0,30	< 0,30
Gelombang (m)	0,55	0,55 – 0,85	0,85– 1,05	1,05 – 1,25	≥ 1,25
Rata – Rata Range Pasang Surut (m)	≥ 1	1,1 – 2,0	2,1 - 4	4.1 – 6.0	> 6
Perubahan Garis Pantai	≥ 2 Akresi	1 – 2 Akresi	-1 – 1 Stabil	-1,0 – (-2,0) Abrasi	≤ -2 Abrasi
Kenaikan Muka Air Laut	< 1,8	1,8 – 2,5	2,5 – 3,0	3,0 – 3,4	> 3,4



Teknik visualisasi pada model kerentanan pesisir digunakan pada sepanjang pantai di Kabupaten Lamongan. Lokasi penelitian di bagi dalam beberapa sel (Sakka, Paharuddin, 2014). Pembagian sel dilakukan menurut batas desa masing masing wilayah di Pesisir Pantai Lamongan. Sel ini memiliki fungsi sebagai bentuk visualisasi hasil perhitungan dari *Coastal Index Vulnerability (CVI)*.

Hasil perhitungan dari indeks kerentanan pesisir dikelompokkan menjadi 5 kelas, wilayah tidak rentan, kurang rentan, sedang, rentan dan sangat rentan. Nilai kerentanan berkisar 1 – 5 berdasarkan persentase. Persentase pada antar kelas yang ada yaitu 20%. Tidak rentan $\leq 20\%$, kelas kurang rentan 20 – 40%, Kelas sedang 40 – 60%, kelas rentan 60 – 80%, dan kelas sangat rentan $\geq 80\%$ (Joesidawati, 2016). Berdasarkan pernyataan tersebut berikut merupakan rentang kelas berdasarkan nilai cvi yang di peroleh.

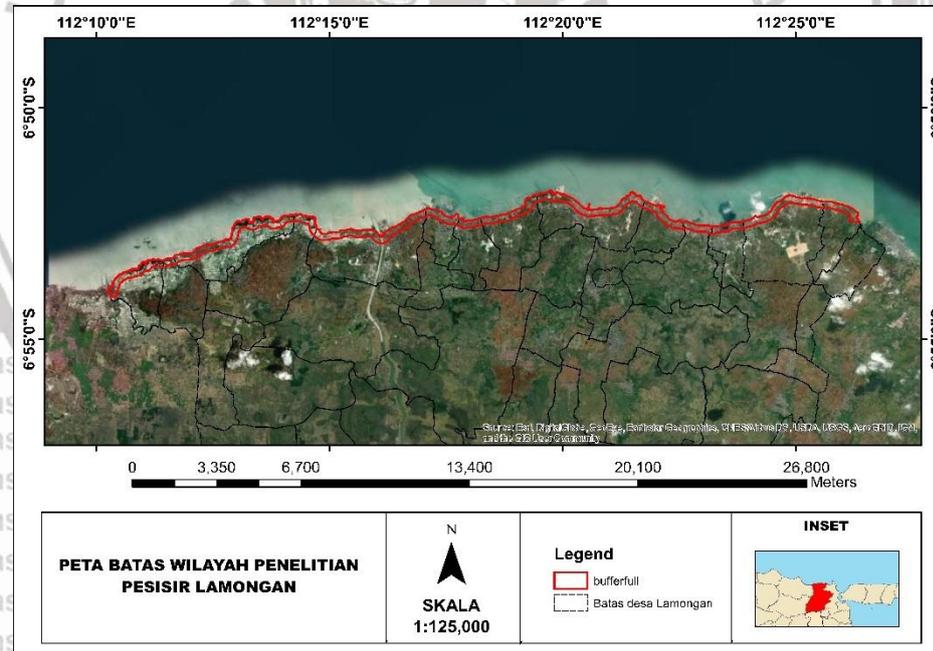
Tabel 7. Kelas CVI

Rentang nilai kelas	Keterangan
≤ 10	Sangat Rendah
10,1 – 20	Rendah
20,1 – 30	Menengah
30,1 – 40	Tinggi
$\geq 40,1$	Sangat Tinggi

BAB IV. PEMBAHASAN

4.1 Batas Wilayah Penelitian

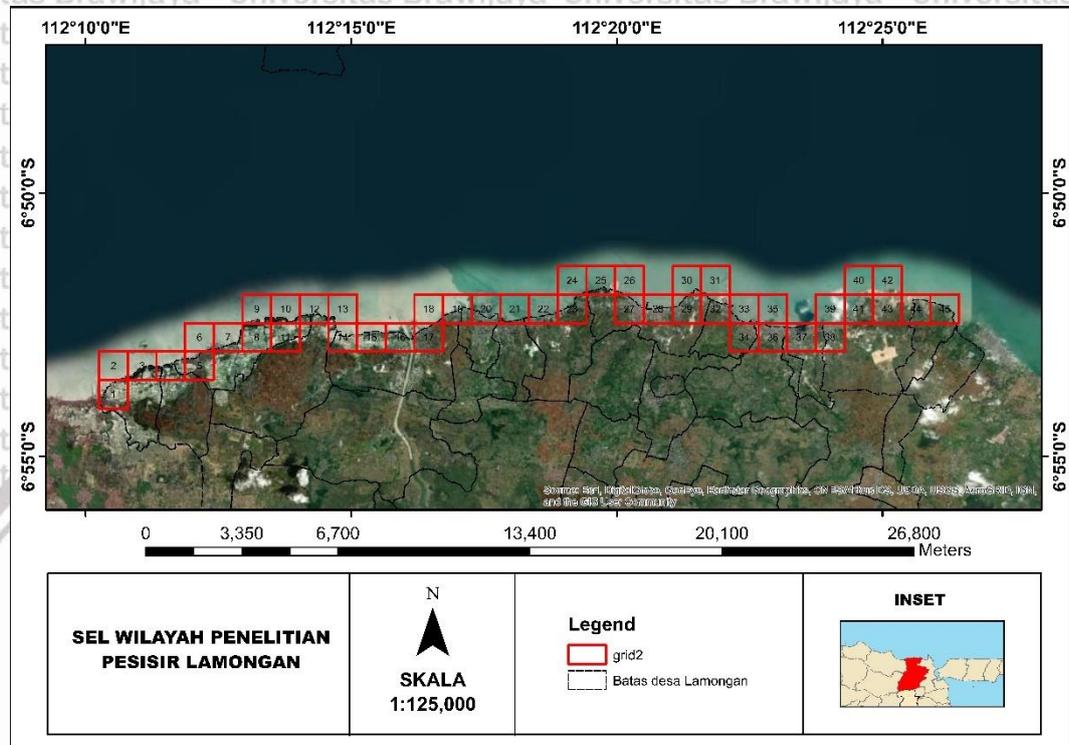
Luas garis pantai di sepanjang pesisir lamongan mencapai 47 km. Teknik overlay dilakukan untuk menghitung nilai dari setiap variabel dalam indeks kerentanan pesisir. Untuk mempermudah dalam membuat batasan wilayah pesisir maka ditarik garis sejauh 250 m ke arah laut dan 250 m ke arah daratan (Sakka, Paharuddin, 2014). Hal ini dilakukan sesuai dengan UU No. 32 tahun 1990 yang menyatakan bahwa jarak minimal sempadan pantai yaitu 100 meter dari pantai. Pengertian dari sempadan pantai merupakan kawasan yang berada di sepanjang pantai dan memiliki manfaat penting untuk mempertahankan kelestarian fungsi pantai (KEPUTUSAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA, 1990). Buffering dilakukan sebagai dasar dari penentuan jumlah sel yang akan digunakan.



Gambar 6. Peta Buffer Penelitian Pesisir Lamongan.

Proses perhitungan nilai indeks kerentanan pesisir dilakukan pada setiap sel yang telah dipisahkan. Pembuatan sel dilakukan supaya area penelitian tidak

terlalu jauh dan hanya fokus pada daerah pesisir pantai. Jumlah sel yang digunakan dalam penelitian skripsi ini berjumlah 47 sel dengan ukuran 1 x 1 km pada setiap sel.



Gambar 7. Peta sel wilayah penelitian

4.2 Geomorfologi

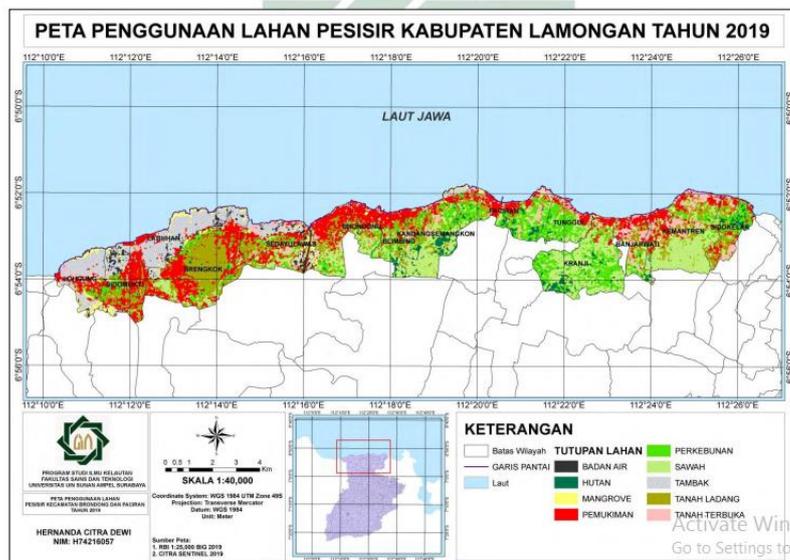
Kabupaten lamongan khususnya daerah pesisir yang terletak pada utara Kabupaten Lamongan memiliki topografi berupa daratan rendah dan terdapat perbukitan – kapur, sehingga pada daerah pesisirnya memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah. Pada khawasan utara Lamongan ini memiliki hutan yang luasnya mencapai 17,57% dari wilayah lamongan dan terdapat garis pantai yang membentang sejauh 47 km.

Karakteristik laut di berada di lamongan yaitu landai, tenang dan tidak dalam, sehingga sangat cocok untuk digunakan untuk berbagai macam alat tangkap.

Wilayah pesisir yang berada di Kecamatan berondong yaitu Desa Sedayulawas,

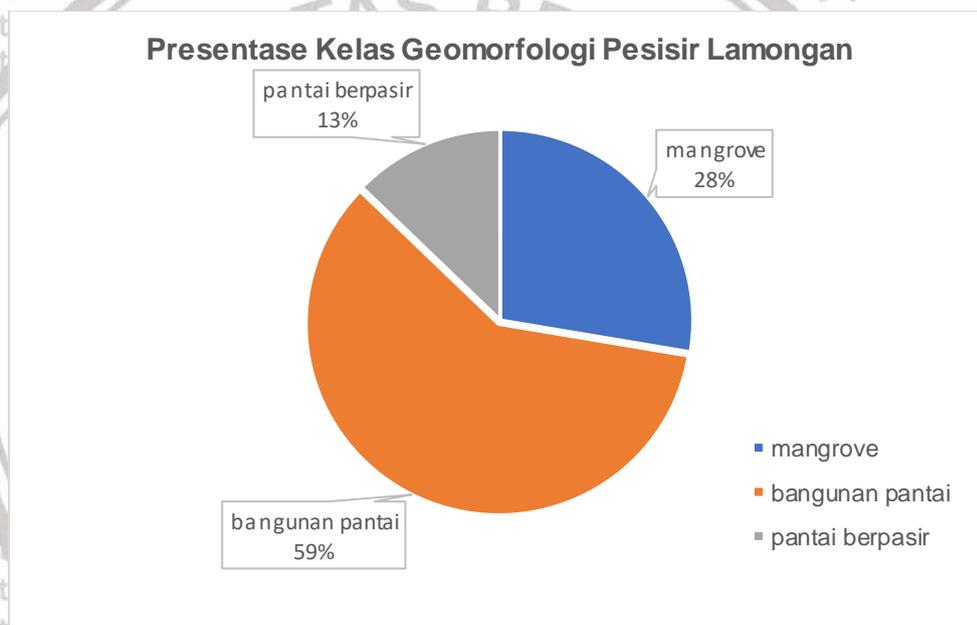
Desa Labuhan, Lohgung, dan Brondong. Pada Desa Brondong merupakan tempat berlabuhnya kapal mulai dari pelabuhan perikanan hingga pelabuhan nusantara, sehingga kawasan ini merupakan kawasan padat penduduk. Kecamatan Paciran terletak pada jalur utama pantura, berbatasan langsung dengan Kecamatan panceng, Kabupaten Gresik. Karakteristik pantai di paciran dan brondong tidak banyak berbeda, namun pada kecamatan paciran memiliki jumlah desa yang lebih banyak (Zaini, 2018).

Penggunaan lahan di pesisir Kabupaten Lamongan dapat dibagi menjadi 9 kelas yaitu vegetasi mangrove, badan air, tambak, hutan, sawah, perkebunan, ladang, pemukiman, tambak dan tanah terbuka. Pada klasifikasi didapatkan presentase dominansi tertinggi diduduki oleh kelas sawah senilai 21,46%, lalu di lanjutkan oleh pemukiman 19,95%, ladang 19,23%, tambak 10,17%, tanah terbuka 7,34%, mangrove 3,45%, hutan 2,96%, badan air 1,75% (Dewi, 2020). Hasil dari olah data penutupan lahan ini di dukung oleh (BPS Lamongan, 2019) bahwa dominan profesi yang dilakukan oleh masyarakat pesisir lamongan yaitu petani (288,088 penduduk).



Gambar 8. peta penggunaan lahan 2019 (Dewi, 2020).

Berdasarkan data lapangan karakteristik geomorfologi pada kelas indeks kerentanan pesisir di Lamongan terdapat tiga macam, yaitu Pantai berpasir dan berkerikil, mangrove, lahan terbangun (tutupan penggunaan lahan). Dominan karakteristik kelas dari Pesisir dilamongan yaitu Tutupan penggunaan lahan mencapai 59% dari jumlah keseluruhan sebanyak 45 sel. Tutupan penggunaan lahan masuk kedalam kelas yang memiliki tingkat kerentanan tinggi dalam indeks kerentanan pesisir. Penilaian data tingkat kerentanan pesisir yang dilakukan akan di lampirkan dalam bentuk tabel pada Lampiran data geomorfologi.



4.3 Elevasi

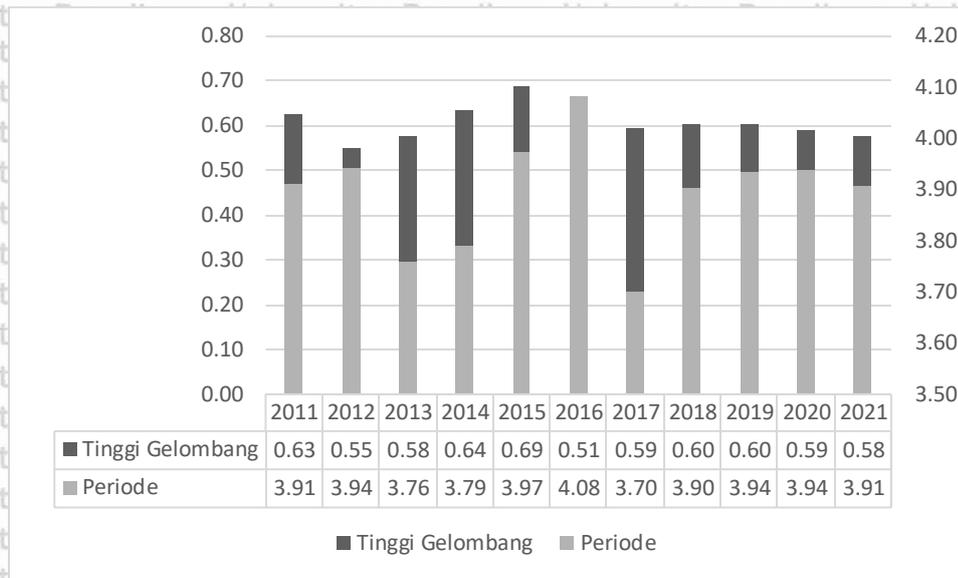
Elevasi adalah suatu ukuran kemiringan lahan relatif pada bidang datar yang dinyatakan dalam derajat. Besarnya erosi dan aliran permukaan yang terjadi di pengaruhi oleh bentuk, kecuraman dan panjang lereng (Dhiauddin et al., 2017).

Merujuk kepada penelitian yang dilakukan oleh Suhana et. al, (2016), yang menyatakan bahwa pengukuran kemiringan pantai dapat dilakukan pada jarak 0 – 1 km ke arah pantai. Penelitian ini dilakukan dengan menarik garis sejauh 250 m

4.4 Gelombang

Gelombang merupakan salah satu faktor utama yang dapat menyebabkan erosi atau sedimentasi pada suatu wilayah. Penyebab besar kecilnya suatu gelombang ditentukan oleh besar energi saat gelombang sebelum pecah dan terhempasnya gelombang ke arah pantai. Tinggi gelombang dapat mempengaruhi kondisi geomorfologi serta perubahan garis pantai. Selain itu gelombang juga berhubungan dengan genangan air laut serta sedimen transport di pesisir (Dhiauddin et al., 2017).

Pada penelitian ini data gelombang yang digunakan yaitu berkisar dari tahun 2011 – 2020. Data gelombang tersedia melalui web *coppernicus*. Rata – rata tinggi gelombang di lamongan selama 10 tahun ini berkisar antara 0,51 – 0,69 m dengan nilai periode berkisar 3,70 – 4,08 s, nilai rata rata tinggi gelombang 0,60 m an periode gelombangnya 3,89 s. Hasil penelitian ini di dukung dengan pernyataan Setyawan & Pamungkas (2017), gelombang yang terjadi pada Laut Jawa bagian utara jawa rata rata memiliki ketinggian yang relatif rendah. Hal ini dapat dibuktikan dengan perbedaan kondisi geomorfologi pada pesisir utara jawa yang berupa dataran rendah serta banyak terdapat delta. Selain itu pada hasil data gelombang dari *coppernicus* juga tidak berbeda jauh dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya pada tahun 2009 di Desa Paciraan tinggi gelombang yaitu 0,82 m (Sugianto, 2012).

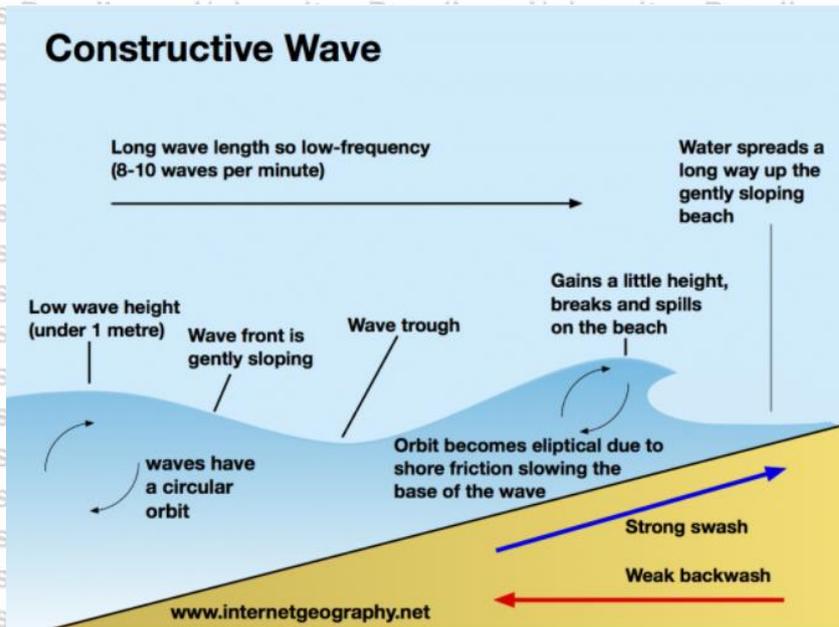


Gambar 10. Grafik perhitungan tinggi dan periode gelombang di Lamongan.

Karakteristik gelombang dalam suatu perairan dapat diketahui dengan data gelombang berkurun waktu Panjang (Yuwono & Kodoatie, 2004). Setelah melihat data 10 tahun dan geomorfologi lapang pada Pesisir Lamongan dapat terlihat bahwa laut di Lamongan memiliki karakteristik gelombang yang bersifat konstruktif. Gelombang konstruktif adalah salah satu sifat gelombang yang dapat membentuk pantai atau disebut juga sedimentasi. Karakteristik gelombang ini memiliki panjang gelombang yang relatif besar, tingginya kurang dari 1 m, serta frekuensi mencapai 8-10 gelombang per menit. Gelombang konstruktif memiliki energi swash atau hempasan air menuju pantai yang lebih besar dari backwash (aliran kembali ke laut). Rendahnya backwash dapat membuat sedimen yang terbawa oleh gelombang yang menuju pantai tidak dapat kembali terbawa ke laut.

Hal ini menyebabkan sedimen terjebak sehingga menumpuk membentuk endapan baru di pantai (sedimentasi) (Allaby & Allaby, 2018).





Gambar 11. Gelombang konstruktif (Oceanpulse, 2021).

4.5 Pasang surut

Pasang surut adalah pergerakan naik turunnya muka air laut akibat dari adanya gaya tarik benda angkasa seperti matahari dan bulan terhadap masa air bumi. Wilayah yang memiliki rentang pasut panjang akan sangat berpotensi menimbulkan erosi pantai (Tiraska, 2017). Nilai pasang surut juga memiliki pengaruh pada perubahan garis pantai karena dapat mengubah geomorfologi dasar laut menuju pantai pada wilayah pesisir (Rachmadiani et al., 2018). Peristiwa abrasi dan sedimentasi dapat dipengaruhi oleh pasang surut. Sedimentasi dapat terjadi pada saat terjadi pasang, material yang terbawa oleh arus pasang akan mengendap di perairan. Pada setiap perairan memiliki jumlah sedimentasi yang berbeda-beda. Hal ini dapat terjadi akibat dari perbedaan pengaruh pasut serta respon dari tempat terbentuknya sedimentasi selain dari faktor gelombang dan angin (Qhomariyah & Yuwono, 2016).

Pasang surut pada penelitian ini menggunakan data pada bulan Januari - Juli tahun 2021 dengan menggunakan olah data Admiralty. Hasil dari olah data didapatkan grafik beserta konstanta harmonik pasang surut dan bilangan *fromzhal*.

Konstanta harmonik digunakan untuk menghitung nilai *tidal range*, sedangkan bilangan *fromzhal* digunakan untuk melihat tipe pasang surut serta menghitung pada Perairan Lamongan. Data pasang surut diambil pada dua titik yang mewakili

Kecamatan Brondong dan Paciran yaitu:

Tabel 8. Koordinat pasang surut

Kecamatan	Latitude	Longitude
Brondong	-6.80882	112.25793
Paciran	-6.85245	112.43371

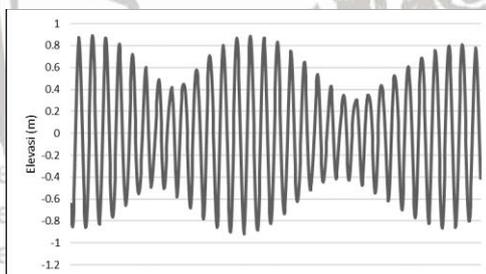
Pada hasil perhitungan bilangan *fromzhal* di perairan lamongandi didapatkan nilai 13, 6 (brondong) dan 14,4 (paciran) masuk kedalam tipe diurnal atau harian tunggal. Tipe pasang surut ini sesuai dengan pernyataan dari Fadilah et. al. (2014), yang menyatakan bahwa bilangan *fromzhal* dengan nilai >3 masuk kedalam tipe pasang surut diurnal (harian tunggal). Harian tunggal merupakan pasang surut yang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam sehari. Tipe pasang surut di Perairan Lamongan ini di perkuat dengan adanya penelitian dari Kisnarti (2013), yang menyatakan bahwa hasil dari perhitungan nila F Lamongan adalah 9 yang berarti tipe pasang surut di Lamongan adalah harian tunggal. Selain itu penelitian mengenai tipe pasang surut di Lamongan juga di perkuat dengan adanya penelitian selanjutnya oleh Dewi (2020), nilai bilangan *fromzhal* pada perairan Lamongan adalah 9.1, sehingga tipe pasang surutnya adalah tipe harian tunggal.

Tabel 9. Konstanta harmonik pasang surut Lamongan

Konstanta Harmonik/ Kecamatan	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
Brondong	4.8	4.0	1.5	91.0	28.9	0.1	0.2	1.1	30.0
Paciran	4.0	4.4	1.3	91.8	29.8	0.1	0.2	1.2	30.3



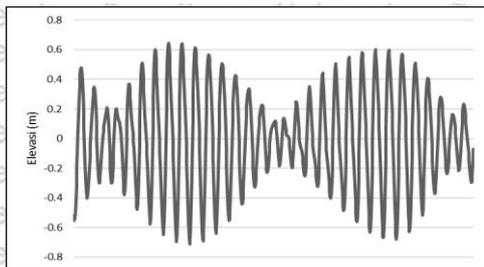
Pada pengukuran pasang surut selain melihat tipe pasang surut juga dilihat *tidal range* atau dapat disebut juga tunggang pasang. Tunggang pasang dapat di hitung dengan cara mengurangi nilai HHWL dengan LLWL. Pada perhitungan tunggang pasang dua kecamatan di Lamongan memiliki nilai *tidal range* yang berbeda tipis. Kecamatan Brondong memiliki nilai rata-rata *tidal range* sebesar 319 cm atau 3,19 m, sedangkan untuk Kecamatan Paciran memiliki nilai *tidal range* sebesar 323 cm atau 3,23 m. Nilai ini akan dimasukkan sesuai dengan klasifikasi yang ada pada IKP dan masuk kedalam kategori menengah. Nilai tunggang pasang yang berada di perairan ini memiliki perbedaan dari penelitian sebelumnya yaitu oleh Kisanarti (2013), Tinggi rentang air pasang surut pada saat pengamatan adalah 177 cm atau 1,7 m. Tunggang pasang ini berbeda dapat terjadi akibat dari kenaikan muka air laut serta adanya sedimentasi pada daerah lamongan yang tinggi sehingga menyebabkan perubahan bentuk dasar pesisir.



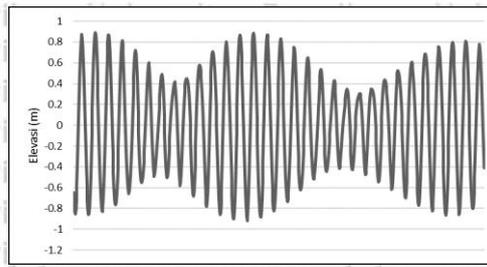
Gambar 12. Grafik Pasang Surut Kecamatan Brondong, Lamongan bulan Januari 2021



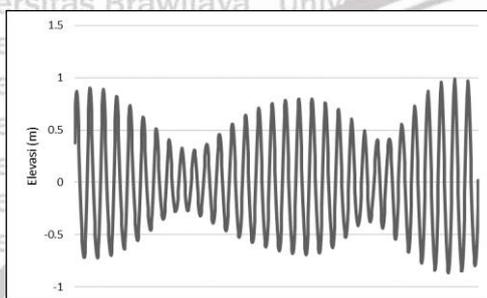
Gambar 13. Grafik Pasang Surut Kecamatan Brondong, Lamongan bulan Februari 2021



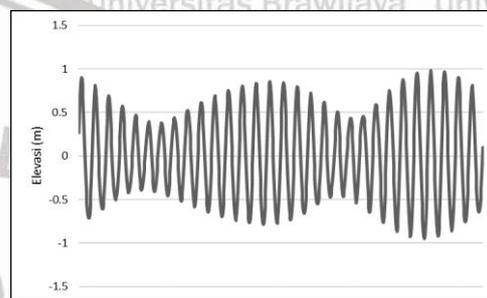
Gambar 14. Grafik Pasang Surut
Kecamatan Brondong, Lamongan
bulan Maret



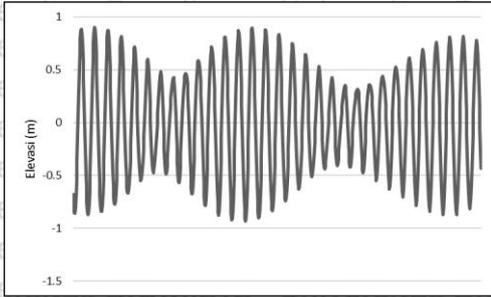
Gambar 15. Grafik Pasang Surut
Kecamatan Brondong, Lamongan
bulan April 2021



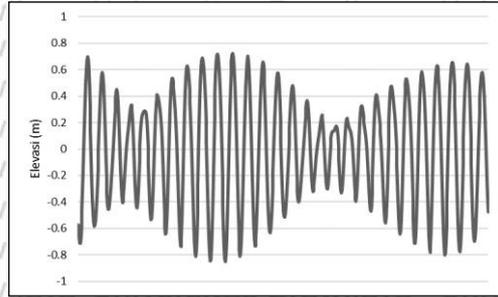
Gambar 16. Grafik Pasang Surut
Kecamatan Brondong, Lamongan
bulan Mei 2021



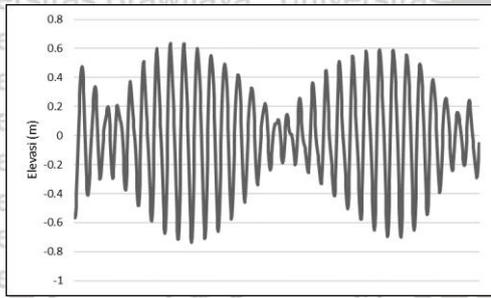
Gambar 17. Grafik Pasang Surut
Kecamatan Brondong, Lamongan
bulan Juni 2021



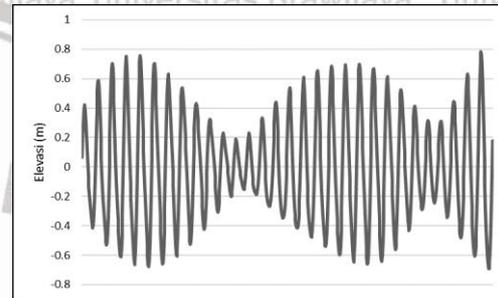
Gambar 18. Grafik Pasang Surut Kecamatan Paciran, Lamongan bulan Januari 2021



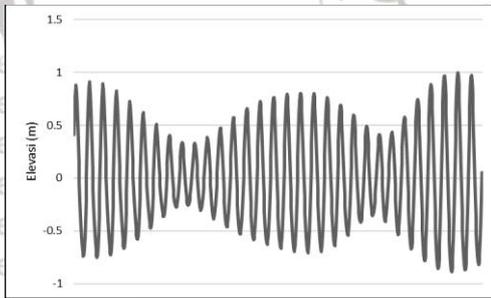
Gambar 19. Grafik Pasang Surut Kecamatan Paciran, Lamongan bulan Februari 2021



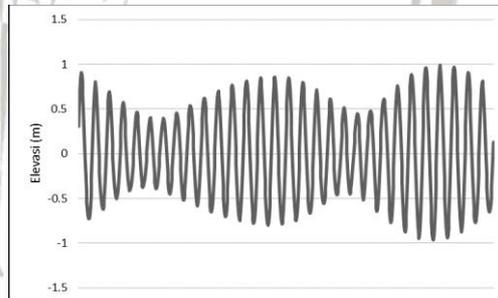
Gambar 20. Grafik Pasang Surut Kecamatan Paciran, Lamongan bulan Maret 2021



Gambar 21. Grafik Pasang Surut Kecamatan Paciran, Lamongan bulan April 2021



Gambar 22. Grafik Pasang Surut Kecamatan Paciran, Lamongan bulan Mei 2021

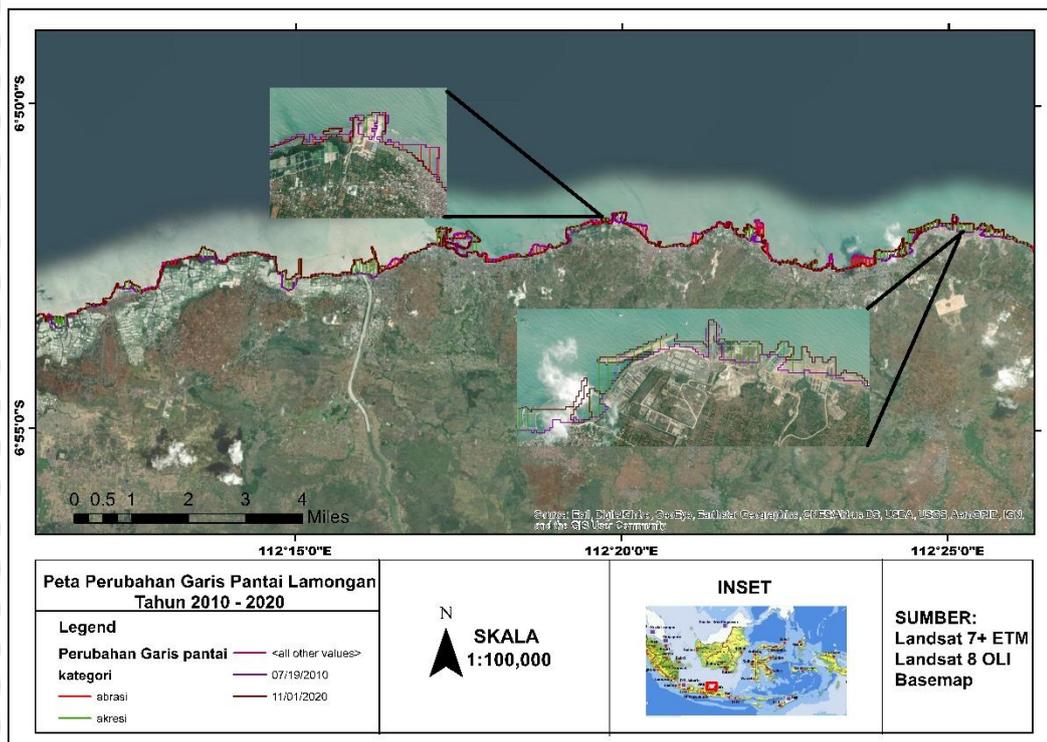


Gambar 23. Grafik Pasang Surut Kecamatan Paciran, Lamongan bulan Juni 2021

4.6 Perubahan Garis pantai

Laju perubahan garis pantai merupakan suatu jarak dari salah satu posisi garis pantai yang berpindah setiap tahunnya (Sulma, 2012). Perubahan pada garis pantai terjadi terus menerus berupa erosi maupun akresi (Rachmadiani et al., 2018). Pada penelitian ini garis pantai yang digunakan yaitu pada tahun 2010 dan 2020. Data yang digunakan merupakan data dari citra satelit Landsat 8 OLI dan Landsat 7 ETM+.

Hasil dari pengukuran nilai laju perubahan garis pantai di dapatkan nilai pada perubahan garis pantai di daerah pesisir lamongan memiliki nilai rata rata 6,1 m/th, dengan dominan perubahan bersifat akresi. Nilai EPR pada kemunduran garis pantai tertinggi adalah -26,8 m/th, dan nilai EPR pada akresi tertinggi sebesar 36,8 m/th. Hal ini dapat terjadi dikarenakan banyaknya reklamasi yang di bentuk pada pesisir lamongan setiap tahunnya, serta tingginya tingkat sedimentasi. Secara alami Pantai di Pesisir Lamongan tidak memiliki garis pantai yang stabil dan cenderung mengalami abrasi, kecuali pada daerah dekat sungat besar (sudetan bengawan solo). Namun, dikarenakan tingginya aktivitas reklamasi dan anthropogenik menyebabkan masyarakat membangun dinding pantai untuk menstabilkan garis pantai. Sehingga pada pesisir Lamongan terjadi banyak akresi pada area pantainya.



Gambar 24. Peta Perubahan Garis Pantai

Penelitian yang dilakukan didukung dengan hasil data penelitian sebelumnya Baskoro et. al. (2018), menyatakan bahwa analisa dari penelitian perubahan garis pantai pada tahun 2002-2018 bahwa Kecamatan Paciran kabupaten Lamongan dominan mengalami akresi dengan nilai akresi dengan nilai rata rata 4,62 m/th dengan nilai maksimum maju terbesar 32,10 meter/tahun dan mundur maksimum 11,36m/th. Perubahan ini terlihat nyata akibat dari padatnya aktivitas penduduk dalam memanfaatkan reklamasi/penimbunan material untuk skala kecil ataupun besar. Proses bertambahnya lahan baru sangat terlihat di Kecamatan Paciran. Tujuan pembangunan lahan atau reklamasi yang dilakukan juga bermacam macam diantaranya untuk pemukiman, pembangunan pelabuhan transportasi maupun perikanan.

4.7 Kenaikan muka air laut

Pengukuran kedudukan permukaan air laut dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu absolut dan relatif. Kenaikan muka laut relatif merupakan perubahan tinggi air laut mutlak ditambah dengan perubahan naik turun pada ketinggian tanah relavan, sedang permukaan air laut absolut merupakan tinggi relatif terhadap pusat bumi (Stocker et al., 2013). Nilai SLA merupakan tinggi permukaan laut diatas geofisik berupa mean sea surface dan genoid yang kemudan dikurangi oleh efek pasut dan pengaruh tekanan atmosfer (Cahyadi et al., 2016).

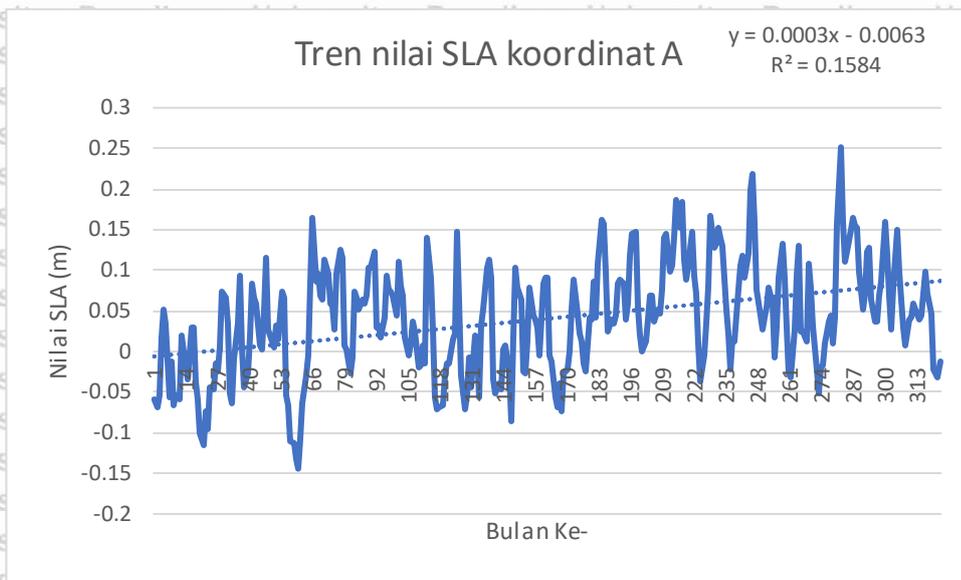
Penelitian kenaikan muka air laut relatif dilakukan dengan melihat tren Kenaikan muka air laut pada tahun 1993 - 2019. Koordinat yang digunakan untuk pengukuran data SLA yaitu:

Tabel 10. Koordinat dan nilai SLA

Titik	Latitude	Longitude	SLA (m)
A	-6.875	112.125	0.040411
B	-6.875	112.375	0.041047

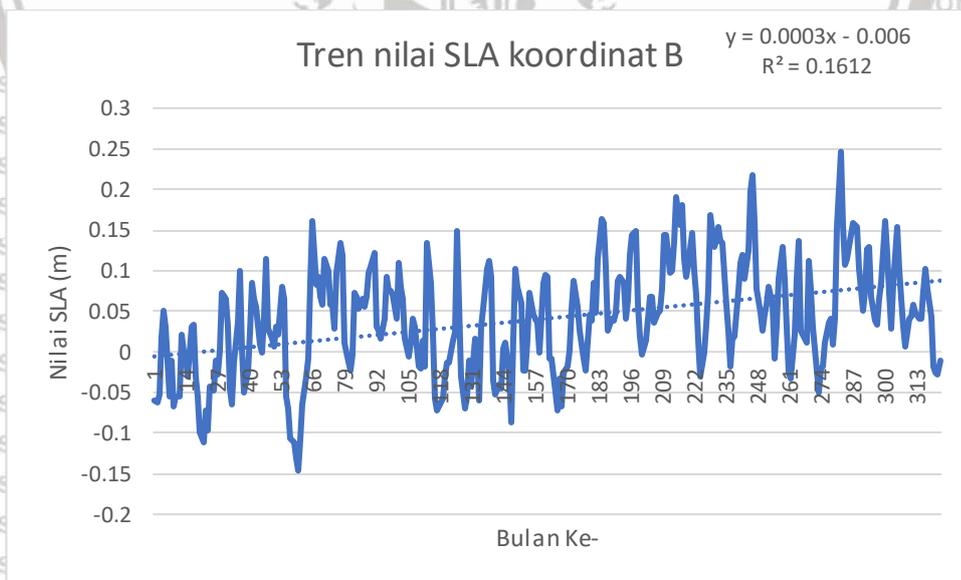
Nilai SLA di dapatkan dari hasil rata – rata tiap bulan selama 26 tahun menggunakan olah data Ms. Excel. Selanjutnya akan rata rata pada setiap bulan akan di lihat tren kenaikan muka air laut dengan cara melakukan regresi linier untuk melihat bagaimana nilai tren atau kecenderungan muka air laut yang terjadi pada pesisir Lamongan. Terdapat dua grafik yang dihasilkan sesuai dengan koordinat yang di gunakan. Pada koordinat 1. Dapat dilihat tren kenaikan muka air laut memiliki tren yang menurun dengan persamaan $y = 0.0003x + 0.0063$. Melalui tren kenaikan muka air laut relatif yang di dapatkan ini kemudian dilakukan perhitungan terhadap nilai tertinggi dan nilai terendah kemudian di bagi dengan jumlah tahun yang digunakan dan dihasilkan nilai kenaikan muka air laut relatif sebesar 3.72 mm/yr.





Gambar 25. Grafik tren kenaikan muka air laut pada titik A.

Pada koordinat 2. Didapatkan persamaan tren kenaikan muka air laut yaitu $y = 0.0003x + 0.006$. Melalui tren kenaikan muka air laut relatif yang di dapatkan ini kemudian dilakukan perhitungan terhadap nilai tertinggi dan nilai terendah kemudian di bagi dengan jumlah tahun yang digunakan dan dihasilkan nilai kenaikan muka air laut relatif sebesar 3.72 mm/yr.



Gambar 26. Grafik tren kenaikan muka air laut pada titik B.

Pada penelitian kenaikan muka air laut sebelumnya pada tahun 2010 - 2019

didapatkan hasil laju rerata muka air laut sebesar 2,261 cm/yr. Dengan nilai r sebesar 0,5973 yang memiliki arti bahwa antara kenaikan muka air laut dengan jumlah waktu memiliki hubungan yang cukup saling berkaitan (Dewi, 2020).

Perbedaan hasil perhitungan rata – rata muka air laut ini berbeda dengan yang telah dilakukan karena sumber data yang digunakan tidak sama. Pengolahan data yang dilakukan oleh penelitian yang disebutkan menggunakan data pasang surut dengan mengolah mean sea level dari perairan yang berada di Lamongan, sedangkan pada penelitian yang saat ini dilakukan menggunakan Sea level anomaly. Seperti yang di ketahui sea level anomaly merupakan tinggi permukaan air laut diatas permukaan geofisik dikurangi efek pasang surut dan iverse barometer (pengaruh tekanan atmosfer). Sedangkan msl merupakan rata rata tinggi muka air laut yang dihitung melalui pasang surut.

4.8 Indeks kerentanan pesisir

Nilai indeks kerentanan pantai dapat dihasilkan melalui teknik overlay dari variabel yang telah di klasifikasikan sebelumnya. Seluruh hasil perhitungan dari klasifikasi akan dihitung berdasarkan rumus CVI (*Coastal vulnerability index*) untuk mengetahui kategori atau tingkatan kelasnya. Kelas dalam indeks kerentanan pesisir dibagi menjadi 5 macam yaitu sangat rentan, rentan, sedang, rendah, tidak rentan (Tejakusuma, 2011).

Dalam perhitungan nilai indeks kerentanan pesisir di dapatkan terdapat tiga macam kelas yang berada di Kabupaten Lamongan. Kelas kerentanan tersebut adalah sangat rendah, rendah, dan sedang. Hampir sebagian besar sel yang dibentangkan pada pesisir lamongan memiliki tingkat kerentanan yang sangat rendah. Kerentanan sangat rendah dapat terjadi dikarenakan faktor kelerengan yang berada pada kabupaten Lamongan cenderung landai hingga datar dan tingkat perubahan garis pantai yang banyak terjadi akresi. Akresi merupakan

peristiwa penumpukan sedimen yang biasanya berasal dari muara sungai (Sardiyatmo et al., 2013). Ditinjau dari banyaknya pelabuhan di pesisir lamongan, pabrik industri dan beberapa tempat pariwisata di lamongan tidak heran jika marak terjadi reklamasi pantai di pesisirnya seperti yang di katakan oleh Baskoro et al. (2018), Perubahan terlihat nyata di pesisir Lamongan khususnya kecamatan paciran yang padat akan aktivitas penduduk dalam memanfaatkan reklamasi pantai untuk pemukiman, industri ataupun pariwisata. Pemerintah daerah khususnya pokmaswas di pesisir Lamongan juga sedang gencar dalam penanaman mangrove sehingga sedimentasi akan semakin bertambah setiap tahunnya.

Pada peta kerentanan pesisir juga terdapat satu sel yang berada pada kategori menengah atau sedang. Hal ini terjadi dikarenakan pada sel tersebut memiliki nilai perubahan garis pantai yang dominan kepada terjadinya abrasi. Abrasi merupakan peristiwa kemunduran garis pantai biasanya disebabkan oleh gelombang yang tinggi. Namun dalam kasus di pesisir Lamongan ini kemunduran garis pantai dapat disebabkan oleh pemukiman yang sangat pesat di sekitar pesisir, terutama pada daerah sel tersebut, sehingga jarang terdapat tumbuhan atau mangrove. Posisi sel ini tidak berada pada daerah pelabuhan dan sungai sehingga tidak dapat menahan adanya abrasi pantai di dekat daerah tersebut.

Dari hasil perhitungan nilai indeks kerentanan pesisir dapat dilihat pada tabel berikut kelas kerentanan beserta desa yang berada didalamnya:

Tabel 11. Daftar desa dan kelas kerentanannya

Kelas kerentanan	Nama Desa
Sangat rendah	Loh gung, Labuhan, Brengkok,
	Sedayu lawas, Brondong, Kondang

	semangkon, Paciran, Tunggul, Kranji, Banjarwati, Kemantren, Sidokelar.
Rendah	Loh-gung, Labuhan, Sedayu lawas, Brengkok, Kondang semangkon, Paciran, Tunggul, Kranji, Banjarwati
Menengah	Sedayu lawas, Belimbing, Kondang semangkon, Paciran, Tunggul, Banjarwati.



PETA KERENTANAN PESISIR KABUPATEN LAMONGAN



<p>N</p> <p>SKALA 1:125,000</p>	<p>Legend</p> <ul style="list-style-type: none"> — Menengah — Rendah — Sangat rendah — Batas desa 	<p>Sumber: Basemap Peta RBI</p>	<p>INSET</p>
--	--	--	---------------------

Gambar 27. Peta kerentanan pesisir

BAB V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dari penelitian kerentanan pesisir wilayah pesisir Kabupaten Lamongan dapat disimpulkan bahwa:

1. Kondisi fisik pada pantai di pesisir Lamongan rata-rata memiliki bentuk pantai datar serta ber substrat berbatu, pasir ataupun lumpur.

Penggunaan lahan yang ada di pesisir lamongan banyak yang berbentuk tambak, pemukiman, serta pelabuhan. Nilai kelerengan di pesisirnya sebesar 0.14%. Tinggi gelombang di pesisir lamongan tidak tinggi rata-rata mencapai 0,60 m dan periode gelombang 3,89 s. Tipe pasang surut yang berada di pesisir lamongan yaitu diurnal (Harian tunggal) dengan nilai *tidal range* sebesar 3,19 m dan 3,23 m. Kenaikan muka air laut yang dilakukan dengan persamaan linier di dapatkan 3,72 mm/yr. Rata-rata nilai perubahan garis pantai di dominasi oleh akresi dengan nilai 6,1m/th.

Secara alami Pantai di Pesisir Lamongan tidak memiliki garis pantai yang stabil dan cenderung mengalami abrasi, kecuali pada daerah dekat sungai besar (sudetan bengawan solo). Namun, dikarenakan tingginya aktivitas reklamasi dan antropogenik menyebabkan masyarakat membangun dinding pantai untuk menstabilkan garis pantai.

2. Pesisir lamongan memiliki Tiga macam kategori / kelas menurut nilai CVI (coastal vulnerability index) yaitu sangat rendah, rendah dan Menengah.

Dalam klasifikasi cvi wilayah desa yang masuk kedalam kategori sangat rendah adalah Loh gung, Labuhan, Brengkok, Sedayu lawas, Brondong,

Kondang semangkon, Paciran, Tunggul, Kranji, Banjarwati, Kemantren, Sidokelar. Wilayah desa yang masuk kedalam kategori rendah yaitu Loh gung, Labuhan, Sedayu lawas, Brengkok, Kondang semangkon, Paciran, Tunggul, Kranji, Banjarwati. Kategori ketiga yaitu menengah terdapat desa Sedayu lawas, Belimbing, Kondang semangkon, Paciran, Tunggul, Banjarwati. Nilai CVI Nilai indeks kerentanan pesisir yang cenderung sangat rendah, dan rendah dikarenakan banyak terjadi akresi akibat dari reklamasi yang dilakukan, bentuk pantai landai, serta tinggi gelombang yang rendah.

5.2 Saran

Masih diperlukan banyak penelitian lebih lanjut dengan citra satelit yang memiliki resolusi lebih tinggi supaya penelitian lebih akurat mengenai kerentanan pesisir akibat faktor fisik yang berada di pesisir Lamongan. Perlu adanya pengukuran lapang terkait dengan data real time di Lamongan, karena stasiun bmkg untuk pengukuran real time di wilayah tuban (daerah terdekat pesisir lamongan) rusak, sehingga hanya dapat menggunakan data prediksi dari bmkg.

Selain itu juga diperlukan penelitian lanjutan melalui pendekatan sosial dikarenakan analisis cvi hanya terbatas pada parameter fisik dan tidak melihat dampak langsung pada kehidupan sosial masyarakat pesisir.

Pemerintah Kabupaten Lamongan perlu memperhatikan wilayah pesisir ini khususnya pada kategori kelas kerentanan menengah. Hal ini berhubungan dengan kerentanan pesisir untuk beberapa tahun kedepan yang berpotensi akan terus meningkat apabila tidak dilakukan tindakan mitigasi bencana yang baik.

Maka dari itu perlu dilakukan tindakan pencegahan lebih lanjut agar kerentanan pesisir kedepannya di Kabupaten Lamongan tidak semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ablain, M., Cazenave, A., Larnicol, G., Balmaseda, M., Cipollini, P., Faugère, Y., Fernandes, M. J., Henry, O., Johannessen, J. A., Knudsen, P., Andersen, O., Legeais, J., Meyssignac, B., Picot, N., Roca, M., Rudenko, S., Scharffenberg, M. G., Stammer, D., Timms, G., & Benveniste, J. (2015). Improved sea level record over the satellite altimetry era (1993-2010) from the Climate Change Initiative project. *Ocean Science*, 11(1), 67–82. <https://doi.org/10.5194/os-11-67-2015>
- Allaby, A., & Allaby, M. (2018). *Destructive Wave*. Oxford University Press. <https://www.encyclopedia.com/earth-and-environment/ecology-and-environmentalism/environmental-studies/destructive-wave>
- Aprianto, J., & Romadhon, A. (2021). Analisis Kesesuaian Ekowisata Mangrove Di Pantai Kutang. *Trunojoyo*, 2(2), 107–114.
- Atmodjo, W. (2016). Geomorfologi Pesisir Pantai Benteng Portugis, Kecamatan Donorojo, Kabupaten Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19(2), 150. <https://doi.org/10.14710/jkt.v19i2.842>
- Baskoro, N. C., Joesidawati, M. I., & Sukma, R. N. (2018). Perubahan garis pantai Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan, menggunakan citra Landsat dengan metode Digital Shoreline Analysis System (DSAS). *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat III*, 3(September), 200–208. [http://snasppm.unirow.ac.id/download.php?file=Prosiding_SNASPPM_III_PERUBAHAN_GARIS_PANTAI_KECAMATAN_PACIRAN_KABUPATEN_LAMONGAN_MENGGUNAKAN_CITRA_LANDSAT_DENGAN_METODE_DIGITAL_SHORELINE_ANALYSIS_SYSTEM_\(DSAS\).pdf&kode=5](http://snasppm.unirow.ac.id/download.php?file=Prosiding_SNASPPM_III_PERUBAHAN_GARIS_PANTAI_KECAMATAN_PACIRAN_KABUPATEN_LAMONGAN_MENGGUNAKAN_CITRA_LANDSAT_DENGAN_METODE_DIGITAL_SHORELINE_ANALYSIS_SYSTEM_(DSAS).pdf&kode=5)
- Bengen, D. G. (2002). *Ekosistem Sumberdaya Alam Pesisir dan Prinsip Pengelolannya*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. IPB.
- Bianchi, M., Boyle, M., & HOLLINGSWORTH, D. (1999). A comparison of methods for trend estimation. *Applied Economics Letter*, 6(mic), 103–109.
- BPS Lamongan. (2019). Kabupaten Lamongan Dalam Angka. 2019.
- Cahyadi, M. N., Jaelani, L. M., & Dewantoro, A. H. (2016). STUDY OF SEA LEVEL RISE USING SATELLITE ALTIMETRY DATA (A case study: Sea Of Semarang). *Geoid*, 11(2), 176. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v11i2.1263>
- Dahuri, D. I. H. R. M. S., Prof Dr. Ir. Jacub Rais, M. S., Sc., I. S. P. G. M., Sitepu., & J., D. M. (2001). *Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. PT Pradnya Paramita.
- Dahuri, R. (2001). Pengelolaan Ruang Wilayah Pesisir dan Lautan Seiring dengan Pelaksanaan Otonomi Daerah. *MIMBAR: Jurnal Sosial Dan Pembangunan*, 17(2), 139–171. <https://ejournal.unisba.ac.id/index.php/mimbar/article/view/38/pdf>
- Dewi, H. C. (2020). *Analisis potensi genangan rob akibat kenaikan muka air laut (*



sea level rise) di pesisir kabupaten lamongan, jawa timur. UIN Sunan Ampel Surabaya.

Dhiauddin, R., Gemilang, W. A., Wisna, U. J., Rahmawan, G. A., & Kusumah, G. (2017). PEMETAAN KERENTANAN PESISIR PULAU SIMEULUE DENGAN METODE CVI (COASTAL VULNERABILITY INDEX). *13*(2), 157–170.

Diana Arfiatia, Herawatia, E. Y., Buwonoa, N. R., Firdausa, A., Winarno, M. S., & Widyastami, A. P. (2019). Struktur Komunitas Makrozoobentos Pada Ekosistem Lamun Di Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. *JFMR- Journal of Fisheries and Marine Research*, *3*(1), 1–7. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.1>

Djunaedi, A., & Basuki, M. N. (2002). Perencanaan Pengembangan Kawasan Pesisir. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, *3*(3), 225–231.

Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M., & Kanninen, M. (2012). Mangrove adalah salah satu hutan terkaya karbon di kawasan tropis. *CIFOR Brief*, *13*(12), 12.

Fadilah, Suripin, & Sasongko, D. P. (2014). Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode Admiralty. *6*(1), 1–12.

Gornitz, V. (1990). Vulnerability of the East Coast, U.S.A. to future sea level rise. *Journal of Coastal Research*, *9*, 201–237.

Gornitz, Vivien. (1991). Global coastal hazards from future sea level rise. *Palaeogeography*, *89*(4), 379–398. [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(91\)90173-O](https://doi.org/10.1016/0031-0182(91)90173-O)

Gumilar, G. R. (2013). KONTRIBUSI PELATIHAN KEWIRAUSAHAAN TERHADAP MOTIVASI BERWIRAUSAHA BAGI PESERTA PELATIHAN PERSIAPAN PURNA BAKTI DI LEMBAGA LP2ES BANDUNG. Universitas Pendidikan Indonesia.

Hammar-Klose, E. S., Pendleton, E. A., Thieler, E. R., & Williams, S. J. (2004). In cooperation with the National Park Service Coastal Vulnerability Assessment of Cape Cod National Seashore (CACO) to Sea-Level Rise U . S . Department of the Interior. *USGS Open File Report, January 2003*, 18.

Hamuna, B., Sari, A. N., & Alianto, A. (2018). Kajian Kerentanan Wilayah Pesisir Ditinjau dari Geomorfologi dan Elevasi Pesisir Kota dan Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, *6*(1), 1. <https://doi.org/10.14710/jwl.6.1.1-14>

Handiani, D. N., Darmawan, S., Heriati, A., & Aditya, Y. D. (2019). Kajian Kerentanan Pesisir Terhadap Kenaikan Muka Air Laut di Kabupaten Subang. *Jurnal Kelautan Nasional*, *14*(3), 145–154. <https://doi.org/10.15578/jkn.v14i3.7583>

Handiani, D. N., Darmawan, S., Hernawati, R., Suryahadi, M. F., & Aditya, Y. D. (2018). Identifikasi Perubahan Garis Pantai dan Ekosistem Pesisir di Kabupaten Subang. *Reka Geomatika*, *2017*(2), 61–71. <https://doi.org/10.26760/jrg.v2017i2.1765>

Hidayat, P. I., Subiyanto, S., & Sasmito, B. (2016). Analisis Kualitas DEM dengan

- Membandingkan Metode Orthorektifikasi Memakai Citra Resolusi Tinggi. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(4), 22–31.
- Isdianto, A., Citrosiswoyo, W., & Sambodho, K. (2014). Zonasi Wilayah Pesisir Akibat Kenaikan Muka Air Laut. *Jurnal Permukiman*, 9 No. 3(03 September), 148–157. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31815/jp.2014.9.148-157>
- Isdianto, A., & Luthfi, O. M. (2020). Persepsi Dan Pola Adaptasi Masyarakat Teluk Popoh Terhadap Perubahan Iklim. *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE*, 5(2), 77. <https://doi.org/10.20956/jiks.v5i2.8935>
- Isdianto, A., Luthfi, O. M., Haykal, M. F., & Supriyadi. (2020). SEA TEMPERATURE AND CURRENT DURING TRANSITIONAL SEASONS TO SUPPORT THE RESILIENCE OF COASTAL. *Jurnal Education and Development*, 8(3), 80–85.
- JAMAL, F. (2019). Peran Pemerintah Daerah Dalam Pengelolaan Wilayah Pesisir. *Rechtsregel : Jurnal Ilmu Hukum*, 2(1). <https://doi.org/10.32493/rjih.v2i1.2981>
- Joetidawati, M. I. (2016). Vulnerability Assessment of Tuban District Coastal Areas To the Damaging Threat. *Jurnal Kelautan*, 9(2), 188–198.
- Karimah. (2017). Peran Ekosistem Hutan Mangrove Sebagai Habitat Untuk Organisme Laut. *Jurnal Biologi Tropis*, 17(2), 51. <https://doi.org/10.29303/jbt.v17i2.497>
- Kartini, A., & Mardiatno, D. (2020). Analisis Kerentanan Fisik Wilayah Pesisir Pulau Ternate. *JURNAL GEOGRAFI*, 2(1), 102–112.
- KEPUTUSAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 32 TAHUN 1990, (1990).
- Kisnarti, E. A. (2013). KAJIAN PASANG SURUT DAN ARUS PASANG SURUT DI PERAIRAN LAMONGAN. *Neptunus Jurnal Kelautan*, 19(1), 1–13.
- Kristiyanti, M. (2016). Pemberdayaan masyarakat pesisir pantai melalui pebdekatan ICZM (Integrated Coastal Zone Management). *Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu*, 180, 752–760. <http://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/sendu/article/view/4264/1270>
- Kumar, T. S., Mahendra, R. S., Nayak, S., Radhakrishnan, K., & Sahu, K. C. (2010). Coastal vulnerability assessment for Orissa State, East Coast of India. *Journal of Coastal Research*, 26(3), 523–534. <https://doi.org/10.2112/09-1186.1>
- Kustanti, A. (2011). *Manajemen Hutan Mangrove*. IPB Press.
- Lautetu, L. M., Kumurur, V. A., & Warouw, F. (2019). Karakteristik Permukiman Masyarakat Pada Kawasan Pesisir Kecamatan Bunaken. *Jurnal Spasial*, 6(1), 126–136.
- Loupatty, G. (2013). Karakteristik energi gelombang dan arus perairan di Provinsi Maluku. *Jurnal Berekeng*, 7(1), 19–22.
- Nadia, P., Ali, M., & Besperi. (2013). Pengaruh angin terhadap tinggi gelombang pada struktur bangunan breakwater di Tapak Paderi Kota Bengkulu. *Jurnal Teknik Sipil Inersia*, 5(1), 41–56.

Nugraha, I. N. J., Gede, I. W., Karang, A., & Dharma, I. G. B. S. (2016). Ekstraksi Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Landsat Di Pesisir Tenggara Bali (Studi Kasus Kabupaten Gianyar Dan Klungkung). *Prosiding Seminar Nasional Kelautan 2016, 2013*, 159–166.

Oceanpulse. (2020). *Destructive and Konstruktive wave*.
<https://oceanpulse.id/klasifikasi-gelombang-laut-berdasarkan-sifatnya/>

Oliver-Smith, A. (2009). Sea Level Rise and the Vulnerability of Coastal Peoples. In *InterSecTions* (Issue 7). https://www.unisdr.org/files/14028_4097.pdf

Pendleton, B. E. A., Thieler, E. R., Williams, S. J., Norton, G. A., Survey, U. S. G., & Beavers, R. (2005). *Coastal Vulnerability Assessment of Gateway National Recreation Area (GATE) to Sea-Level Rise Open-File Report 2004-1257 U . S . Department of the Interior*.

Prabowo, H., & Astjario, P. (2016). Perencanaan Pengelolaan Wilayah Pesisir Pulau Jawa Ditinjau Dari Aspek Kerentanan Kawasan Dan Implikasinya Terhadap Kemungkinan Bencana Kenaikan Muka Laut. *Jurnal Geologi Kelautan, 10*(3), 167. <https://doi.org/10.32693/jgk.10.3.2012.225>

Purbani, D., Salim, H. L., Putu, L., Savitri, A., Kusuma, C., Tussadiah, A., Subandriyo, J., Tengah, P. J., & Karimunjawa, K. (2019). Ancaman Gelombang Ekstrim Dan Abrasi Pada Penggunaan Lahan Di Pesisir Kepulauan Karimunjawa (Studi Kasus : Pulau Kemujan , Pulau Karimunjawa , Pulau Menjangan Besar Dan Pulau Menjangan Kecil) the Extreme Waves and Abrasion Hazards on Coastal Land Use At. *Jurnal Kelautan Nasional, 14*(1), 33–46.

Putra, A., Husrin, S., Tanto, T. Al, & Pratama, R. (2015). Kerentanan pesisir terhadap perubahan iklim di timur laut Provinsi Bali. *Majalah Ilmiah Globe, 17*(1), 43–50.

Qhomariyah, L., & Yuwono. (2016). Analisa Hubungan antara Pasang Surut Air Laut dengan Sedimentasi yang Terbentuk (Studi Kasus : Dermaga Pelabuhan Petikemas Surabaya) 1). *Jurnal Teknik ITS, 5*(1), 3–5.

Rachmadiani, A. D., Purwanti, F., & Latifah, N. (2018). ANALISIS KERENTANAN PANTAI MENGGUNAKAN COASTAL VULNERABILITY INDEX (CVI) DI WILAYAH PESISIR TANJUNG PANDAN, KABUPATEN BELITUNG. *MAQUARES, 7*(4), 298–306.

Risianto. (2011). *Kerentanan Wilayah Pesisir Terhadap Kenaikan Muka Laut (Studi Kasus Wilayah Pesisir Utara Jawa Barat)*.

Roikhatul, H. (2015). *Perancangan pusat konservasi terumbu karang dipantai utara lamongan dengan pendekatan arsitektur organik*. UIN Malang.

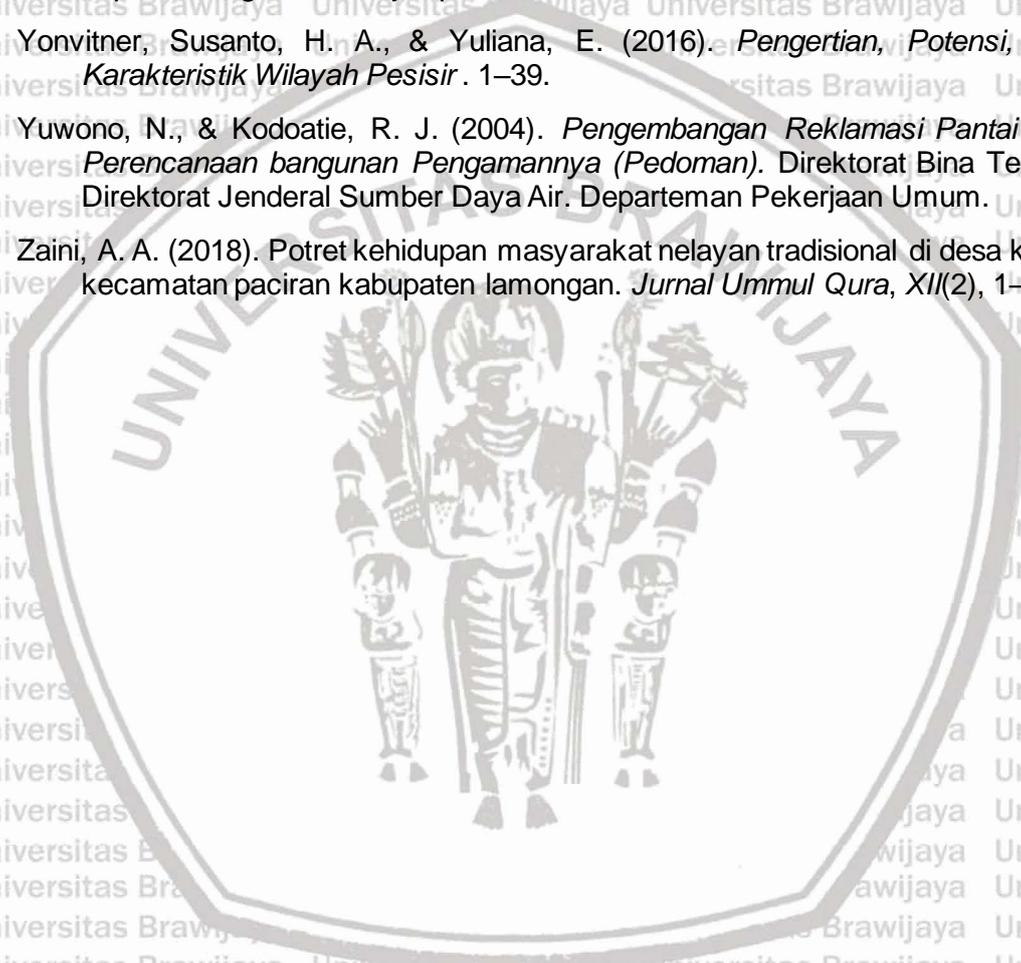
Sakka, Paharuddin, E. R. (2014). Vulnerability Analysis Based on the Coastal Vulnerability Index (CVI) in Makassar City Coast. *Journal Ilmu Kelautan Dan Perikanan, 24*(3), 49–53.

Saptiadi, I. M. (2017). Kajian Tentang Penguasaan Tanah Pantai Dan Penguasaan Wilayah Pesisir Di Indonesia. *Jurnal Teknologi, 16*(2), 2122–2130.

Sardiyatmo, Supriharyono, & Hartoko, A. (2013). Dampak Dinamika Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Multi Temporal Pantai Semarang Provinsi Jawa

- Tengah. *Jurnal Saintek Perikanan*, 8(2), 33–37.
- Setiabudi, A. R., & Maryanto, T. I. (2018). Deteksi Perubahan Garis Pantai di Pesisir Kabupaten Karawang dengan Aplikasi Digital Shoreline Analysis System (DSAS). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 2018(2), 42–50. <https://doi.org/10.26760/jrg.v2018i2.2629>
- Setiawan, K. T., Marini, Y., & Supriyono, A. (2015). Bedah Tuntas Data Citra Landsat 8 untuk Wilayah Pesisir dan Laut. *Aktualita*, 10(2), 28–34.
- Setyawan, W. B., & Pamungkas, A. (2017). Perbandingan Karakteristik Oseanografi Pesisir Utara Dan. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan Dan Perikanan, September*, 191–202.
- Sidabutar, Y., Sasmito, B., & Amarrohman, F. (2016). Analisis Sea Level Rise Dan Komponen Pasang Surut Dengan Menggunakan Data Satelit Altimetri Jason-2. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 243–252.
- Sihombing, W. H., Suntoyo, & Sambodho, K. (2012). Kajian Kenaikan Muka Air Laut di Kawasan Pesisir Kabupaten Tuban, Jawa Timur. *Jurnal Teknik ITS*, 1, 166.
- Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G. K., Tignor, M. M. B., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., & Midgley, P. M. (2013). *Climate change 2013 the physical science basis: Working Group I contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (Vol. 9781107057). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>
- Sugianto, D. N. (2012). Model Distribusi Data Kecepatan Angin dan Pemanfaatannya dalam Peramalan Gelombang di Perairan Laut Paciran, Jawa Timur. *Ilmu Kelautan - Indonesian Journal of Marine Sciences*, 15(3), 143–152. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.15.3.143-152>
- Suhana, M. P., Nurjaya, I. W., & Natih, N. M. N. (2016). ANALISIS KERENTANAN PANTAI TIMUR PULAU BINTAN , PROVINSI KEPULAUAN RIAU MENGGUNAKAN DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM DAN METODE COASTAL VULNERABILITY INDEX (COASTAL VULNERA ... SYSTEM DAN METODE COASTAL VULNERABILITY INDEX (COASTAL VULNERABILITY ANALY. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 6(1), 20–38.
- Sulma. (2012). *Kerentanan Pesisir terhadap Kenaikan Muka Air Laut (Studi Kasus: Surabaya dan Daerah Sekitarnya)*. Universitas Indonesia.
- Tejakusuma, I. G. (2011). PENGKAJIAN KERENTANAN FISIK UNTUK PENGEMBANGAN PESISIR WILAYAH KOTA MAKASSAR. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 13(2), 82–87.
- Tiraska, A. (2017). Analisis Kerentanan Wilayah Pesisir Palabuhanratu Terhadap Kenaikan Muka Laut Menggunakan Pendekatan Sig. In *Institut Pertanian Bogor*. Institut Pertanian Bogor.
- Trinanda, T. C. (2017). Pengelolaan Wilayah Pesisir Indonesia dalam Rangka Pembangunan Berbasis Pelestarian Lingkungan. *Matra Pembaruan*, 1(2), 75–84. <https://doi.org/10.21787/mp.1.2.2017.75-84>

- Utami, V. H., & Pamungkas, A. (2013). Identifikasi Kawasan Rentan Terhadap Abrasi di Pesisir Kabupaten Tuban. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(2), 114–117. <https://media.neliti.com/media/publications/155150-ID-identifikasi-kawasan-rentan-terhadap-abr.pdf>
- Wong, P. P., Losada, I. J., Gattuso, J.-P., Hinkel, J., Khattabi, A., McInnes, K., Saito, Y., & Sallenger, A. (2014). Chapter 5: Coastal Systems and Low-Lying Areas. *Ippc Wgii Ar5*, . 361-409.
- Yanti, V., Mailianda, E., & Syamsidik, S. (2019). Analisis Pengaruh Parameter Fisik Terhadap Indeks Kerentanan Pantai (Cvi) Di Kawasan Pantai Banda Aceh Dan Sekitarnya (Studi Kasus Pada Kawasan Ujung Pancu Sampai Ujung Batee). *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 2(2), 123–133. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v2i2.13212>
- Yonvitner, Susanto, H. A., & Yuliana, E. (2016). *Pengertian, Potensi, dan Karakteristik Wilayah Pesisir*. 1–39.
- Yuwono, N., & Kodoatie, R. J. (2004). *Pengembangan Reklamasi Pantai dan Perencanaan bangunan Pengamannya (Pedoman)*. Direktorat Bina Teknik, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. Departemen Pekerjaan Umum.
- Zaini, A. A. (2018). Potret kehidupan masyarakat nelayan tradisional di desa kranji kecamatan paciran kabupaten lamongan. *Jurnal Ummul Qura*, XII(2), 1–17.



Lampiran 1. Dokumentasi Geomorfologi Lamongan

Berikut merupakan dokumentasi bentuk geomorfologi pantai pada pesisir Kabupaten Lamongan. Sebagian besar bentuk lahan yang digunakan yaitu pemukiman serta pelabuhan. Pantai di Pesisir Lamongan memiliki bentuk pantai yang landai dengan substrat berbatu, kerikil hingga berpasir.

No	Nama Desa	Koordinat	Dokumentasi	Keterangan
1.	Loh Gung	-6°53.698'S 112°10.381'E		Mangrove, pantai berpasir
2.	Labuhan	-6°53.098'S 112°11.793'E		Mangrove, pantai berpasir
3.	Brengkok	-6° 52.318'S 112° 14.308'E		Mangrove, tambak, pantai berpasir
4.	Sedayu Lawas	-6°52.726'S 112°14.886'E		Pantai berpasir dan kerikil

No	Nama Desa	Koordinat	Dokumentasi	Keterangan
5.	Berondong	-6°52.351'S 112°17.507'E		Pantai berkerikil dan Tutupan penggunaan lahan
6.	Belimbing	-6°52.438'S 112°17.978'E		Tutupan penggunaan lahan
7.	Kondang Semangkon	-6°52.217'S 112°20.091'E		Mangrove, pantai berpasir
8.	Paciran	-6°52.175'S 112°21.069'E		Tutupan penggunaan lahan, pantai berpasir
9.	Tunggul	-6°52.417'S 112°22.528'E		Pantai berpasir dan berkerikil



No	Nama Desa	Koordinat	Dokumentasi	Keterangan
10.	Kranji	-6°52.548'S 112°22.952'E		Tutupan penggunaan lahan
11.	Banjarwati	-6°52.509'S 112°23.324'E		Tutupan penggunaan lahan, dan pantai berpasir
12.	Kematren	-6°52.251'S 112°24.184'E		Pantai berkerikil
13.	Sidokelar	-6°52.360'S 112°26.329'E		Mangrove, dan pantai berpasir

Lampiran 2. Elevasi Pantai di Pesisir Lamongan

Sel	Kemiringan (derajat)	Persen (%)
1	0.35	0.10
2	0.36	0.10
3	0.37	0.10
4	0.37	0.10
5	0.37	0.10
6	0.37	0.10
7	0.35	0.10
8	0.30	0.08
9	0.30	0.08
10	0.27	0.07
11	0.27	0.07
12	0.21	0.06
13	0.13	0.04
14	0.07	0.02
15	0.02	0.01
16	0.21	0.06
17	0.49	0.14
18	0.38	0.11
19	0.41	0.11
20	0.14	0.04
21	0.54	0.15
22	0.68	0.19
23	0.80	0.22
24	0.66	0.18
25	0.71	0.20
26	0.78	0.22
27	0.72	0.20
28	0.64	0.18
29	0.47	0.13
30	0.36	0.10
31	0.63	0.18
32	0.47	0.13
33	0.58	0.16
34	0.58	0.16
35	0.63	0.18
36	0.63	0.18
37	0.63	0.18
38	0.78	0.22
39	0.78	0.22
40	0.91	0.25
41	0.82	0.23

Sel	Kemiringan (derajat)	Persen (%)
42	0.82	0.23
43	0.75	0.21
44	0.75	0.21
45	0.71	0.20



Lampiran 3. Data Kenaikan Muka Air Laut

Longitude	Latitude	Tahun	SLA
-6.875	112.125	2009	0.0826
-6.875	112.125	2009	0.0395
-6.875	112.125	2009	0.0599
-6.875	112.125	2009	0.1176
-6.875	112.125	2009	0.1459
-6.875	112.125	2009	0.1481
-6.875	112.125	2009	0.0529
-6.875	112.125	2009	0.0189
-6.875	112.125	2009	0.0002
-6.875	112.125	2009	0.0121
-6.875	112.125	2009	0.0382
-6.875	112.125	2010	0.0697
-6.875	112.125	2010	0.0682
-6.875	112.125	2010	0.0361
-6.875	112.125	2010	0.0508
-6.875	112.125	2010	0.0476
-6.875	112.125	2010	0.0773
-6.875	112.125	2010	0.1404
-6.875	112.125	2010	0.1439
-6.875	112.125	2010	0.0989
-6.875	112.125	2010	0.1059
-6.875	112.125	2010	0.1391
-6.875	112.125	2010	0.1878
-6.875	112.125	2011	0.1513
-6.875	112.125	2011	0.1834
-6.875	112.125	2011	0.1119
-6.875	112.125	2011	0.0891
-6.875	112.125	2011	0.1051
-6.875	112.125	2011	0.1476
-6.875	112.125	2011	0.0942
-6.875	112.125	2011	0.0701
-6.875	112.125	2011	0.0094
-6.875	112.125	2011	-0.0373
-6.875	112.125	2011	-0.0043
-6.875	112.125	2011	0.0354
-6.875	112.125	2012	0.0778
-6.875	112.125	2012	0.1673
-6.875	112.125	2012	0.1276
-6.875	112.125	2012	0.1335
-6.875	112.125	2012	0.1518
-6.875	112.125	2012	0.1395
-6.875	112.125	2012	0.1297



Longitude	Latitude	Tahun	SLA
-6.875	112.125	2012	0.0519
-6.875	112.125	2012	0.0233
-6.875	112.125	2012	-0.0225
-6.875	112.125	2012	0.0156
-6.875	112.125	2012	0.0124
-6.875	112.125	2013	0.075
-6.875	112.125	2013	0.1058
-6.875	112.125	2013	0.1184
-6.875	112.125	2013	0.0919
-6.875	112.125	2013	0.121
-6.875	112.125	2013	0.1996
-6.875	112.125	2013	0.2183
-6.875	112.125	2013	0.1594
-6.875	112.125	2013	0.0765
-6.875	112.125	2013	0.0436
-6.875	112.125	2013	0.0266
-6.875	112.125	2013	0.0419
-6.875	112.125	2014	0.055
-6.875	112.125	2014	0.0781
-6.875	112.125	2014	0.0578
-6.875	112.125	2014	-0.0075
-6.875	112.125	2014	0.0306
-6.875	112.125	2014	0.0911
-6.875	112.125	2014	0.1318
-6.875	112.125	2014	0.091
-6.875	112.125	2014	0.0283
-6.875	112.125	2014	-0.0261
-6.875	112.125	2014	-0.032
-6.875	112.125	2014	0.026
-6.875	112.125	2015	0.0923
-6.875	112.125	2015	0.1305
-6.875	112.125	2015	0.0241
-6.875	112.125	2015	0.0247
-6.875	112.125	2015	0.0114
-6.875	112.125	2015	0.1085
-6.875	112.125	2015	0.0787
-6.875	112.125	2015	0.0314
-6.875	112.125	2015	-0.0216
-6.875	112.125	2015	-0.0514
-6.875	112.125	2015	-0.0207
-6.875	112.125	2015	-0.016
-6.875	112.125	2016	0.0105
-6.875	112.125	2016	0.0361



Longitude	Latitude	Tahun	SLA
-6.875	112.125	2016	0.0441
-6.875	112.125	2016	0.0101
-6.875	112.125	2016	0.0419
-6.875	112.125	2016	0.1581
-6.875	112.125	2016	0.2515
-6.875	112.125	2016	0.1596
-6.875	112.125	2016	0.1117
-6.875	112.125	2016	0.1225
-6.875	112.125	2016	0.1491
-6.875	112.125	2016	0.1634
-6.875	112.125	2017	0.1552
-6.875	112.125	2017	0.1518
-6.875	112.125	2017	0.0988
-6.875	112.125	2017	0.0506
-6.875	112.125	2017	0.0709
-6.875	112.125	2017	0.1219
-6.875	112.125	2017	0.1275
-6.875	112.125	2017	0.0645
-6.875	112.125	2017	0.0371
-6.875	112.125	2017	0.0362
-6.875	112.125	2017	0.0694
-6.875	112.125	2017	0.087
-6.875	112.125	2018	0.1592
-6.875	112.125	2018	0.1207
-6.875	112.125	2018	0.0681
-6.875	112.125	2018	0.028
-6.875	112.125	2018	0.0798
-6.875	112.125	2018	0.1488
-6.875	112.125	2018	0.0987
-6.875	112.125	2018	0.0628
-6.875	112.125	2018	0.0302
-6.875	112.125	2018	0.0068
-6.875	112.125	2018	0.0402
-6.875	112.125	2018	0.0406
-6.875	112.125	2019	0.06
-6.875	112.125	2019	0.0515
-6.875	112.125	2019	0.0389
-6.875	112.125	2019	0.0452
-6.875	112.125	2019	0.0707
-6.875	112.125	2019	0.0993
-6.875	112.125	2019	0.0721
-6.875	112.125	2019	0.0463
-6.875	112.125	2019	-0.0226



Longitude	Latitude	Tahun	SLA
-6.875	112.125	2019	-0.0259
-6.875	112.125	2019	-0.0317
-6.875	112.125	2019	-0.0128



Longitude	Latitude	Tahun	SLA
-6.875	112.375	2009	0.0861
-6.875	112.375	2009	0.042
-6.875	112.375	2009	0.0624
-6.875	112.375	2009	0.1194
-6.875	112.375	2009	0.144
-6.875	112.375	2009	0.1494
-6.875	112.375	2009	0.0572
-6.875	112.375	2009	0.0189
-6.875	112.375	2009	-0.0025
-6.875	112.375	2009	0.0129
-6.875	112.375	2009	0.0399
-6.875	112.375	2010	0.0686
-6.875	112.375	2010	0.0688
-6.875	112.375	2010	0.0351
-6.875	112.375	2010	0.0477
-6.875	112.375	2010	0.0501
-6.875	112.375	2010	0.0786
-6.875	112.375	2010	0.1428
-6.875	112.375	2010	0.1445
-6.875	112.375	2010	0.0978
-6.875	112.375	2010	0.1008
-6.875	112.375	2010	0.1353
-6.875	112.375	2010	0.19
-6.875	112.375	2011	0.1563
-6.875	112.375	2011	0.1817
-6.875	112.375	2011	0.1134
-6.875	112.375	2011	0.0931
-6.875	112.375	2011	0.1072
-6.875	112.375	2011	0.1475
-6.875	112.375	2011	0.0991
-6.875	112.375	2011	0.0691
-6.875	112.375	2011	0.0142
-6.875	112.375	2011	-0.0307
-6.875	112.375	2011	-0.0021
-6.875	112.375	2011	0.0329
-6.875	112.375	2012	0.0757
-6.875	112.375	2012	0.1693
-6.875	112.375	2012	0.1299
-6.875	112.375	2012	0.1357
-6.875	112.375	2012	0.1528
-6.875	112.375	2012	0.1375
-6.875	112.375	2012	0.133
-6.875	112.375	2012	0.058



Longitude	Latitude	Tahun	SLA
-6.875	112.375	2012	0.0258
-6.875	112.375	2012	-0.0183
-6.875	112.375	2012	0.0163
-6.875	112.375	2012	0.0182
-6.875	112.375	2013	0.0745
-6.875	112.375	2013	0.1104
-6.875	112.375	2013	0.1198
-6.875	112.375	2013	0.0895
-6.875	112.375	2013	0.1247
-6.875	112.375	2013	0.1988
-6.875	112.375	2013	0.2173
-6.875	112.375	2013	0.1621
-6.875	112.375	2013	0.0775
-6.875	112.375	2013	0.0484
-6.875	112.375	2013	0.025
-6.875	112.375	2013	0.0465
-6.875	112.375	2014	0.057
-6.875	112.375	2014	0.08
-6.875	112.375	2014	0.0574
-6.875	112.375	2014	-0.0081
-6.875	112.375	2014	0.0314
-6.875	112.375	2014	0.0888
-6.875	112.375	2014	0.1293
-6.875	112.375	2014	0.0896
-6.875	112.375	2014	0.0302
-6.875	112.375	2014	-0.0257
-6.875	112.375	2014	-0.0324
-6.875	112.375	2014	0.0212
-6.875	112.375	2015	0.091
-6.875	112.375	2015	0.1364
-6.875	112.375	2015	0.0254
-6.875	112.375	2015	0.0207
-6.875	112.375	2015	0.0108
-6.875	112.375	2015	0.1127
-6.875	112.375	2015	0.0766
-6.875	112.375	2015	0.0299
-6.875	112.375	2015	-0.0232
-6.875	112.375	2015	-0.0497
-6.875	112.375	2015	-0.0201
-6.875	112.375	2015	-0.0172
-6.875	112.375	2016	0.0115
-6.875	112.375	2016	0.0359
-6.875	112.375	2016	0.0414

Longitude	Latitude	Tahun	SLA
-6.875	112.375	2016	0.0088
-6.875	112.375	2016	0.0418
-6.875	112.375	2016	0.1537
-6.875	112.375	2016	0.2464
-6.875	112.375	2016	0.155
-6.875	112.375	2016	0.1075
-6.875	112.375	2016	0.1148
-6.875	112.375	2016	0.1432
-6.875	112.375	2016	0.1584
-6.875	112.375	2017	0.1564
-6.875	112.375	2017	0.1527
-6.875	112.375	2017	0.1015
-6.875	112.375	2017	0.0496
-6.875	112.375	2017	0.0753
-6.875	112.375	2017	0.1278
-6.875	112.375	2017	0.1302
-6.875	112.375	2017	0.0668
-6.875	112.375	2017	0.0378
-6.875	112.375	2017	0.0326
-6.875	112.375	2017	0.0665
-6.875	112.375	2017	0.086
-6.875	112.375	2018	0.1623
-6.875	112.375	2018	0.1228
-6.875	112.375	2018	0.0737
-6.875	112.375	2018	0.0287
-6.875	112.375	2018	0.0821
-6.875	112.375	2018	0.1538
-6.875	112.375	2018	0.1015
-6.875	112.375	2018	0.065
-6.875	112.375	2018	0.0304
-6.875	112.375	2018	0.0073
-6.875	112.375	2018	0.0412
-6.875	112.375	2018	0.0431
-6.875	112.375	2019	0.059
-6.875	112.375	2019	0.049
-6.875	112.375	2019	0.0397
-6.875	112.375	2019	0.0418
-6.875	112.375	2019	0.0752
-6.875	112.375	2019	0.102
-6.875	112.375	2019	0.0764
-6.875	112.375	2019	0.0442
-6.875	112.375	2019	-0.0171
-6.875	112.375	2019	-0.0262



Longitude	Latitude	Tahun	SLA
-6.875	112.375	2019	-0.0268
-6.875	112.375	2019	-0.0102



Lampiran 4. Nilai parameter kerentanan pesisir

Sel	Gelombang (m)	Elevasi	Geomorfologi	Pasut	Kenaikan muka air laut (mm/yr)	Perubahan Garis pantai	Nilai indeks kerentanan pesisir
1	0.597	0.098	Pantai berpasir dan berkerikil	3.190	3.715	5.827	8.660
2	0.597	0.100	Mangrove	3.190	3.715	-2.920	19.365
3	0.597	0.102	Mangrove	3.190	3.715	1.456	12.247
4	0.597	0.102	Mangrove	3.190	3.715	13.059	8.660
5	0.597	0.102	Lahan terbangun (Tutupan penggunaan lahan)	3.190	3.715	5.830	10.000
6	0.597	0.101	Lahan terbangun (Tutupan penggunaan lahan)	3.190	3.715	9.770	10.000
7	0.597	0.097	Lahan terbangun (Tutupan penggunaan lahan), estuari	3.190	3.715	4.513	10.000
8	0.597	0.084	mangrove	3.190	3.715	-9.313	19.365
9	0.597	0.084	mangrove	3.190	3.715	-5.468	19.365
10	0.597	0.075	mangrove	3.190	3.715	9.313	8.660
11	0.597	0.075	Mangrove	3.190	3.715	0.000	15.000
12	0.597	0.057	Mangrove	3.190	3.715	-2.003	19.365
13	0.597	0.037	Mangrove	3.190	3.715	24.749	8.660
14	0.597	0.021	Lahan terbangun (Tutupan penggunaan lahan)	3.190	3.715	31.131	11.180
15	0.597	0.005	Lahan terbangun (Tutupan penggunaan lahan)	3.190	3.715	0.000	19.365
16	0.597	0.059	Lahan terbangun (Tutupan penggunaan lahan)	3.190	3.715	23.093	10.000

Sel	Gelombang (m)	Elevasi	Geomorfologi	Pasut	Kenaikan muka air laut (mm/yr)	Perubahan Garis pantai	Nilai indeks kerentanan pesisir
17	0.597	0.137	Lahan terbangun (Tutupan penggunaan lahan)	3.230	3.715	8.745	10.000
18	0.597	0.105	Lahan terbangun (Tutupan penggunaan lahan)	3.230	3.715	11.885	22.361
19	0.597	0.113	Lahan terbangun (Tutupan penggunaan lahan)	3.230	3.715	33.043	10.000
20	0.597	0.039	Lahan terbangun (Tutupan penggunaan lahan)	3.230	3.715	9.833	10.000
21	0.597	0.149	Lahan terbangun (Tutupan penggunaan lahan)	3.230	3.715	-5.186	22.361
22	0.597	0.188	Lahan terbangun (Tutupan penggunaan lahan)	3.230	3.715	-11.663	22.361
23	0.597	0.222	mangrove	3.230	3.715	8.908	8.660
24	0.597	0.183	mangrove	3.230	3.715	9.581	8.660
25	0.597	0.198	Mangrove	3.230	3.715	0.071	15.000
26	0.597	0.217	Pantai berpasir dan berkerikil	3.230	3.715	-13.120	25.000
27	0.597	0.201	Tutupan penggunaan lahan	3.230	3.715	-26.822	22.361
28	0.597	0.176	Tutupan penggunaan lahan	3.230	3.715	2.920	10.000
29	0.597	0.129	Pantai berpasir dan berkerikil	3.230	3.715	-6.246	25.000
30	0.597	0.101	Tutupan penggunaan lahan	3.230	3.715	-1.458	20.000
31	0.597	0.175	Tutupan penggunaan lahan	3.230	3.715	7.498	10.000
32	0.597	0.131	Tutupan penggunaan lahan	3.230	3.715	5.104	10.000
33	0.597	0.161	Tutupan penggunaan lahan	3.230	3.715	-9.328	22.361
34	0.597	0.161	Tutupan penggunaan lahan	3.230	3.715	0.000	17.321

Sel	Gelombang (m)	Elevasi	Geomorfologi	Pasut	Kenaikan muka air laut (mm/yr)	Perubahan Garis pantai	Nilai indeks kerentanan pesisir
35	0.597	0.176	pantai berpasir	3.230	3.715	6.054	11.180
36	0.597	0.176	Tutupan penggunaan lahan	3.230	3.715	11.078	10.000
37	0.597	0.176	Tutupan penggunaan lahan	3.230	3.715	-13.120	22.361
38	0.597	0.217	Tutupan penggunaan lahan	3.230	3.715	0.000	17.321
39	0.597	0.217	Tutupan penggunaan lahan	3.230	3.715	11.523	10.000
40	0.597	0.252	Tutupan penggunaan lahan	3.230	3.715	25.974	10.000
41	0.597	0.227	Tutupan penggunaan lahan	3.230	3.715	36.806	10.000
42	0.597	0.227	Tutupan penggunaan lahan	3.230	3.715	14.578	10.000
43	0.597	0.207	Tutupan penggunaan lahan	3.230	3.715	20.410	10.000
44	0.597	0.207	Tutupan penggunaan lahan	3.230	3.715	19.573	10.000
45	0.597	0.196	mangrove	3.230	3.715	8.164	8.660

Lampiran 5. Nilai indeks kerentanan pesisir

Sel	Gelombang (m)	Elevasi	Geomorfologi	Pasut	Kenaikan muka air laut (mm/yr)	Perubahan Garis pantai	Nilai indeks kerentanan pesisir
1	2	5	3	3	5	1	Sangat Rendah
2	2	5	3	3	5	5	Rendah
3	2	5	3	3	5	2	Rendah
4	2	5	3	3	5	1	Sangat Rendah
5	2	5	4	3	5	1	Sangat Rendah
6	2	5	4	3	5	1	Sangat Rendah
7	2	5	4	3	5	1	Sangat Rendah
8	2	5	3	3	5	5	Rendah
9	2	5	3	3	5	5	Rendah
10	2	5	3	3	5	1	Sangat Rendah
11	2	5	3	3	5	3	Rendah
12	2	5	3	3	5	5	Rendah
13	2	5	3	3	5	1	Sangat Rendah
14	2	5	5	3	5	1	Rendah
15	2	5	5	3	5	3	Rendah
16	2	5	4	3	5	1	Sangat Rendah
17	2	5	4	3	5	1	Sangat Rendah
18	2	5	4	3	5	5	Menengah
19	2	5	4	3	5	1	Sangat Rendah
20	2	5	4	3	5	1	Sangat Rendah
21	2	5	4	3	5	5	Menengah
22	2	5	4	3	5	5	Menengah

Sel	Gelombang (m)	Elevasi	Geomorfologi	Pasut	Kenaikan muka air laut (mm/yr)	Perubahan Garis pantai	Nilai indeks kerentanan pesisir
23	2	5	3	3	5	1	Sangat Rendah
24	2	5	3	3	5	1	Sangat Rendah
25	2	5	3	3	5	3	Rendah
26	2	5	5	3	5	5	Menengah
27	2	5	4	3	5	5	Menengah
28	2	5	4	3	5	1	Rendah
29	2	5	5	3	5	5	Menengah
30	2	5	4	3	5	4	Rendah
31	2	5	4	3	5	1	Sangat Rendah
32	2	5	4	3	5	1	Sangat Rendah
33	2	5	4	3	5	5	Menengah
34	2	5	4	3	5	3	Rendah
35	2	5	5	3	5	1	Rendah
36	2	5	4	3	5	1	Sangat Rendah
37	2	5	4	3	5	5	Menengah
38	2	5	4	3	5	3	rendah
39	2	5	4	3	5	1	Sangat Rendah
40	2	5	4	3	5	1	Sangat Rendah
41	2	5	4	3	5	1	Sangat Rendah
42	2	5	4	3	5	1	Sangat Rendah
43	2	5	4	3	5	1	Sangat Rendah
44	2	5	4	3	5	1	Sangat Rendah
45	2	5	3	3	5	1	Sangat Rendah

Lampiran 6. Keterangan desa dan kategori CVI

Nomor sel	Desa	Keterangan
1	Lohgung	Sangat Rendah
2	Lohgung	Rendah
3	Lohgung	Rendah
4	Lohgung	Sangat Rendah
5	Labuhan	Sangat Rendah
6	Labuhan	Sangat Rendah
7	Labuhan	Sangat Rendah
8	Labuhan	Rendah
9	Labuhan	Rendah
10	Labuhan	Sangat Rendah
11	Labuhan	Rendah
12	Labuhan, Brengkok	Rendah
13	Brengkok	Sangat Rendah
14	Brengkok, Sedayu lawas	Rendah
15	Sedayu lawas	Rendah
16	Sedayu lawas	Sangat Rendah
17	Sedayu lawas	Sangat Rendah
18	Sedayu lawas	Menengah
19	Sedayu lawas, Brondong	Sangat Rendah
20	Brondong	Sangat Rendah
21	Belimbing	Menengah
22	Kondang semangkon	Menengah
23	Kondang semangkon	Sangat Rendah
24	Kondang semangkon	Sangat Rendah
25	Kondang semangkon	Rendah
26	Paciran	Menengah
27	Paciran	Menengah
28	Paciran	Rendah
29	Paciran	Menengah
30	Paciran	Rendah
31	Paciran	Sangat Rendah
32	Paciran, Tunggul	Sangat Rendah
33	Tunggul	Menengah
34	Tunggul	Rendah
35	Kranji	Rendah
36	Kranji	Sangat Rendah
37	Banjarwati	Menengah
38	Banjarwati	rendah
39	Banjarwati	Sangat Rendah
40	Kemantren	Sangat Rendah
41	Kemantren	Sangat Rendah



Nomor sel	Desa	Keterangan
42	Kemantren	Sangat Rendah
43	Kemantren	Sangat Rendah
44	Kemantren, Sidokelar	Sangat Rendah
45	Sidokelar, Paloh	Sangat Rendah

