

**ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DI PESISIR PASURUAN
PADA TAHUN 2000-2020 MENGGUNAKAN APLIKASI *DIGITAL*
*ANALYSIS SHORELINE SYSTEM (DSAS)***

SKRIPSI

Oleh:

**LISTYU DWI AMBARWATI
NIM: 165080601111058**



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



**ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DI SEPANJANG
PESISIR PASURUAN PADA TAHUN 2000-2020 MENGGUNAKAN
APLIKASI *DIGITAL ANALYSIS SHORELINE SYSTEM (DSAS)*
SKRIPSI**

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

Oleh:

**LISTYO DWI AMBARWATI
NIM.: 165080601111058**



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



SKRIPSI

**ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DI PESISIR PASURUAN PADA
TAHUN 2000-2020 MENGGUNAKAN APLIKASI DIGITAL ANALYSIS
SHORELINE SYSTEM (DSAS)**

Oleh:

LISTYU DWI AMBARWATI
NIM. 165080601111058

Telah dipertahankan di depan pembimbing

Pada 7 September 2021

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Pembimbing 1

Dr. H. Rudianto, M.A
NIP. 19570715 198603 1 024

Tanggal: 9/9/2021

Dosen Pembimbing 2

Dhira Khurniawan S.SKel, MSc
NIK. 201201 860115 1 001

Tanggal: 9/2/2021

Mengetahui:

Ketua Jurusan

Pemanfaatan dan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan



Dr. Eng. Abu Bakar Sambah, S.Pi., M.T
NIP. 19780717200 502 1 004

Tanggal: 9/9/2021

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Listyo Dwi Ambarwati

NIM 165080601111058

Judul Skripsi Analisis Perubahan Garis Pantai di Pesisir Pasuruan pada Tahun 2000-2020 menggunakan Aplikasi *Digital Analysis Shoreline System* (DSAS)

Menyatakan dengan sebenar -benarnya bahwa penulisan skripsi berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah, tabel, gambar, maupun ilustrasi lainnya yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya/pendapat penelitian dari orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Brawijaya, Malang. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Malang, April 2021

Listyo Dwi Ambarwati
NIM.165080601111058

IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : Analisis Perubahan Garis Pantai di Pesisir Pasuruan pada Tahun 2000-2020 menggunakan Aplikasi *Digital Analysis Shoreline System* (DSAS)

Nama Mahasiswa : Listyo Dwi Ambarwati

NIM : 165080601111058

Program Studi : Ilmu Kelautan

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Dr. H. Rudianto, M.A

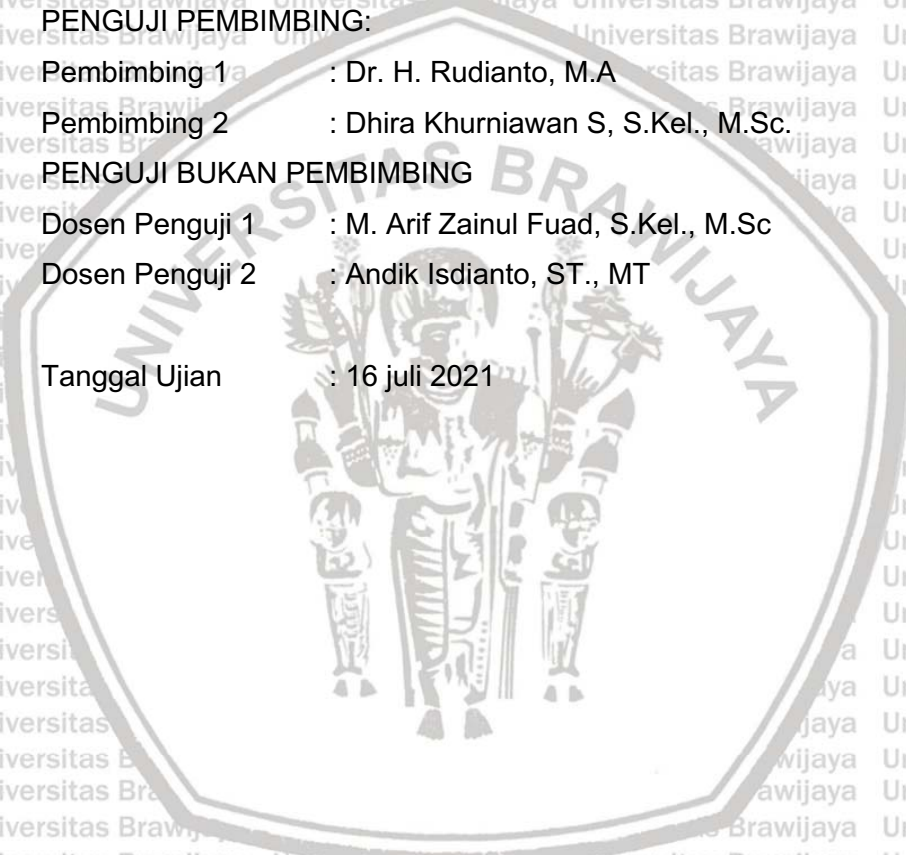
Pembimbing 2 : Dhira Khurniawan S, S.Kel., M.Sc.

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : M. Arif Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc

Dosen Penguji 2 : Andik Isdianto, ST., MT

Tanggal Ujian : 16 juli 2021



RINGKASAN

Listyo Dwi Ambarwati. Perubahan Garis Pantai Tahun Analisis Perubahan Garis Pantai Di Pesisir Pasuruan Pada Tahun 2000-2020 Menggunakan Aplikasi *Digital Analysis Shoreline System* (Dsas).

Pesisir Pasuruan merupakan wilayah yang sangat dinamis sehingga butuh pemantauan secara berkala terhadap garis pantainya. Garis pantai merupakan definisi sebagai tempat bertemunya daratan dan perairan di kawasan pesisir, dimana batas tersebut tidak tetap dan dapat berubah. Peta perubahan garis pantai di Wilayah pesisir pasuruan, Jawa Timur sangat diperlukan adanya untuk mengetahui bagaimana perubahan garis pantai didaerah tersebut. Pemetaan ini dilakukan dengan penginderaan jauh yang diolah dengan *tools Digital Shoreline Analiysis System* (DSAS).

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perubahan garis pantai dalam periode 2000 – 2020. Peta perubahan garis pantai sangat berguna bagi masyarakat sekitar disekitar wilayah pesisir pasuruan, Jawa Timur. Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Panggungrejo, Mandaranrejo, kepel, Blandongan, dan desa Jarangan Pasuruan, Jawa Timur. Parameter hidro-oseanografi yang digunakan untuk mengetahui perubahan garis pantai yaitu arus, pasang surut, dan gelombang di pesisir pantai. Analisis untuk mengolah data perubahan garis pantai selama periode 2000- 2020 dengan menggunakan metode NSM (Net Shoreline Movement) untuk mengetahui jarak perubahan garis pantai dan EPR (End Point Rate) untuk mengetahui laju perubahan garis pantai.

Penelitian ini menghasilkan peta perubahan garis pantai dengan interval waktu 5 tahun yaitu 2000- 2005, 2005-2010, 2010- 2015, dan 2015-2020. Peta arus yang dihasilkan yaitu peta arus musim barat, peralihan I, musim timur, dan peralihan II pada tahun 2019. Kondisi pasang surut daerah penelitian didapatkan dengan citra satelit Landsat pada tahun 2000, 2005, 2010, 2015, dan 2020. Arah angin dan Tinggi, periode gelombang didapatkan dengan menggunakan data angin tahun Agustus 2018-september 2019. Perubahan garis pantai di Wilayah pesisir pasuruan Jawa timur didominasi dengan akresi. Perubahan garis pantai dengan kondisi akresi terjadi di wilayah Rejoso didapatkan nilai tertinggi sebesar 354 meter dan 74 meter /tahun pada periode 2005-2010, sedangkan nilai akresi terendah terjadi di Kelurahan Mandaranrejo dengan nilai sebesar 2,1 meter dan 0,5 meter/tahun. Nilai abrasi tertinggi pada perubahan garis paantai terjadi pada Kelurahan Mandaranrejo dengan nilai sebesar -108 meter dan -20 meter/tahun, sedangkan abrasi terendah terjadi pada wilayah Panggungrejo sebesar -21 meter dan -4 meter/tahun.

SUMMARY

Listyo Dwi Ambarwati. *Analysis of Coastline Change on the Pasuruan Coast in 2000 – 2020 using The Digital Analysis Shoreline System (DSAS) Application.*

Pasuruan Coastal area is a very dynamic place that requires regular monitoring of its coastline. Coastline itself is defined as the meeting place of land and water in the coastal region, where the boundary is not fixed and can change at any time. Map of shoreline changes in the coastal region of Pasuruan, East Java is needed to determine how the coastline changes in that area. This mapping can be done by remote sensing which is processed with Digital Shoreline Analysis System (DSAS).

This research was conducted in order to determine changes in the coastline in the period from 2000 – 2020. Maps of shoreline changes is very useful for the surrounding community around the coastal area of Pasuruan, East Java. This research was conducted in Panggungrejo, Mandaranrejo, Kepel, Blandongan, and Jarangan village in Pasuruan East Java. Hydro-oceanographic parameters used to determine shoreline changes such as currents, tides, and waves. The analysis used in this research was using NSM (Net Shoreline Movement) to determine the distance of shoreline change and EPR (End Point Rate) to determine the rate of change of the coastline.

This study produced map of shoreline changes with 5-year time intervals, from 2000-2005, 2005-2010, 2010-2015, and 2015-2020. Current map produced in this study were map of the west monsoon, transition I, east monsoon, and transition II current in 2019. The tidal conditions of the research area were obtained using Landsat satellite imagery from year 2000, 2005, 2010, 2015, and 2020. Wind direction, Height and Wave period obtained by using wind data from August 2018-September 2019. Changes in coastline in Pasuruan coastal area were dominated by accretion. Changes in coastline with accretion conditions occurred in Rejoso area, the highest value were 354 meters and 74 meters / year in the period of 2005-2010, while the lowest accretion values occurred in Mandaranrejo Village with values of 2.1 meters and 0.5 meters / year.

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas terselesaikannya penulisan Proposal Skripsi, penulis mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya atas terselesaikannya penulisan usulan skripsi ini kepada :

1. Allah SWT karena berkat rahmat dan kekuasaan-Nya Usulan Proposal Skripsi ini dapat terselesaikan dengan lancar.
2. Kedua Orang tua yang selalu memberikan motivasi, semangat, serta mendoakan penulis.
3. Saudara kandung penulis Listya Hayuning Fitri dan Chondro Harum Waluyani yang selalu memberi semangat penuh kepada penulis.
4. Bapak Dr. H. Rudianto, MA. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Dhira Khurniawan Saputra, S.Kel., M.Sc selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan saran, motivasi serta bimbingan sehingga usulan Skripsi ini berjalan dengan baik.
5. Seluruh dosen Progam Studi Ilmu Kelautan yang telah memberikan ilmu dan wawasan kepada penulis
6. Teman – teman Ilmu Kelautan Angkatan 2016 yang sudah memberikan dukungan penuh dalam menyelesaikan kegiatan Skripsi.
7. Sahabat-sahabat Nada, Arif, dan Toni yang selalu memberikan semangat dan dukungan moral, serta motivasinya.
8. Teman-teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah memberikan dukungan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul “Analisis Perubahan Garis Pantai Di Pesisir Pasuruan Pada Tahun 2000-2020 Menggunakan Aplikasi *Digital Analysis Shoreline System (DSAS)*”. Tujuan penyusunan Proposal Skripsi ini adalah untuk memenuhi syarat untuk meraih gelar sarjana (S1) pada program studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang. Dibawah bimbingan.

1. Dr. H. Rudianto, MA
2. Dhira Khurniawan Saputra, S.Kel., M.Sc

Dalam kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen Pembimbing, rekan-rekan mahasiswa, serta kedua orang tua yang senantiasa memberikan dukungan. Semoga hasil dari kegiatan ini dapat bermanfaat untuk pengembangan bidang Ilmu Kelautan dan pihak-pihak lain.

Malang, September 2021

Listyo Dwi Ambarwati
NIM. 165080601111014

DAFTAR ISI

IDENTITAS TIM PENGUJI	v
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
I. PENDAHULUAN	10
1.1 Latar Belakang	10
1.2 Rumusan Masalah	11
1.3 Tujuan	12
1.4 Manfaat	12
II. TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 Karakteristik Wilayah Pesisir	13
2.2 Garis pantai	14
2.3 Perubahan Garis pantai	15
2.4 Akresi dan Abrasi	15
2.5 Penginderaan Jauh	16
2.5.1 Konsep Penginderaan Jauh	16
2.5.2 Landsat	17
2.6.1 Analisis Digital Shoreline Analysis System (DSAS)	19
2.5. Sistem Informasi Geografis	20
2.6. UAV (<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>)	20
2.7. DJI Phantom 3	21
2.8. Hidro-Oseanografi	22
2.8.1 Pasang Surut	22
2.8.2 Arus	23
2.8.3 Gelombang	24
2.9 Penelitian Terdahulu	Error! Bookmark not defined.
III. METODE PENELITIAN	25
3.1 Lokasi penelitian	25
3.2 Alat dan Bahan	25
3.2.1 Alat	26
3.2.2 Bahan	27
3.3 Alur penelitian	28
3.4 Persiapan data	29
3.4.1 Pengunduhan Citra Satelit	29
3.4.2 Verifikasi Lapang	29
3.4.3 Data dukung oseanografi	30
3.4.3.1. Data Pasang surut	30
3.4.3.2. Data Arus	30
3.4.3.3. Data Angin	30
3.5 Pengolahan Data	30



3.5.2.1	Data Foto Udara	31
3.5.2.1.1	<i>Mosaicking</i> Data Uav	31
3.5.2.1	Pengolahan Data Pasang Surut	32
3.5.2.2	Pengolahan Data Arus	32
3.5.2.3	Pengolahan <i>Digital Shoreline Analysis System</i> (DSAS).....	32
IV.	Hasil dan Pembahasan	36
4.1	Gambaran Lokasi Penelitian	36
4.2	Penentuan Garis Pantai Eksisting.....	37
4.3	Hasil Perubahan Garis Pantai	38
4.3.1.	Perubahan Garis Pantai Periode 2000 - 2005	39
4.3.2.	Perubahan Garis Pantai Periode 2005 - 2010	43
4.3.3.	Perubahan Garis Pantai Periode 2010 - 2015	47
4.3.4.	Perubahan Garis Pantai Periode 2015 – 2020	51
4.3.5.	Perubahan Garis Pantai Periode 2000 – 2020	55
4.4	Hidro-Oseanografi	59
4.4.1	Arus.....	59
4.4.1.1	Arus Musim Barat	59
4.3.1.1	Arus Musim Peralihan I.....	60
4.3.1.2	Arus Musim Timur.....	62
4.3.1.3	Arus Musim Peralihan II	63
4.4.2	Pasang Surut	65
4.4.3	Angin	66
4.4.4	Gelombang	68
I.	KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1.	Kesimpulan.....	70
5.2.	Saran.....	71
	DAFTAR PUSTAKA	72
V.	Lampiran	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lokasi Penelitian	25
Gambar 2. Alur Penelitian	28
Gambar 3. Hasil Orthopoto	37
Gambar 4. Peta Garis Pantai 2000-2020	38
Gambar 5. Grafik perubahan garis pantai tahun 2000-2005 , (A) Panggungrejo, (B) Mandaranrejo, (C) Kepel, (D) Blandongan, (E) Jarangan	41
Gambar 6. Peta perubahan garis pantai NSM tahun 2000 - 2005	42
Gambar 7. Peta perubahan garis pantai tahun 2000 - 2005	42
Gambar 8. Grafik perubahan garis pantai tahun 2005-2010. , (A) Panggungrejo, (B) Mandaranrejo, (C) Kepel, (D) Blandongan, (E) Jarangan	44
Gambar 9. Peta perubahan garis pantai NSM tahun 2005 - 2010	46
Gambar 10. Grafik perubahan garis pantai tahun 2010-2015. (A) Panggungrejo, (B) Mandaranrejo, (C) Kepel, (D) Blandongan, (E) Jarangan.....	48
Gambar 11. Peta perubahan garis pantai NSM tahun 2010 - 2015	50
Gambar 12. Grafik perubahan garis pantai tahun 2015-2020. (A) Panggungrejo, (B) Mandaranrejo, (C) Kepel, (D) Blandongan, (E) Jarangan.....	53
Gambar 13. Peta perubahan garis pantai NSM tahun 2015 - 2020	54
Gambar 14. Grafik perubahan garis pantai tahun 2000-2020. (A) Panggungrejo, (B) Mandaranrejo, (C) Kepel, (D) Blandongan, (E) Jarangan.....	57
Gambar 15. Peta perubahan garis pantai NSM tahun 2000 - 2020	58
Gambar 16. Peta pola arus musim barat	59
Gambar 17. Peta pola arus musim peralihan 1	60
Gambar 18. Peta pola arus musim timur.....	62
Gambar 19. Peta pola arus musim peralihan II.....	63
Gambar 20. Arah angin Kota Pasuruan (a) musim barat, (b) peralihan 1, (c) musim timur, (d) peralihan 2.....	67
Gambar 21. Grafik Tinggi dan Periode gelombang.....	68
Gambar 22. Grafik tinggi dan periode gelombang Sepetember 2018 - Agustus 2019.....	68



DAFTAR TABEL

Table 1. Spesifikasi Band Landsat 7 ETM+ (PGSP, 2020).....	17
Table 2. Spesifikasi Band Landsat 8 Oli&Tirs (PGSP, 2020).....	18
Table 3. Speifikasi Drone DJI Phantom 3.....	21
Table 4. Alat Lapang.....	26
Table 5. Alat Pengolahan data.....	26
Table 6. Table perubahan garis pantai 2000-2005.....	41
Table 7. perubahan garis pantai tahun 2005 - 2010.....	45
Table 8. Perubahan garis pantai tahun 2010 -2015.....	49
Table 9. perubahan garis pantai 2015 – 2020.....	52
Table 10. Kondisi pasang surut saat akuisi Citra Satelit Landsat.....	65



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang terdiri dari 17.499 pulau dan terletak pada posisi silang dunia, yaitu diantara dua samudera dan dua benua yaitu Benua Australia dan Benua Asia. Dengan dua pertiga luas wilayah berupa perairan yang luasnya mencapai 5,8 juta km² dan panjang garis pantai yang mencapai ± 81.000 km (Haryanto, 2015). Garis pantai merupakan batas pemisahan antara daratan dan permukaan. Garis pantai dapat berubah dikarenakan adanya abrasi, yaitu pengikisan pantai oleh hantaman gelombang laut yang menyebabkan berkurangnya area daratan. Perubahan garis pantai perlu adanya pemantauan karena berdampak besar terhadap kehidupan sosial dan lingkungan untuk mengetahui kemungkinan pemanfaatan lahan wilayah pesisir secara optimal (Aryastana, 2016).

Wilayah pesisir merupakan wilayah dengan ekosistem yang sangat kompleks dan merupakan salah satu tempat dengan sumberdaya alam yang tak terkira. Dinamika di wilayah pesisir terus terjadi karena adanya berbagai faktor baik secara alami maupun disengaja oleh manusia. Daerah Pesisir mengalami perubahan secara terus menerus yang diakibatkan oleh erosi, abrasi, sedimentasi dan pasang surut yang terus terjadi. Perubahan ini dapat berupa pengurangan atau penambahan dari daratan yang ada (Kulsum, and Nurul, 2018).

Wilayah pesisir pasuruan sebagian besar pesisir memiliki tipe pantai yang landai dengan kemiringan kurang dari 3%. Pantai dengan kemiringan kurang dari 5% dikategorikan sebagai pantai datar, pantai yang landai merupakan pantai dengan jenis sedimen lumpur sehingga di sekitar pesisir pasuruan banyaknya vegetasi mangrove. Terdapat banyak sungai di daerah kajian dan terdapat 2

sungai besar yaitu sungai rejos dan sungai sodo yang bermuara di sekitar pesisir.

Oleh karena hal itu 2 sungai besar secara bersamaan mengendapkan sedimen yang terjadinya sedimentasi di sekitar muara sungai dan terbentuklah delta sungai sehingga berubahnya garis pantai semakin maju ke arah laut (Muryani, 2010).

Peristiwa alam lain pun dapat mengakibatkan terjadinya perubahan garis pantai.

Pasuruan merupakan daerah yang sering mengalami banjir, Seperti yang dikutip dari situs berita online news.detik.com pada Desember 2020, menyebutkan bahwa

“ketinggian banjir hingga 80 cm”. Menurut Alfiani (2019) menyebutkan bahwa bencana banjir di wilayah pesisir dapat terjadi karena adanya perubahan penggunaan lahan, hal ini akan mengakibatkan berubahnya garis pantai di pesisir Kota Pasuruan.

Salah satu teknologi yang digunakan dalam pemantauan perubahan garis pantai adalah penginderaan jauh. Teknologi yang digunakan tersebut menghasilkan pemantauan selama beberapa tahun yang kemudian akan dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*). DSAS merupakan Perangkat lunak yang dikembangkan oleh USGS (*United States Geological Survey*) yang dapat diunduh secara gratis (Dewi *et al.*, 2017). Metodologi inderaja dapat menggunakan data citra satelit maupun UAV. Menggunakan data dari citra satelit Landsat dan data UAV dapat dilakukan dengan cepat dan dapat menjangkau daerah yang tidak dapat terjangkau. Penentuan garis pantai dengan menggunakan UAV yang akan diolah menggunakan *software* Agisoft PhotoScan sampai mendapatkan hasil *orthophoto* (Auliya *et al.*, 2017).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang menjadi dasar dari dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perubahan garis pantai yang terjadi di wilayah pesisir Pasuruan pada tahun 2000 - 2020 dengan menggunakan aplikasi *Digital Analysis Shoreline System (DSAS)*?

2. Faktor-faktor apa sajakah yang mempengaruhi terjadinya perubahan garis pantai di wilayah pesisir Pasuruan, Jawa Timur?

1.3 Tujuan

Tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini adalah:

1. Menganalisis perubahan garis pantai tahun 2000 - 2020 di sepanjang pesisir Pasuruan dengan menggunakan *Digital Analysis Shoreline System (DSAS)* pada Citra Satelit Landsat

2. Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya perubahan garis pantai di wilayah pesisir Pasuruan, Jawa Timur.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan dan dimanfaatkan secara baik untuk menambah wawasan mengenai pemantauan perubahan garis pantai, mengetahui bagaimana pengaruh perubahan garis pantai sehingga dapat menjadi pertimbangan dalam menentukan kebijakan terhadap pembangunan serta penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Wilayah Pesisir

Wilayah pesisir merupakan daerah yang kompleks yang sangat produktif.

Ekosistem pantai merupakan ekosistem yang mempunyai potensi sumber daya alam yang melimpah dan menjadi sumber penting bagi sebagian negara di Dunia.

Lingkungan pantai juga terdapat ekosistem yang bersifat alami maupun buatan.

Dinamika yang unik dan memiliki potensi yang besar dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya dalam usaha meningkatkan perekonomian masyarakat sekitar.

Potensi lingkungan pantai dapat berupa pemanfaatan pariwisata, pertambakan, perikanan dan Pelabuhan serta sumber daya alamnya seperti terumbu karang, padang lamun dan mangrove (Hidayati, 2018).

Pantai (*shore*) adalah daerah yang sangat dipengaruhi oleh pasang surut, angin laut dan perembesan air laut. Pantai juga dapat terbentuk oleh adanya hantaman gelombang di pesisir, sehingga pantai mengalami pengikisan. Panjang garis pantai suatu negara yang merupakan daerah teritorial diukur berdasarkan mengelilingi seluruh pantai di negara tersebut. Pantai merupakan satu kawasan yang sangat dinamik terhadap adanya perubahan, begitu pula dengan perubahan garis pantainya. Perubahan garis pantai adalah suatu proses alami yang meliputi pergerakan sedimen, arus susur pantai (*longshore current*), ombak dan perubahan penggunaan lahan (Arief *et al.*, 2011).

2.2 Garis pantai

Sebagai batas antara darat dan laut, pantai mempunyai bentuk yang bervariasi dan dapat berubah dari musim ke musim. Batas wilayah pantai ke arah darat adalah batas pasang surut, vegetasi air, intrusi air laut ke dalam air tanah dan konsentrasi ekonomi bahari, sedangkan ke arah laut dibatasi oleh garis pecahan gelombang dan pengaruh aktifitas manusia di darat. Perubahan garis pantai merupakan suatu proses yang secara terus menerus melalui proses panjang baik pengikisan (abrasi) maupun penambahan (akresi). Pantai yang mengalami perubahan dari pergerakan sedimen, *longshore current*, dan gelombang. Aktivitas yang dilaksanakan di daerah peisir, seperti penebangan hutan mangrove, penambangan pasir, gelombang, dan pasang surut air laut menimbulkan dampak terjadinya abrasi atau erosi pantai (Cahyono *et al.*, 2017)

Garis pantai merupakan peranan yang penting dalam menentukan batas wilayah laut suatu provinsi, kabupaten dan kota sebagai perwujudan semangat otonomi daerah. *Shoreline* atau Garis pantai merupakan garis imajiner yang berasal dari batas antara air dan daratan dan garis pantai dapat berubah sesuai dengan kondisi pasang surut air laut. Perubahan yang terjadi pada garis pantai dapat bersifat permanen ataupun sementara. Garis pantai berdasarkan pasang surut dapat dibagi berdasarkan kegunaan atau fungsinya, yang pertama adalah untuk pemetaan hidrografi (*hydrographic shoreline*) yang berada di *mean highwater level* (MHWL), yang kedua yaitu permukaan laut sedang untuk garis pantai yang digunakan pada pemetaan topografi (*geodetic shoreline*) berada di bidang *Mean Sea Level* (MSL) (Winarso *et al.*, 2009). Garis pantai (*shoreline*) merupakan garis atau batas pertemuan antara daratan dan perairan laut yang dapat berubah sewaktu-waktu dan dapat berubah berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi (Anggraini *et al.*, 2017)

2.3 Perubahan Garis pantai

Garis pantai terletak pada kawasan pesisir pantai yang merupakan daerah yang mempunyai banyak ekosistem, dimana setiap kehidupan pantai saling berkaitan antara satu sama lain. Ekosistem satu dengan yang lainnya saling keterkaitan serta memiliki banyak fungsi yang menguntungkan maupun merugikan. Oleh karena itu, kawasan pantai adalah salah satu kawasan yang sangat dinamik begitu pula dengan garis pantainya. Perubahan yang terjadi terhadap pesisir merupakan salah satu proses tanpa henti (terus menerus) yang melalui berbagai proses baik pengikisan (*abrasi*) maupun penambahan (*akresi*) pantai yang disebabkan adanya pergerakan sedimen dan dipengaruhi oleh arus, ombak, dan perubahan penggunaan lahan (Arief *et al.*, 2011).

Faktor oseanografi seperti arus, gelombang dan pasang surut yang dapat mempengaruhi pantai dengan menyebabkan adanya transpor sedimen secara terus-menerus, hal ini dapat menyebabkan perubahan garis pantai baik abrasi maupun akresi. Perubahan garis pantai pada umumnya tidak hanya disebabkan oleh faktor oseanografi, sungai, tektonik, vulkanik, namun juga disebabkan oleh kegiatan manusia (*antropogenik*). Perubahan garis pantai merupakan salah satu proses yang dinamis, jika proses ini terus berlanjut maka akan mengganggu aktivitas disekitar pantai. Informasi perubahan garis pantai sangat penting dalam berbagai kajian pesisir, misalnya; rencana pengelolaan kawasan pesisir, pemetaan potensi bahaya, studi erosi-akresi, serta analisis dan pemodelan morfodinamik pantai (Faradila *et al.*, 2017).

2.4 Akresi dan Abrasi

Proses abrasi terjadi karena adanya arus laut dan ombak laut yang terus menerus menghantam bibir pantai serta adanya pantai yang relatif datar. Daerah

pesisir atau pantai yang rawan akan proses abrasi dapat dilihat dari sifat gelombang laut, karakteristik pantai, dan adanya aliran sungai yang masuk ke laut.

Jika aliran sungai tidak ada maka tenaga gelombang laut akan menghantam pantai langsung tanpa adanya (Sardiyatmo *et al.*, 2013).

Abrasi merupakan proses alam yang terjadi karena naiknya permukaan air laut diseluruh dunia karena mencairnya lapisan es di daerah kutub bumi. Akresi merupakan proses alam yang disebabkan oleh penumpukan sedimen yang berasal dari daratan kemudian mengendap di pantai terutama melalui muara sungai. Garis pantai dapat dikatan maju jika mengalami penambahan atau akresi dan juga sebaliknya (Sudarsono, 2011).

2.5 Penginderaan Jauh

Teknologi Penginderaan Jauh atau (*remote sensing*) merupakan teknologi yang sangat cepat berkembang. Teknik/Teknologi *remote Sensing* adalah suatu Talat yang banyak dipakai pada hampir semua bidang kehidupan

2.5.1 Konsep Penginderaan Jauh

Kemajuan teknologi menjadikan informasi spasial suatu wilayah dapat dilakukan dengan mudah. Penggunaan data pengindraan jauh dan SIG dalam memberikan informasi mengenai suatu wilayah yang dapat digunakan untuk pengkajian wilayah tersebut secara menyeluruh. Perubahan garis pantai dan perubahan penggunaan lahan dapat dipantau menggunakan teknologi satelit penginderaan jauh. Teknologi penginderaan jauh adalah teknik atau seni yang yang berlandasan pada penggunaan gelombang elektromagnetik (Putra *et al.*, 2016). Penginderaan jauh merupakan gabungan antara ilmu pengetahuan dan seni dalam memperoleh data informasi tentang objek yang dikaji dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung (Junarto *et al.*, 2020).

Penginderaan jauh merupakan teknologi untuk memperoleh informasi atau data mengenai kondisi fisik suatu benda atau obyek, target, sasaran. Teknologi ini digunakan untuk mengidentifikasi suatu wilayah tanpa harus melakukan pengamatan langsung ke wilayah tersebut. Teknologi penginderaan jauh berbasis satelit menjadi sangat populer digunakan berbagai tujuan kegiatan, karena dinilai lebih efisien dan efektif. Pemanfaatan data citra satelit penginderaan jauh dalam bidang pemetaan saat ini telah banyak digunakan (Rafsensa *et al.*, 2020).

2.5.2 Landsat

Landsat merupakan satelit tertua di bumi yang diluncurkan oleh Amerika Serikat dan bekerja sama antara *U.S Geological Survey (USGS)* dengan *Natioal Aeronautics Space Administration (NASA)*. Citra satelit Landsat diluncurkan pada tahun 1972 dengan generasi pertama yaitu Landsat 1 pada tanggal 23 juli 1972, Landsat 2 diluncurkan pada tanggal 22 januari 1975, dan landsat 3 pada tanggal 5 maret 1981. Satelit tersebut di lengkapi dengan sensor MSS (*multispectral*) dan merupakan satelit eksperimen. Pada tahun 1982 nasa kembali meluncurkan satelitnya yaitu landsat 5 yang merupakan satelite semi operasional. Seiringnya dengan perkembangan zaman maka diluncurkan satelit generasi berikutnya yaitu Landsat 7 (1999) dan Landsat 8 (2013) guna menyempurnakan satelit generasi sebelumnya (PGSP, 2020).

Table 1. Spesifikasi *Band Landsat 7 ETM+* (PGSP, 2020)

Spectral Band Landsat-7ETM (μm)	Panjang Gelombang (Mikrometer)	Resolusi (meter)	Fungsi
<i>Band 1</i> (biru)	0,45-0,51	30	Penetrasi maksimum pada air berguna untuk pemetaan batimetri perairan dangkal

<i>Band 2 (hijau)</i>	0,52-0,60	30	Berfungsi untuk mengindera puncak pantulan vegetasi
<i>Band 3 (merah)</i>	0,63-0,69	30	Berfungsi untuk memdeakan absorpsi klorofil dan tipe vegetasi
<i>Band 4 (inframerah dekat)</i>	0,75-0,90	30	Untuk menentukan kandungan biomas, tipe vegetasi, pemetaan garis pantai.
<i>Band 5 (Infra-merah tengah 1)</i>	1,55—1,75	30	Menunjukkan kandungan kelembaban tanah dan kekcontrasann tipe vegetasi.
<i>Band 6 (Infra-merah) thermal)</i>	10,4-12,5	30	Untuk mendeteksi gejala alas yang berhubungan dengan panas
<i>Band 7 (Infra-merah tengah II)</i>	2,09-2,35	30	Rasio antara kanal 5 dan 7 untuk pemetaan perubahan batuan secara hidrotermal dan sensitive terhadap kandungan kelembaban vegetasi
<i>Band 8 (Pankromatik)</i>	0,52-0,90	30	Bermanfaat untuk identifikasi obyek lebih detail

Table 2. Spesifikasi *Band* Landsat 8 Oli&Tirs (PGSP, 2020)

Spectral Band 8 OLI and TIRS Band (µm)	Panjang Gelombang (Mikrometer)	Resolusi (meter)	Fungsi
<i>Band 1 (coastal/aerosol)</i>	0,43-0,45	30 m	Meningkatkan observasi kawasan pesisir
<i>Band 2 (blue)</i>	0,45-0,51	30 m	Pemetaan batimetri, membedakan tanah dengan vegetasi
<i>Band 3 (green)</i>	0,53-0,59	30 m	Menekankan puncak pantulan vegetasi, untuk menilai kekuatan vegetasi
<i>Band 4 (red)</i>	0,64-0,67	30 m	Menekan kemiringan vegetasi
<i>Band 5 (NIR)</i>	0,85—0,88	30 m	Menekankan batas antara vegetasi dengan daratan, air dan bangunan
<i>Band 6 (SWIR 1)</i>	1,57-1,65	30 m	Digunakan untuk mendeteksi tumbuhan kering, are yang

			terbakar, vegetasi yang terkena dampak kebakaran dan sensitif terhadap radiasi termal; dapat digunakan untuk mendeteksi kebakaran khususnya pada malam hari
<i>Band 7 (SWIE 2)</i>	2,11-2,29	30 m	Digunakan untuk mendeteksi wilayah yang mengalami kekeringan, area yang terkena dampak kebakaran dan mendeteksi kebakaran saat malam hari
<i>Band 8 (Panchromatic)</i>	0,50-0,68	15 m	Digunakan untuk mempertajam citra <i>multispectral</i>
<i>Band 9 (cirrus)</i>	1,36-1,38	30 m	Digunakan untuk mendeteksi awan <i>cirrus</i>
<i>Band 10 (TIRS 1)</i>	10,60-11,19	100 m	Digunakan untuk pemetaan termal dalam membedakan arus perairan, pemantauan kebakaran, pengamatan pada malam hari mengestimasi kemampuan tanah
<i>Band 11 (TIRS 2)</i>	11,50-12,51	100 m	Sama dengan <i>Band 10</i>

2.6.1 Analisis Digital Shoreline Analysis System (DSAS)

Digital Shoreline Analysis System (DSAS) merupakan suatu perangkat lunak perhitungan tambahan yang bekerja pada perangkat lunak ArcGIS untuk mengetahui jarak dari berubahnya garis pantai yang dikembangkan oleh ESRI dan USGS yang dapat diperoleh secara gratis. DSAS dapat juga digunakan untuk menghitung perubahan posisi garis pantai berdasarkan waktu secara statistik dan berbasis geospasial. Perhitungan garis pantai dengan menggunakan metode ini terdapat *shorelines* (garis pantai) yang telah dilakukan proses pengukuran dan garis berbentuk format *shapefile*, dan dihasilkan dari perpotongan antara garis

transek yang dibuat oleh pengguna dengan garis-garis pantai berdasarkan waktu (Hazazi *et al.*, 2019).

2.5. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau lebih sering dikenal dengan GIS yang dikenal pada awal 1980-an. Berkembangnya perangkat komputer yang semakin canggih, baik perangkat lunak maupun perangkat keras, SIG mulai berkembang sangat pesat pada era 1990an dan saat ini semakin berkembang.

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau *Geographic Information System* (GIS) merupakan sistem informasi berbasis komputer untuk mengumpulkan, menyimpan, memanipulasi, menganalisis serta menyajikan sekumpulan data yang memiliki referensi geografis atau acuan lokasi (Rosdiana *et al.*, 2015).

Sistem Informasi Geografis adalah alat yang sangat bermanfaat untuk pengumpulan, pengolahan, serta pengambilan kembali data yang diinginkan. SIG sendiri adalah suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, sumberdaya manusia dan data yang bekerja sama secara efektif. Dengan menggunakan SIG maka akan lebih mudah bagi para pengambil keputusan untuk menganalisa data yang ada. Dengan adanya SIG maka akan digambarkan juga posisi penyebaran data pada kondisi sesungguhnya (Sasmito, 2017).

2.6. UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*)

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) merupakan benda terbang dengan suplay daya sendiri yang bisa dikendalikan dari jarak jauh menggunakan remote control dari luar pesawat. UAV juga dapat bergerak secara otomatis berdasarkan program yang sudah ditanamkan pada sistem komputernya. Pesawat tanpa awak UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) pesawat terbang yang dikendalikan alat sistem kendali jarak jauh lewat gelombang radio. UAV merupakan sistem tanpa awak (*Unmanned*

System) atau sistem berbasis elektro mekanik yang dapat melakukan misimisi terprogram (Saroinsong *et al.*, 2018).

Pemetaan dengan menggunakan UAV merupakan salah satu solusi untuk memetakan wilayah di Indonesia yang beragam topografinya. Teknologi ini dipakai sebagai alternatif yang mampu menghasilkan foto beresolusi tinggi (Junarto *et al.*, 2020). Teknologi pemetaan ini telah berevolusi dalam platform pesawat berawak besar berbiaya mahal ke wahana yang sangat kecil, murah, aman, berkualitas tinggi, dan mampu memetakan wilayah terdistribusi atau wilayah kecil. Masalah yang terjadi menggunakan teknologi UAV saat pengambilan data uatitu cahaya, kondisi angin, tinggi dan durasi (Saadatseresht *et al.*, 2015).

2.7. DJI Phantom 3

Foto udara adalah peta foto yang didapat dari survei udara dengan melakukan pemotretan lewat udara pada daerah tertentu dengan aturan fotogrametris tertentu. Drone yang sering digunakan dalam bidang pemetaan pada umumnya menggunakan DJI Phantom 3 profesional atau bahkan lebih canggih.

Drone DJI Phantom 3 digunakan karena foto yang dihasilkan memiliki resolusi spasial yang tinggi dan mempunyai harga yang relatif terjangkau.

Table 3. Speifikasi Drone DJI Phantom 3

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Berat	1280 g
2	Maksimum kecepatan terbang	16 m/s
3	Maksimum waktu terbang	23 menit
4	Dilengkapi sistem penentuan posisi satelit	GPS/GLONASS
5	Sensor kamera	Sony Exmor 1/2.3 "CMOS Effective pixels: 12.4 M (total pixel: 12.76M)
6	Mode fotografi	<ul style="list-style-type: none"> • Single shot • Burst Shooting: 3/5/7 frames • Auto Exposure Bracketing 9AEB): 3/5 bracketed frames at 0.7 EV Bias • Timelapse

7	Format Gambar	JPEG,DNG(RAWA)
8	Format Vidio	MP4,MOV(MPEG-4 AVC/H.264)

2.8. Hidro-Oseanografi

Faktor-faktor hidro-oseanografi pada penelitian ini terdiri dari pasang surut dan arus. Berikut merupakan penjelasan mengenai dua faktor tersebut:

2.8.1 Pasang Surut

Pasang surut adalah suatu fenomena naik turunnya permukaan air laut pada periode tertentu. Periode pasang surut bisa bervariasi dari satu tempat dengan tempat lainnya, perbedaan periode pasang surut ini biasa dikenal dengan nama tipe pasang surut. Periode dimana muka air naik disebut pasang, sedangkan periode dimana muka air laut turun disebut surut. Variasi muka air laut menimbulkan arus yang disebut arus pasang surut. Pasang surut merupakan fenomena naik turunnya permukaan air laut dengan rentan waktu sekitar 12,4 jam atau 24,8 jam. Fenomena pasang surut ini juga akan berpengaruh terhadap perubahan dari bentuk bumi dan atmosfer. Pasang surut terjadi akibat dari gaya sentrifugal dan juga gaya gravitasi benda-benda luas angkasa seperti bulan dan matahari (Yuwono, 2016).

Pasang surut dapat diartikan sebagai gerakan naik turunnya permukaan air laut secara periodik dalam skala luas. Istilah pasang-surut pada umumnya dikaitkan dengan proses naik turunnya paras laut (*sea level*) secara berkala yang dapat disebabkan karena adanya gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan, terhadap massa air di bumi. Kegiatan manusia di daerah pantai juga akan sangat dipengaruhi oleh terjadinya pasang surut. Bagi Indonesia

yang merupakan negara kepulauan, pengetahuan tentang pasang surut sangat diperlukan untuk berbagai aspek yang luas (Hidayati, 2018).

2.8.2 Arus

Arus merupakan pergerakan massa air secara horizontal yang dapat disebabkan oleh tiupan angin di permukaan laut. Arus. Adanya faktor pengaruh angin, perbedaan densitas dan pasang surut maka akan terbentuk suatu pola sirkulasi arus yang khusus. Arus memiliki peranan penting kondisi perairan.

Kecepatan, karakteristik dan pola pergerakan arus yang meliputi jenis arus dominan, kecepatan dan arah serta pola pergerakan. Arus laut menyebabkan kondisi suatu perairan menjadi dinamis yang mempengaruhi berbagai macam aspek. Arus dalam biologi perairan berperan dalam hal distribusi biota, dalam aspek kimia perairan merupakan faktor penyebaran unsur-unsur kimia, dan dalam aspek polutan berfungsi sebagai penyebaran polutan dari satu tempat ke tempat lain. Arus laut banyak dimanfaatkan oleh berbagai kebutuhan dan keperluan yang akan menunjang kehidupan manusia (Permadi and Indrayanti, 2015).

Gerakan air yang sangat luas yang terjadi pada seluruh lautan disebut arus. Gelombang yang datang menuju ke arah pantai dapat menimbulkan arus pantai (*nearshore current*). Angin yang bertiup dalam selang waktu yang sangat lama dapat menyebabkan terjadinya arus. Arus dapat pula disebabkan oleh gelombang yang datang menuju garis pantai. Dengan demikian maka akan terjadi dua sistem arus yang mendominasi pergerakan air laut yaitu arus *rip current* dan arus sejajar pantai atau arus susur pantai (*longshore current*) Arus juga dapat membawa sedimen yang mengapung (*suspended sediment*) maupun yang terdapat didasar laut. Arus susur pantai dan *rip current*, keduanya adalah arus yang sangat berperan dalam transport sedimen di sepanjang pantai serta pembentukan berbagai sedimen yang terdapat di pantai (Loupatty, 2013).

2.8.3 Gelombang

Gaya pembangkit gelombang di laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam. Berdasarkan pembangkitnya Gelombang angin merupakan gelombang yang dibangkitkan oleh tiupan angin, gelombang pasang surut yaitu gelombang yang dibangkitkan oleh gaya tarik menarik oleh benda-benda langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi, dan gelombang tsunami terjadi dikarenakan oleh letusan gunung berapi atau gempa yang pusatnya terjadi dilautan. Di antara beberapa gelombang berdasarkan pembangkit, gelombang angin adalah gelombang yang paling penting dalam bidang teknik pantai (Triadmojo,1999).

Energi gelombang dapat menimbulkan pembentukan pantai. Gelombang laut merupakan fenomena dimana naik dan penurunan air secara periodik yang terjadi di permukaan air. Parameter gelombang merupakan faktor penting dalam dinamika perairan yang memberikan dampak terhadap perubahan wilayah pesisir dan laut. Proses utama perubahan morfologi pantai yaitu oleh Gelombang laut yang menerpa pantai akan memberikan energi (Irawa *et al.*,2018). Gelombang yang terjadi di laut merupakan faktor utama dalam kajian dinamika pantai. Gelombang juga mempunyai peranan penting dalam pembentukan geometri.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi penelitian

Penelitian yang dilakukan terbagi menjadi tahap pengolahan data dan verifikasi lapang dengan menggunakan *drone* DJI Phantom 3 di 5 kelurahan pesisir Utara Pasuruan dilakukan pada tanggal 29 Oktober 2020. Lokasi penelitian berada di pesisir pantai utara Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Peta penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan pada saat pengambilan data lapang dan pengolahan data, terdapat beberapa alat dan bahan, dijelaskan sebagai berikut:

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu alat yang digunakan saat lapang dan pada tahap pengolahan data. Berikut ini adalah daftar alat yang digunakan saat penelitian.

Table 4. Alat Lapang

No	Alat	Spesifikasi	Fungsi
1	GPS (<i>Global Positioning System</i>)	Ertext 10	Penentuan titik dan <i>tracking</i> garis pantai
2	Kamera Digital	-	Dokumentasi kegiatan penelitian
3	Alat tulis	-	Untuk mencatat data yang telah diukur.
4	Jam	-	Untuk mengetahui waktu pengukuran data
5	Drone	Dji Phantom 3	Untuk mengambil gambar sebagai validasi garis pantai

Table 5. Alat Pengolahan data

No	Alat	Spesifikasi	Fungsi
1	Laptop	Lenovo Ideapad 330 14AST	Alat yang digunakan untuk pengolahan data
2	ArcGis 10.3	Versi 10.3	Berfungsi untuk mengolah dan menganalisis data
3	Envi 5.1	Versi 5.1	Berfungsi untuk Pengolahan data awal citra satelit, pengolahan data <i>MNDWI</i>
4	Ms. Excel	-	Perubahan lahan dan luasan perubahan garis pantai
5	Ms. Word	-	Media penyusunan laporan hasil penelitian
6	<i>Toolbox Digital Shoreline Analysis System</i>	-	Untuk membuat transek pada garis pantai
7	<i>Google Earth Pro</i>	Versi 7.3.2	Menentukan titik lokasi survey dan penelitian
8	<i>Microsoft Office</i>	Versi 2016	Untuk melakukan pengolahan data dalam bentuk teks dan angka
9	Agisoft	Versi 1.0.0.1	Untuk melakukan Mosaicking orthophoto

3.2.2 Bahan

Pada penelitian ini, dibutuhkan bahan untuk digunakan saat pengolahan data. Berikut ini adalah bahan yang digunakan pada saat penelitian.

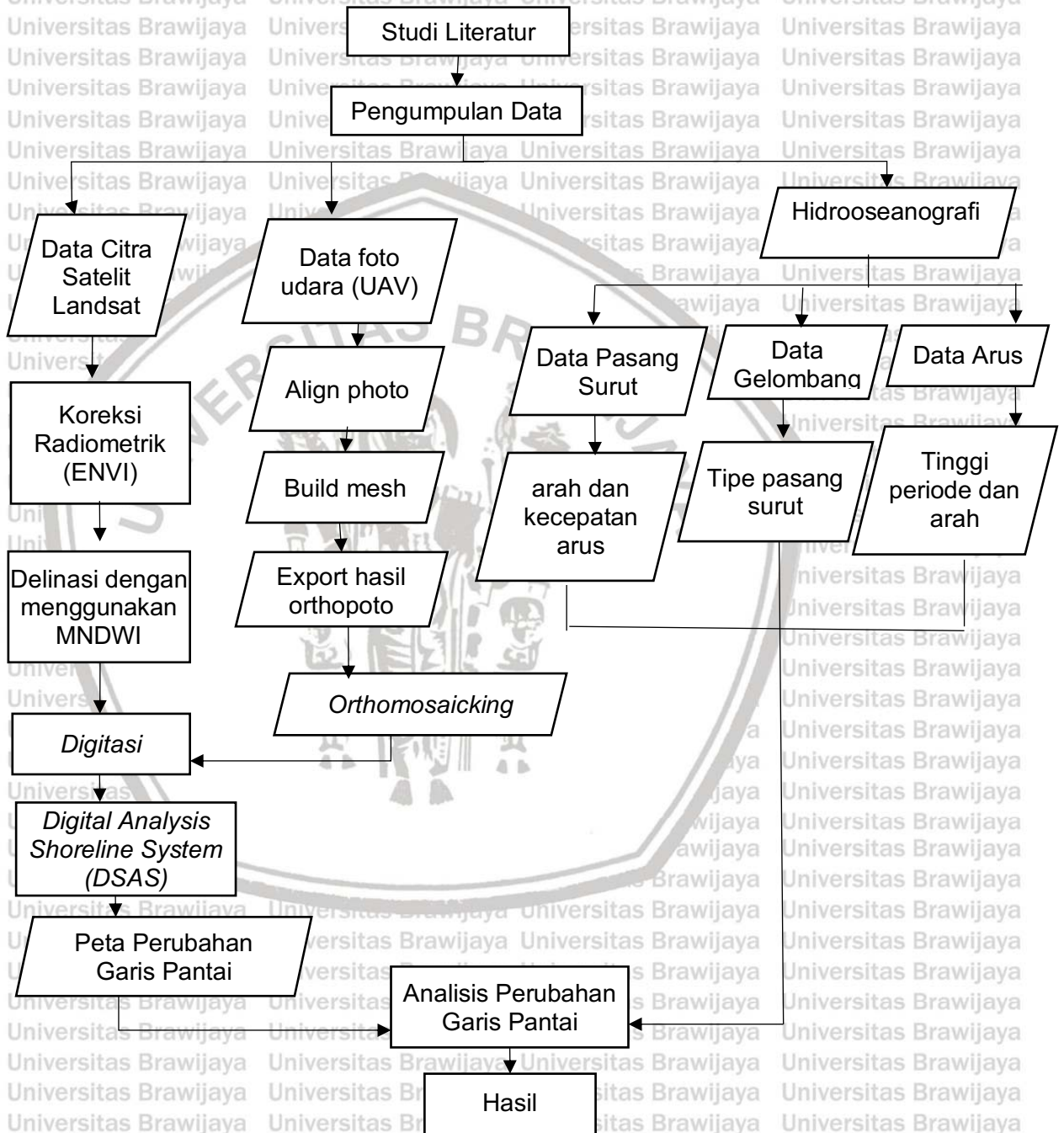
Tabel 6. Data yang digunakan untuk pengolahan data

No	Data	Spesifikasi	Fungsi
1.	Citra Satelit Landsat 7	27 April 2000 Resolusi 30 meter	Data untuk mendapatkan perubahan garis pantai
2.	Citra Satelit Landsat 8	12 Juni 2005 Resolusi 30 meter	Data untuk mendapatkan perubahan garis pantai
3.	Shapefile Administrasi Kabupaten Pausuran	-	Untuk melihat wilayah administrasi
4.	Data Pasang Surut	TIDES Badan Informasi Geospasial(BIG) 2000,2005,2010, dan 2010	Untuk mengetahui kondisi pasang surut di wilayah tersebut
5.	Data Uav	Ketinggian 75 m	Untuk mendapatkan data perubahan garis pantai
6.	Arus	Jason 2. 2019	Untuk mendapatkan data arus di wilayah tersebut

3.3 Alur penelitian

Pada penelitian ini terdiri dari studi literatur hingga mendapatkan analisis perubahan garis pantai. Berikut alur penelitian secara singkat dapat dilihat pada

Gambar 2.



Gambar 2. Alur Penelitian

3.4 Persiapan data

Persiapan pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu ada beberapa tahap. Tahap yang harus dilakukan adalah pengunduhan citra satelit lalu ke pengolahan data.

3.4.1 Pengunduhan Citra Satelit

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan berupa data pengamatan langsung ke lapang dan data citra satelit. Data primer yang digunakan selanjutnya data citra satelit Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 OLI/TIRS, yang bisa didownload di situs <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Perbandingan data diambil dalam kurun waktu 20 tahun, yaitu dari Tahun 2000 sampai dengan Tahun 2020.

3.4.2 Verifikasi Lapang

Verifikasi lapang pada penelitian ini yaitu data yang digunakan dalam analisis pada penelitian ini yang terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung. Pengumpulan data primer meliputi pengambilan data orthophoto menggunakan Drone dji phantom 3 advance. Ground check merupakan kegiatan untuk mengetahui kondisi sebenarnya di lapangan dan untuk membuktikan bahwa hasil yang telah dilakukan dalam penelitian perubahan garis pantai dapat diterima. Sedangkan data sekunder merupakan data yang telah diolah lebih lanjut dari berbagai sumber seperti citra satelit dan data lainnya, data ini disajikan dengan baik oleh pihak pengumpul data primer atau pihak lain.

3.4.3 Data dukung oseanografi

Pada penelitian ini terdapat data dukung oseanografi yang terdiri dari data pasang surut, data arus, dan data gelombang sebagai berikut:

3.4.3.1. Data Pasang surut

Data pasang surut pada penelitian ini digunakan untuk mengoreksi data citra terhatap pasang surut dan untuk mengetahui periode pasang surut di lokasi penelitian. Sumber data pasang surut terbagi menjadi dua data, yaitu data primer yang diambil dari kondisi lapang dan data sekunder yang diambil dari laman Badan Informasi Geospasial (<http://tides.big.go.id/>).

3.4.3.2. Data Arus

Data arus yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari dari laman OSCAR (<https://podaac.jpl.nasa.gov/OceanCurrentsCirculation>). Data ini arus ini bertujuan untuk mengetahui pola arus di wilayah Pasuruan, Jawa Timur.

3.4.3.3. Data Angin

Data angin dalam penelitian ini digunakan untuk mendapatkan tinggi dan periode gelombang di wilayah Pasuruan, Jawa Timur. Sumber data didapatkan pada laman <https://www.ecmwf.int/>.

3.5 Pengolahan Data

Pada proses pengolahan data dalam penelitian ini terdapat beberapa proses, yaitu terdapat pengolahan data foto udara, pengolahan pasang surut, arus, gelombang, dan juga pengolahan data digital Shoreline Analysis System. Pada tahap pengolahan ini hasil yang didapat bertujuan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam penelitian skripsi ini.

3.5.2.1 Data Foto Udara

Data foto udara merupakan data primer yang diambil pada saat lapangan menggunakan Drone yang dilengkapi dengan gps. Dimana pengambilan foto udara menggunakan DJI Phantom 3 dengan ketinggian 100m. Data foto udara yang didapatkan adalah foto udara tanggal 30 oktober 2020. Untuk selanjutnya data diolah menggunakan aplikasi digital Agisoft.

Pembuatan peta topografi garis pantai dari data UAV ada beberapa tahapan dalam pengolahannya, pertama dengan memperoleh hasil *Orthophoto* dengan menggunakan perangkat lunak Agisoft *PhotoScan Pro*. Perangkat lunak Agisoft *PhotoScan* merupakan salah satu perangkat lunak yang dapat digunakan untuk mengolah dan menggabungkan data citra UAV menjadi data satu citra yang utuh atau disebut dengan proses *orthomosaic*.

3.5.2.1.1 Mosaicking Data Uav

Proses pengolahan data foto udara disebut dengan proses mosaic citra. Mosaic citra foto udara adalah proses untuk menggabungkan beberapa hasil foto udara sehingga menghasilkan satu foto utuh secara keseluruhan serta memiliki sistem koordinat (Salim *et al.*, 2018). Prinsipnya adalah setiap foto mempunyai koordinat dan bertampalan dengan foto lain di sebelahnya. Penggabungan ini akan mempermudah dan mempercepat analisis dengan pandangan area secara keseluruhan.

Pengolahan data foto udara yang diperoleh menggunakan piranti lunak Agisoft *Photoscan Pro* dilakukan dalam beberapa tahap yaitu, proses *Align photo*, *build mesh*, *orthomosaicking*, hingga *exporting orthophoto*.

1 *Align photo* berfungsi untuk mensejajarkan atau meluruskan foto-foto sebelum proses penggabungan banyak foto menjadi satu foto.

- 2 Build mesh adalah untuk memproses hasil alignment menjadi 3D, namun tidak memiliki nilai ketinggian yang akurat dan tekstur 3D
- 3 Orthomosaicking / Build texture merupakan proses menggabungkan foto-foto berdasarkan referensi koordinat dan nilai ke dalam piksel.
- 4 Export Orthophoto hasil proses orthomosaic yang selanjutnya akan diekspor ke dalam format *.tiff.

3.5.2.1 Pengolahan Data Pasang Surut

Pengolahan data pasang surut pada penelitian ini di dapatkan data melalui laman resmi (<http://tides.big.go.id/>) data pasang surut kemudian diolah menggunakan aplikasi *digital Microsoft Excel* untuk mengetahui koreksi pasang surut tersebut.

3.5.2.2 Pengolahan Data Arus

Pengolahan data arus pada penelitian ini adalah data diolah menggunakan aplikasi *digital Surfer* dan *Microsoft Excel*. Data arus dari beberapa data kecepatan dan arah arus. Data kecepatan arus (dt/s) dan arah arus akan diolah menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*. Selanjutnya yaitu proses menggunakan aplikasi *Surfer* untuk membuat kontur kecepatan dan vektor arah arus pada lokasi penelitian, yang berikutnya akan tahap akhir *Layouting Peta* arus terkait penelitian.

3.5.2.3 Pengolahan *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*

Data garis pantai diolah dengan menggunakan *Software Envi 5.1* dan *ArcGis 10.3*. tahapan pertama yang dilakukan dalam proses pengolahan data garis pantai adalah melakukan delinasi darat dan laut, digitasi garis pantai, overlay dan pembentukan akresi abrasi.

1 **Cropping Area**

Cropping atau pemotongan citra dilakukan untuk mengetahui atau membatasi ruang lingkup wilayah kajian penelitian. Citra satelit yang telah diunduh pada <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Memiliki luas daerah yang cukup luas yaitu Jawa timur maka dari itu perlu diadakannya pemotongan citra atau proses *cropping*. Pemotongan peta dilakukan pada perangkat lunak *Envi 5.1*.

2 **Koreksi Radiometrik**

Setelah melakukan pemotongan citra dilakukan koreksi radiometrik. Koreksi radiometrik dibutuhkan untuk merubah data dari format DN ke radian atau reflektan. Koreksi radiometrik juga akan memperbaiki nilai *pixel* pada citra satelit sehingga citra yang akan digunakan memiliki koordinat, skala, dan proyeksi yang sama atau mendekati kondisi sebenarnya. Koreksi radiometrik dilakukan juga untuk mempertajam *Band* yang terdapat pada citra satelit yang telah diunduh agar memudahkan melihat warna pada citra satelit. Proses koreksi radiometrik dilakukan pada perangkat lunak *Envi 5.1* (Sari et al., 2015).

3 **Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI)**

Memaksimalkan pantulan air dari penginderaan jauh ada beberapa metode, sesuai dengan jumlah band yang digunakan. *single-band* dan metode *multi-band*. Metode *single-band* biasanya melibatkan pemilihan sebuah band dari citra multispektral untuk mengekstrak informasi perairan terbuka. Metode *multi-band* untuk mengekstrak informasi air ada dua cara. *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI) merupakan proses untuk membedakan wilayah daratan dan perairan. Sebelum itu terdapat *Normalized Difference Water Index* (NDWI).

Menurut (Xu, 2006), NDWI dinyatakan sebagai berikut :

$$NDWI = \frac{Band\ Green - Near\ Infrared}{Band\ Green + Near\ Infrared}$$

Indeks NDWI dirancang untuk (1) memaksimalkan pantulan air dengan menggunakan panjang gelombang hijau, (2) meminimalkan pantulan rendah *Near Infrared* (NIR) dengan fitur air dan (3) mengambil keuntungan dari pantulan tinggi gelombang *Near Infrared* (NIR) oleh fitur vegetasi dan tanah. Sehingga fitur air memiliki nilai positif dan dengan demikian ditingkatkan, sementara vegetasi dan tanah biasanya memiliki nilai nol atau negatif dan karena adanya penekanan.

Karena terdapatnya perkembangan untuk membuat data lebih baik, sehingga dibuatnya *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI). Proses modifikasi ini terdapat pada perubahan *band Near Infrared* (NIR) menjadi *band Mid Infrared* (MIR). Panjang gelombang pada proses *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI) yaitu 0.52 mm – 0.60 mm dan 1.55 mm – 1.75 mm.

4 **Threshold water area**

Deliniasi garis pantai dilakukan dengan memanfaatkan *Threshold water area* yang berfungsi untuk mengetahui ambang batas antara daratan dan perairan, sehingga diketahui garis pantai yang akan diteliti.

Pemisahan daratan dan lautan menggunakan nilai ambang batas dari band 5 pada Landsat TM dan ETM+, serta band 6 pada Landsat OLI/TIRS. Gelombang mid-infrared (SWIR-1) band 5 Landsat TM dan ETM+. Pada Landsat 8 pemisahan menggunakan gelombang *Mid-Infrared* (SWIR-1) pada band 6. Panjang gelombang pada band 6 memiliki nilai reflektan yang tinggi pada daratan dan rendah pada lautan (Nugraha et al., 2017)

Tracing garis pantai merupakan sebuah cara untuk membuat *shapefile* garis pantai dengan mengikuti garis batas antara daratan dan perairan dari hasil *Threshold Water Area*. *Tracing* dilakukan untuk membuat *shapefile* dalam bentuk garis. Pada *tools editor* kemudian pilih *tracing* dan buat garis dari batas antara daratan dan perairan.

5 **Digital Shoreline Analysis System (DSAS)**

Digital Shoreline Analysis System (DSAS) berfungsi untuk melakukan pembuatan transek garis pantai, tujuan dari pembuatan transek untuk mengetahui jarak dari perubahan garis pantai. Metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) memerlukan *shapefile shoreline* dan *baseline* yang digabungkan dalam *personal database*, setelah digabungkan dilakukan pembuatan transek, dari transek tersebut didapatkan nilai jarak dari masing-masing garis pantai, lalu nilai tersebut diolah pada aplikasi *Microsoft Excel* untuk mengidentifikasi abrasi dan akresi yang terjadi di wilayah penelitian. Teknis dalam melakukan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) menggunakan titik sebagai acuan pengukuran, dimana titik dihasilkan dari perpotongan antara garis transek yang dibuat oleh pengguna dengan garis-garis pantai berdasarkan waktu.

IV. Hasil dan Pembahasan

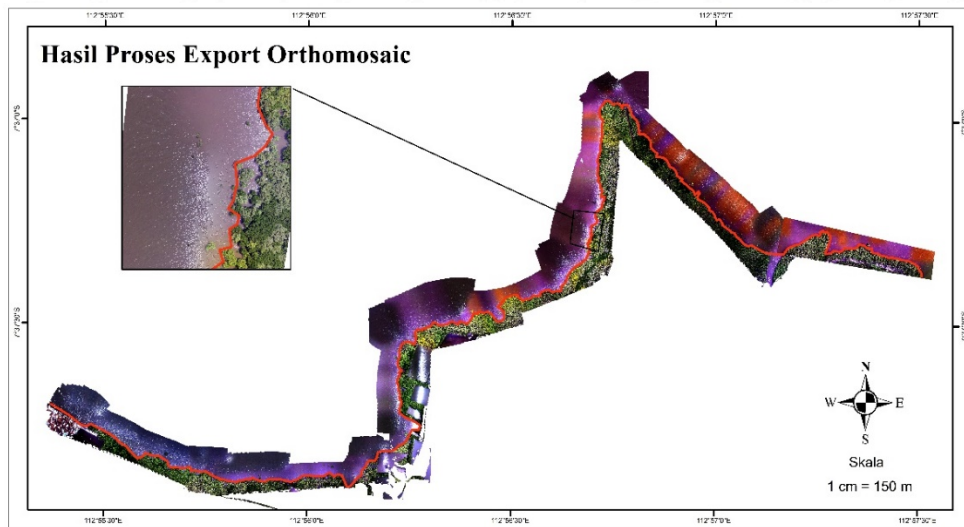
4.1 Gambaran Lokasi Penelitian

Kota Pasuruan mempunyai wilayah administrasi yang memiliki luas wilayah sebesar 35,29 km² dari luas Jawa Timur. Total luas wilayah Kota Pasuruan sekitar 65,85% adalah luas kawasan terbangun dan luas ruang terbuka merupakan sisa dari kawasan terbangun yaitu sebesar 34,15% dari luas wilayah administrasi (RKPD Kota Pasuruan, 2014). Kabupaten Pasuruan mempunyai luas wilayah 1474,01 km² (3,13% luas Propinsi Jawa Timur), terdiri dari 24 kecamatan dan memiliki 1.694 pedukuhan. Letak geografi Kabupaten Pasuruan antara 1120 33' 55" hingga 113 30' 37" Bujur Timur dan antara 70 32' 34" hingga 80 30' 20" Lintang Selatan dengan batas – batas (Hidayah dan Suharyo, 2018).

Garis pantai yang merupakan batas antara darat dan laut dapat berubah-ubah yang dipengaruhi oleh dinamika kelautan, dan erosi yang terjadi. Perubahan garis pantai merupakan proses secara terus menerus baik adanya penambahan (akresi) ataupun pengurangan (abrasi). Melakukan pemantauan kawasan pesisir salah satu faktor penting dalam mengetahui perubahan garis pantai yang berkaitan dengan pembangunan dan perlindungan di wilayah pesisir utara Pasuruan, Jawa Timur. Tipe pantai wilayah pasuruan merupakan tipe pantai berlumpur yang dapat dengan mudah berubah bentuk. Adapun perlindungan di wilayah pesisir pasuruan dengan adanya penanaman mangrove di sekitar muara sungai rejos. Penelitian dilakukan di 5 kelurahan yaitu Panggungrejo, Mandaranrejo, Kepel, Blandongan, dan Rejos.



4.2 Penentuan Garis Pantai Eksisting

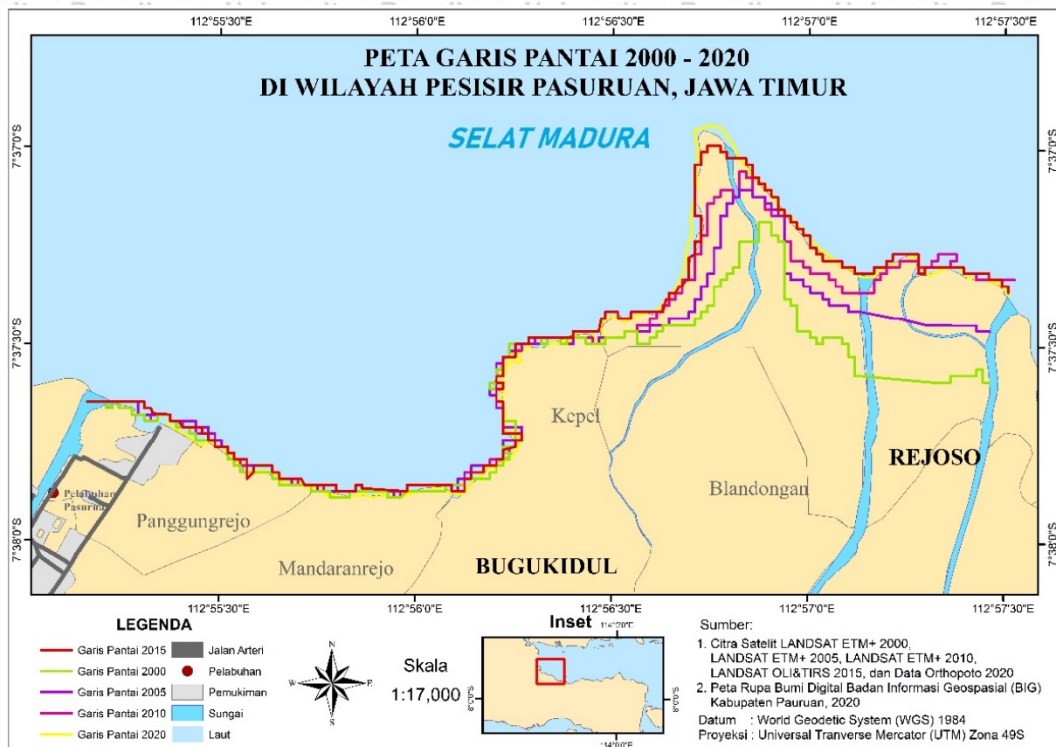


Gambar 3. Hasil Orthopoto

Hasil foto udara yang di dapat pada hasil lapang pada bulan oktober 2020.

Drone yang di gunakan pada waktu pengambilan yaitu jenis Dji Phantom 3. Proses pengambilan data di ambil pada waktu air surut yaitu pada jam 08:00 WIB.

Ketinggian drone untuk pengambilan data garis pantai yaitu 75 meter. Foto yang di dapat pada saat pengambilan data yaitu ada sebanyak 2130 foto; yang kemudian dijadikan satu melalui proses mosaicking data Uav yang meliputi Align Photo> Build mesh >Orthomosaicking > lalu di export orthopoto. Data garis pantai yang di ambil pada orthopoto yaitu meliputi kanopi terluar mangrove terakhir yang terlihat.



Gambar 4. Peta Garis Pantai 2000-2020

Berikut hasil data overlay antara garis pantai 2000-2020, secara keseluruhan perubahan garis pantai pada 5 kelurahan kawasan pesisir Pasuruan, Jawa Timur. Hasil overlay didapatkan dari hasil digitasi citra satelite dan hasil orthophoto yang telah di ambil pada survei lapang.

4.3 Hasil Perubahan Garis Pantai

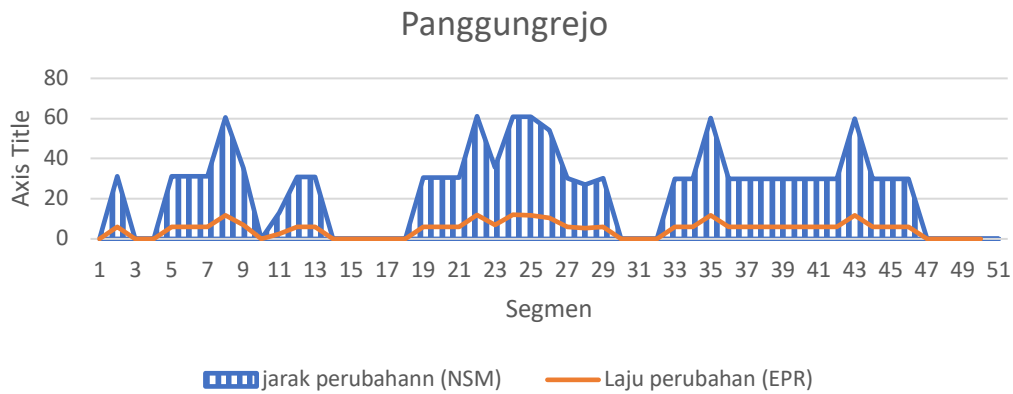
Pada hasil pengamatan bahwa sepanjang Pantai Utara Jawa Timur terutama di daerah muara sungai terjadi sedimentasi yang cukup tinggi, yang membentuk tanah oloran sehingga garis pantai mengalami perubahan . Maka dari itu dilakukannya pemantauan garis pantai dengan citra satelit dan data orthophoto 2020. Perubahan garis pantai di pesisir Pasuruan, Jawa Timur dilakukan dalam periode 2000 – 2020 dengan interval waktu 5 tahun yaitu pada tahun 2000- 2005, 2005-2010, 2010-2015, dan 2015 – 2020.

4.3.1. Perubahan Garis Pantai Periode 2000 - 2005

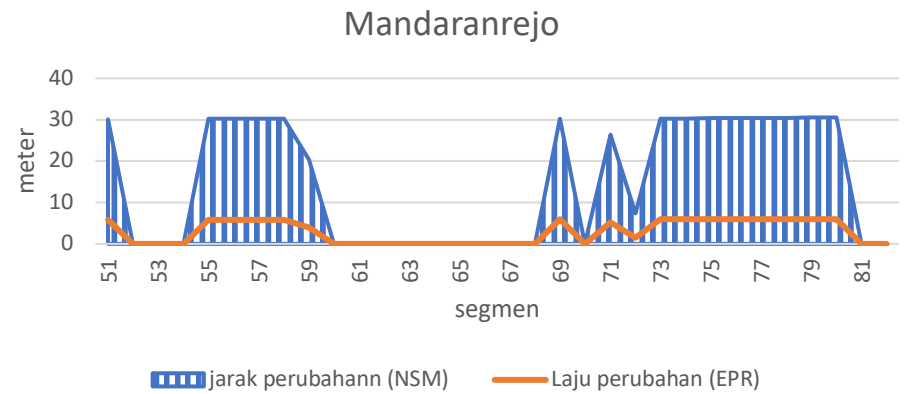
Hasil peta perubahan garis pantai untuk tahun 2000 – 2005 ditampilkan pada Gambar 4. Untuk hasil perhitungan perubahan garis pantai dengan menggunakan metode Net Shoreline Movement (NSM) dan End Point Rate (EPR).

Pada gambar terlihat pada garis dengan warna merah mudah ditunjukkan untuk mengetahui garis pantai tahun 2002, sedangkan garis warna kuning menunjukkan garis pantai tahun 2013. Garis pantai pada rentang tahun 2000 – 2005 menunjukkan bahwa garis pantai mengalami peristiwa akresi hampir disemua area. Dapat dilihat pada gambar 9 garis pantai yang mengalami peristiwa dominan akresi di daerah jarangan dan blandongan, akresi tertinggi didapatkan pada kelurahan kepel sebesar 391 meter dan 76 meter/tahun. Adapun pada kelurahan kepel mengalami peristiwa abrasi tertinggi yaitu sebesar -39 meter dan -7 meter/tahun.

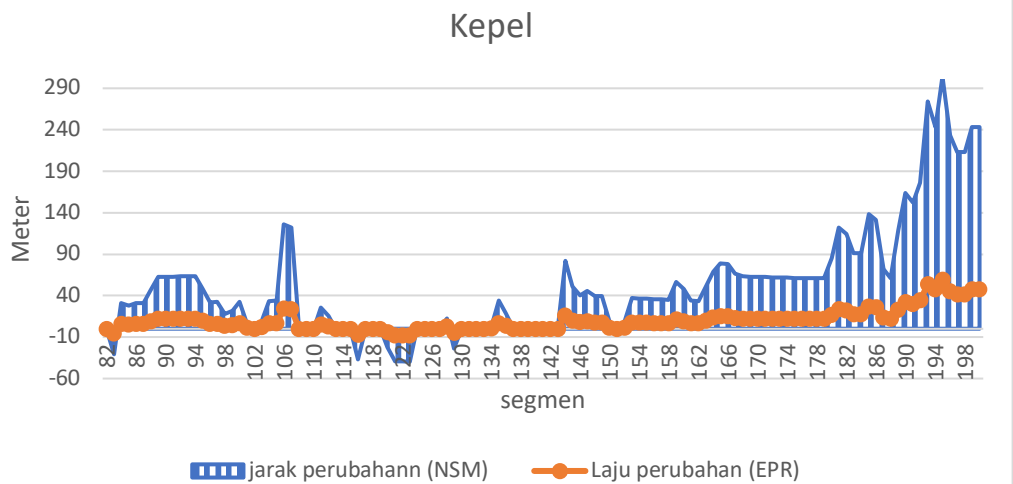
Perubahan garis pantai yang terjadi tidak hanya ditentukan oleh faktor tunggal tapi oleh sejumlah faktor, seperti faktor alami yang berasal dari proses hidro-oseanografi. Faktor-faktor dapat menyebabkan terjadinya abrasi dan akresi di wilayah pesisir. Fenomena akresi yang terjadi di wilayah pasuruan didominasi oleh adanya masukan sedimen yang berasal dari muara sungai. Hal ini didukung oleh pernyataan menurut Fuad, *et al.* (2019), yang menyatakan dominan peningkatan akresi diakibatkan oleh sedimentasi yang tinggi disekitar muara, sedangkan abrasi yang terjadi diakibatkan oleh hantaman badai gelombang dan arus yang menyusuri pantai dapat mempercepat laju abrasi.



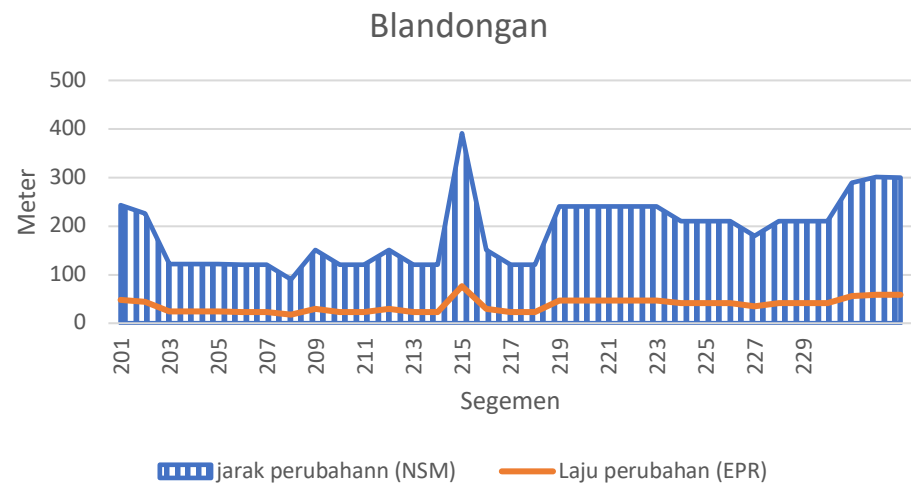
(A)



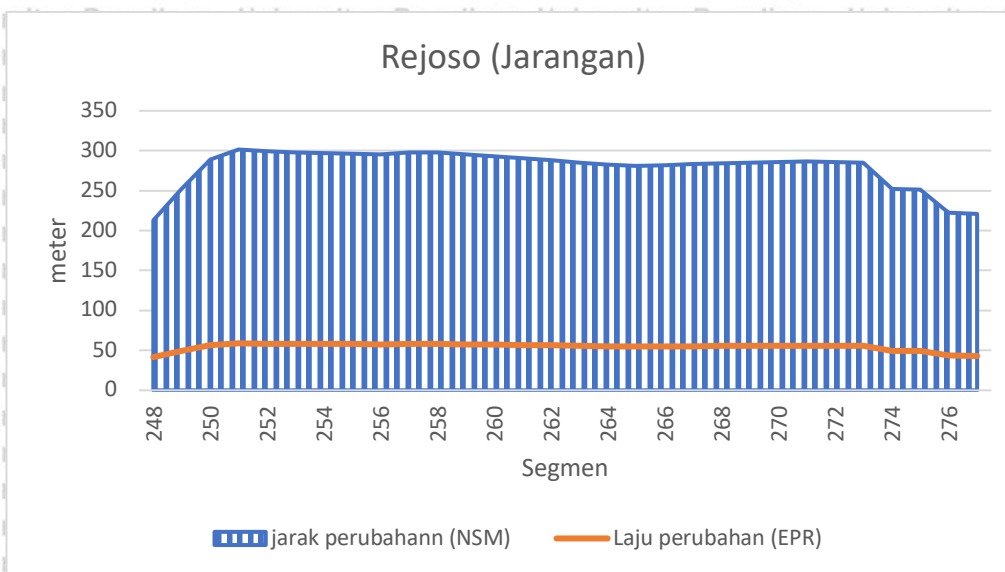
(B)



(C)



(D)



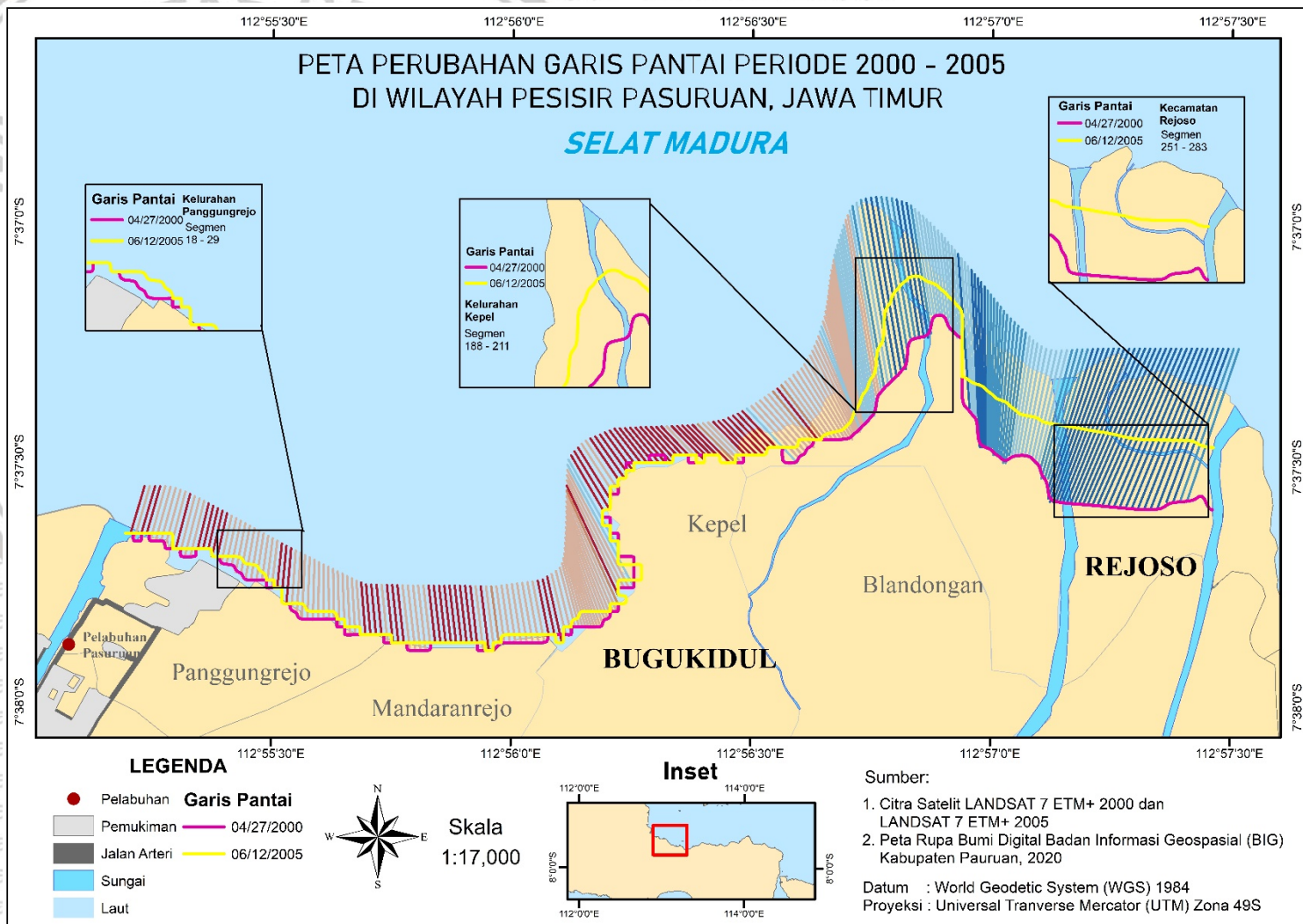
(E)

Gambar 5. Grafik perubahan garis pantai tahun 2000-2005 ,(A) Panggungrejo, (B) Mandaranrejo, (C) Kepel, (D) Blandongan, (E) Jarangan

Table 6. Table perubahan garis pantai 2000-2005

Kelurahan	2000 – 2005		Segmen
	NSM	EPR	
Panggungrejo	12m – 61m	2m – 11m	1 – 50
Mandarejo	7m – 31m	1,5m – 6m	51 – 81
Kepel	-39m – 304m	-7m – 59m	82 – 200
Blandongan	91m – 391m	18m – 76m	201 – 247
Rejoso(Jaranga)	213m – 302m	41m – 59m	248 – 277

Hasil perhitungan Net Shoreline Movement (NSM) dan End Point Rate (EPR) yang terlihat pada grafik gambar 5 terlihat bahwa telah terjadi peristiwa akresi dan abrasi pada kelurahan kepel pada segmen 82 – 200. untuk wilayah yang didominasi oleh akresi yaitu terjadi pada kelurahan Jarangan pada segmen 248 – 277 dengan nilai tertinggi 301,52 meter dan 58,85 meter/tahun. Dominasi majunya garis pantai pada kelurahan jarangan disebabkan karena adanya aliran penumpukan sedimen dari muara sungai rejoso dan penanaman mangrove secara berkala.

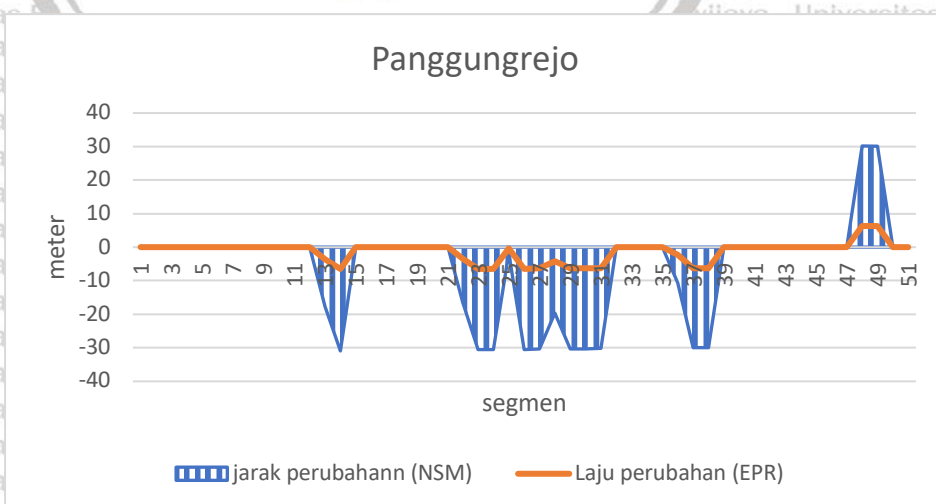


Gambar 6. Peta perubahan garis pantai NSM tahun 2000 - 2005

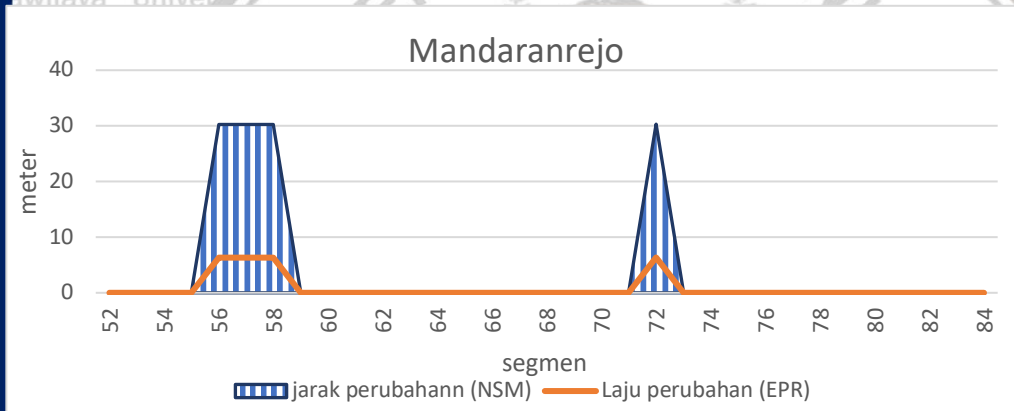
4.3.2. Perubahan Garis Pantai Periode 2005 - 2010

Hasil peta perubahan garis pantai pada tahun 2005 – 2010 ditampilkan pada Gambar 10. Untuk nilai Net Shoreline Movement (NSM) dan End Point Rate (EPR) ditampilkan pada Tabel 8. Garis pantai pada rentang tahun 2005-2010 mengalami peristiwa akresi hampir disemua area. Akresi tertinggi terjadi di kelurahan jarangan dengan nilai sebesar 354meter dan 74 meter/tahun, sedangkan abrasi tertinggi terjadi pada kelurahan kepel dengan nilai sebesar -61 meter dan -13 meter/tahun.

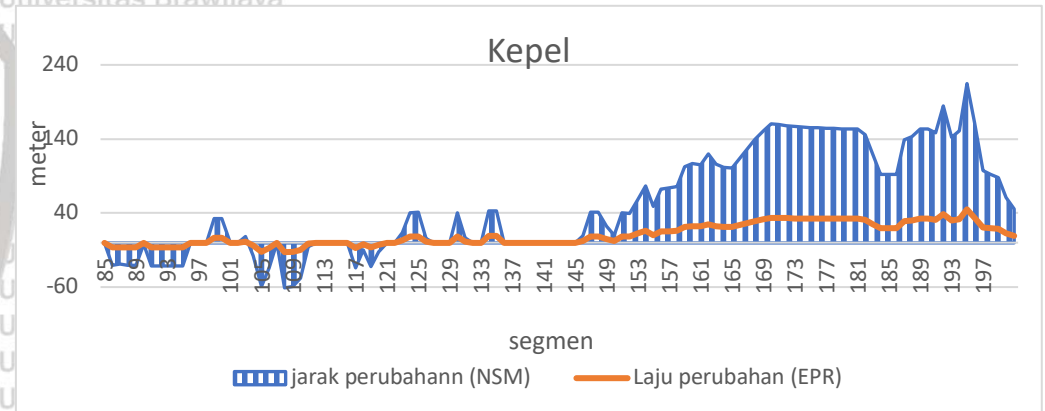
Akresi tampak sangat terlihat pada kecamatan rejos, peristiwa akresi terjadi diduga karena adanya sedimentasi yang di bawa oleh aliran sungai resjoso menuju ke arah pantai. Hal ini didukung oleh pernyataan Rachmianti, *et al*, (2018), yang menyatakan bahwa penambahan lahan disekitar pantai (akresi) disebabkan oleh adanya peristiwa sedimentasi dari daratan yang mengendap di sekitar pantai, pengendapan terjadi karena adanya aliran sedimen yang dibawa oleh sungai ke mulut muara. Adapun menurut Hastuti, *et al*, (2018), terjadi penambahan daratan (akresi) atau disebut dengan munculnya tanah timbul. Tanah timbul tersebut muncul karena adanya proses sedimentasi sehingga setiap tahunnya di Desa Berahan Kulon selalu mengalami penambahan luas desa.



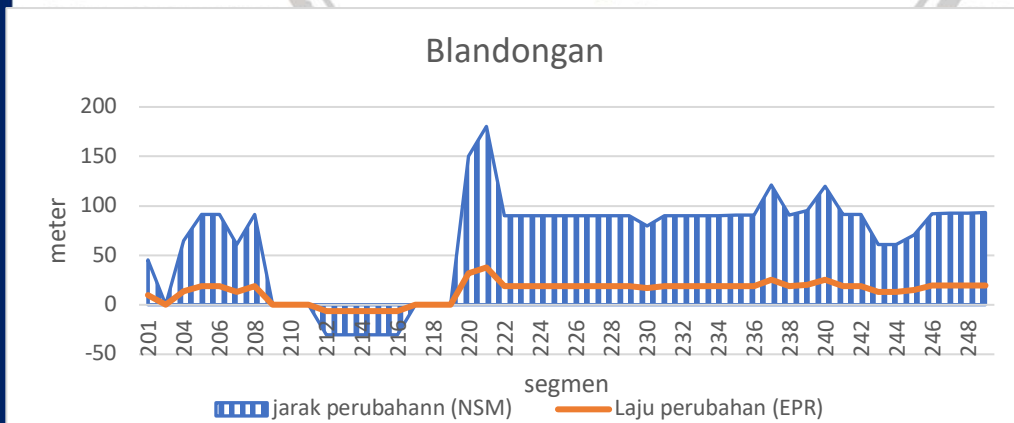
(A)



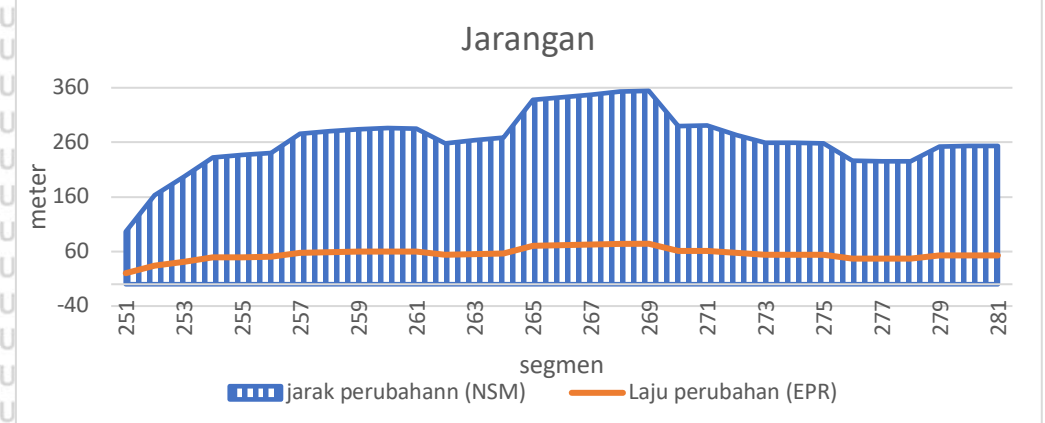
(B)



(C)



(D)



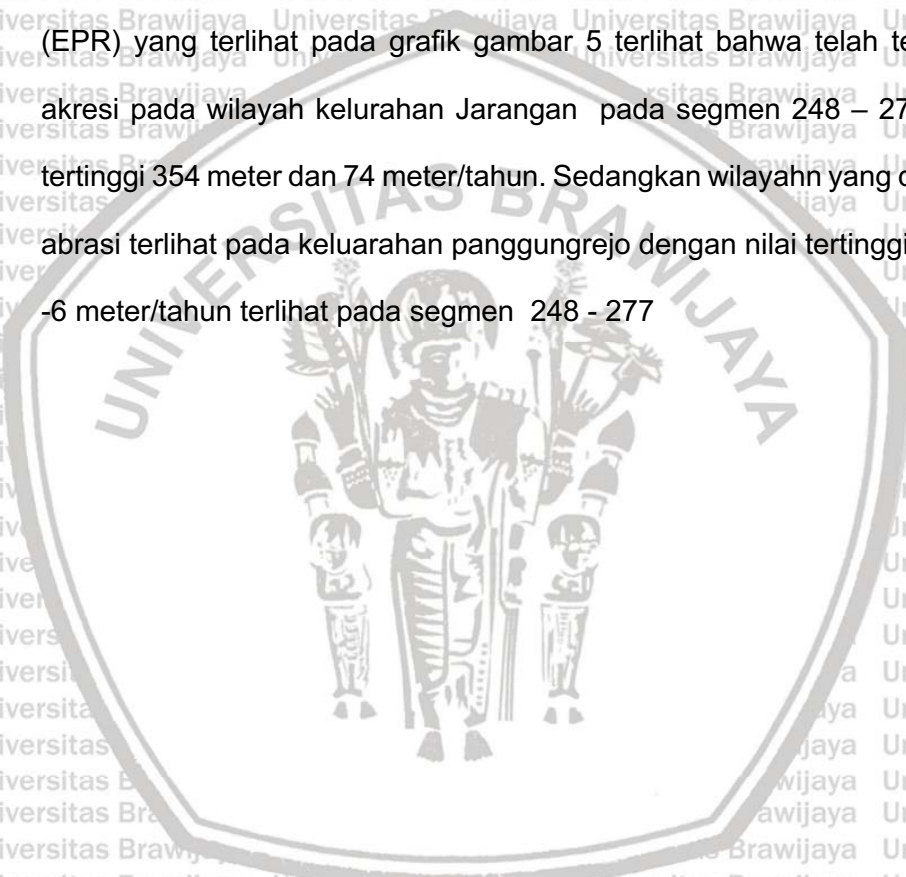
(E)

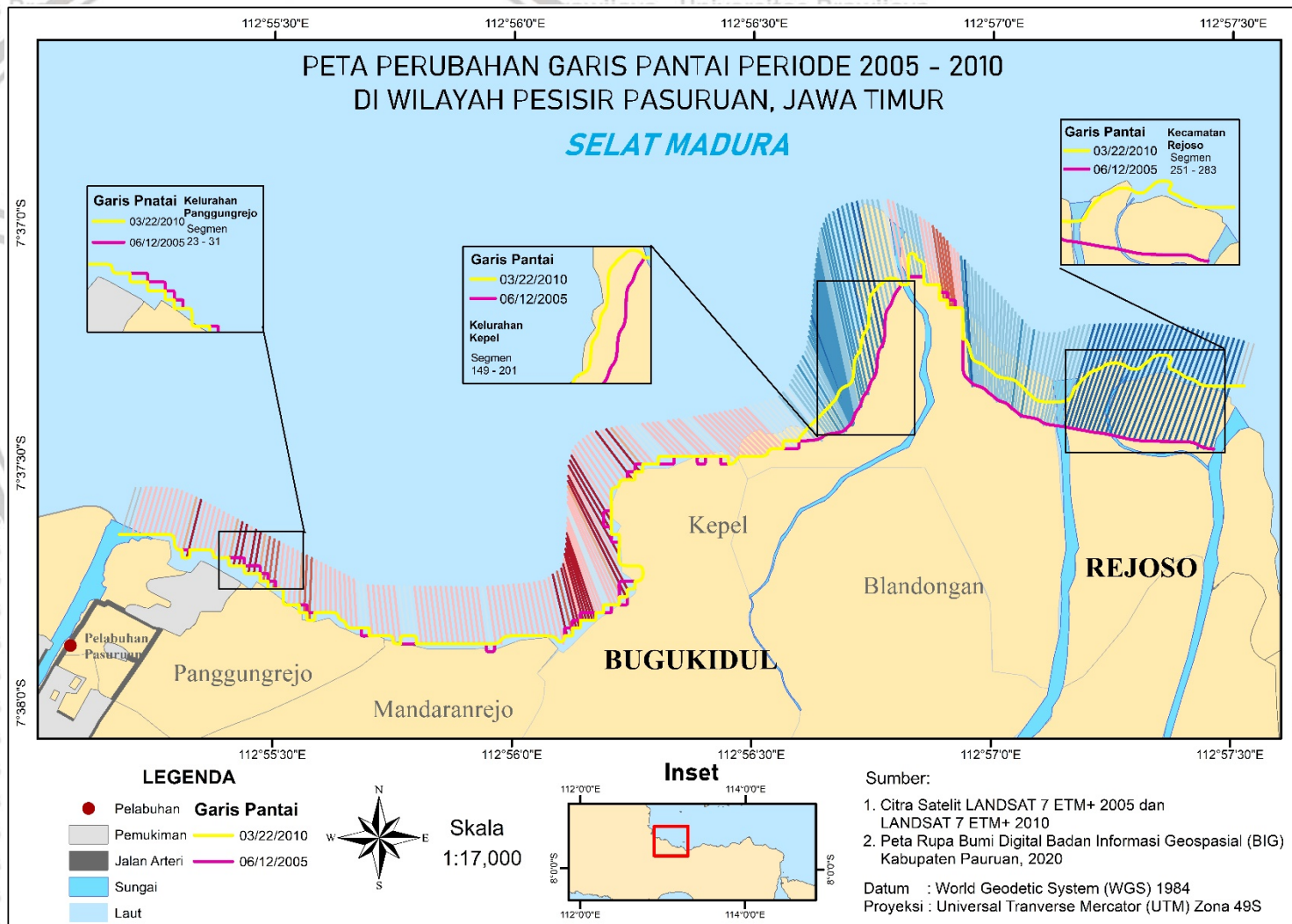
Gambar 8. Grafik perubahan garis pantai tahun 2005-2010. (A) Panggungrejo, (B) Mandaranrejo, (C) Kepel, (D) Blandongan, (E) Jarangan

Table 7. perubahan garis pantai tahun 2005 - 2010

Kelurahan	2005 – 2010		Segmen
	NSM	EPR	
Panggungrejo	-31m – 30m	-6m – 6m	1 – 50
Mandarejo	30,2m – 30,3m	6m – 6m	51 – 81
Kepel	-61m – 215m	-13m – 44m	82 – 200
Blandongan	-30m – 180m	-6m – 38m	201 – 247
Rejoso(Jarangan)	97m – 354m	20m – 74m	248 – 277

Hasil perhitungan Net Shoreline Movement (NSM) dan End Point Rate (EPR) yang terlihat pada grafik gambar 5 terlihat bahwa telah terjadi peristiwa akresi pada wilayah kelurahan Jarangan pada segmen 248 – 277 dengan nilai tertinggi 354 meter dan 74 meter/tahun. Sedangkan wilayah yang didominasi oleh abrasi terlihat pada keluarahan panggungrejo dengan nilai tertinggi -31 meter dan -6 meter/tahun terlihat pada segmen 248 - 277



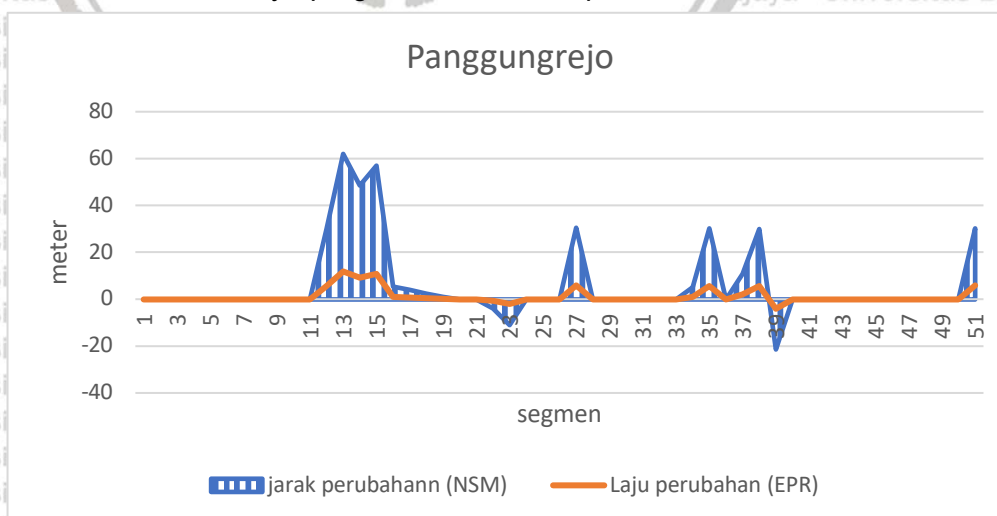


Gambar 9. Peta perubahan garis pantai NSM tahun 2005 - 2010

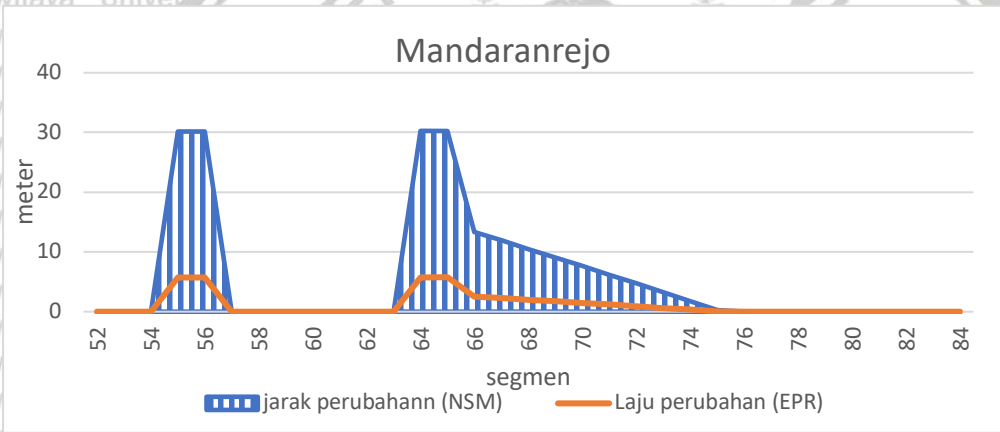
4.3.3. Perubahan Garis Pantai Periode 2010 - 2015

Hasil peta perubahan garis pantai pada tahun 2010–2015 ditampilkan pada Gambar. Untuk nilai Net Shoreline Movement (NSM) dan End Point Rate (EPR) ditampilkan pada Tabel 10. Garis pantai pada rentang tahun 2010-2015 mengalami peristiwa akresi disemua area. Nilai akresi tertinggi terjadi pada kelurahan Kepel sebesar 283 meter dan 54 meter/tahun. Hal ini jelas berbeda pada tahun abrasi tertinggi terjadi pada daerah Rejoso sebesar -64,5 meter dan -12 meter/tahun.

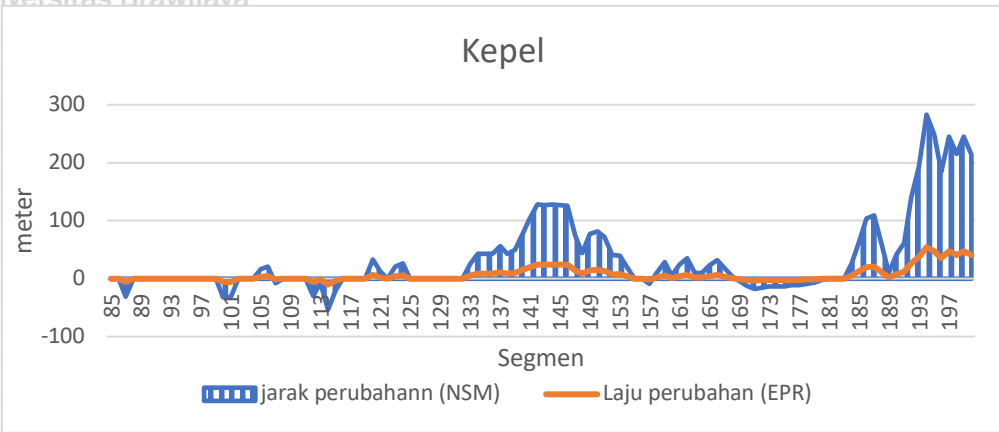
Peristiwa akresi terjadi karena adanya penambahan atau penumpukan sedimen yang berasal dari dari daratan dan terendapkan disekitar muara sungai hal ini didukung oleh pernyataan Sihombing, *et al.* (2017), yang menyatakan bahwa proses akresi pada pantai disebabkan oleh penumpukan sedimen yang berasal dari dari daratan dan terendapkan di pantai terutama melalui muara sungai. Adapun menurut Raj, *et al.* (2019), menyatakan bahwa dinamika yang terjadi pada muara sungai disebabkan oleh faktor manusia dan ekosistem disepanjang wilayah muara sungai. Muara sungai Ennore pada tahun 2013–2016 mengalami perubahan garis pantai yang sangat signifikan disekitar muara, hal ini disebabkan karna adanya pergerakan sedimen pada daerah tersebut.



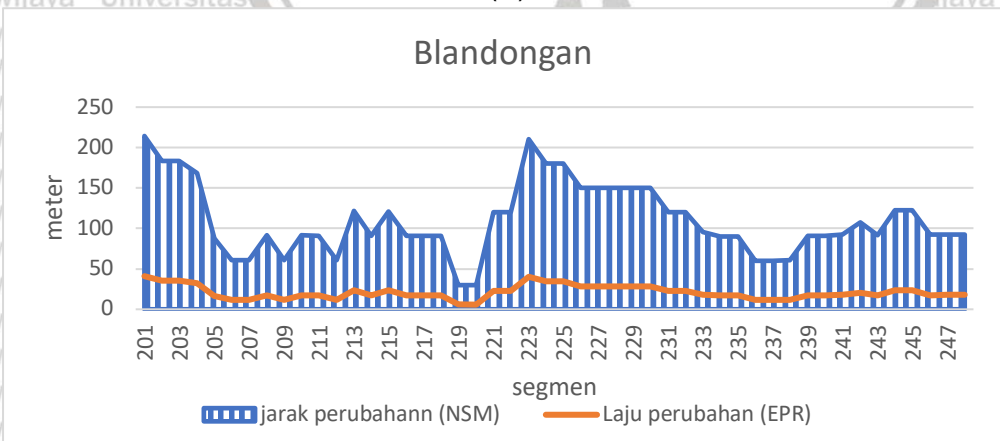
(A)



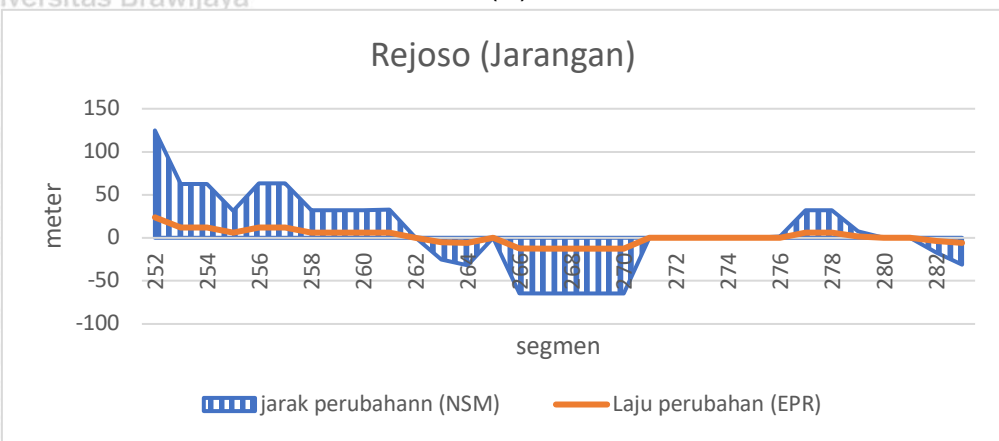
(B)



(C)



(D)



(E)

Gambar 10. Grafik perubahan garis pantai tahun 2010-2015. (A) Panggungrejo, (B) Mandaranrejo, (C) Kepel, (D) Blandongan, (E) Jarangan

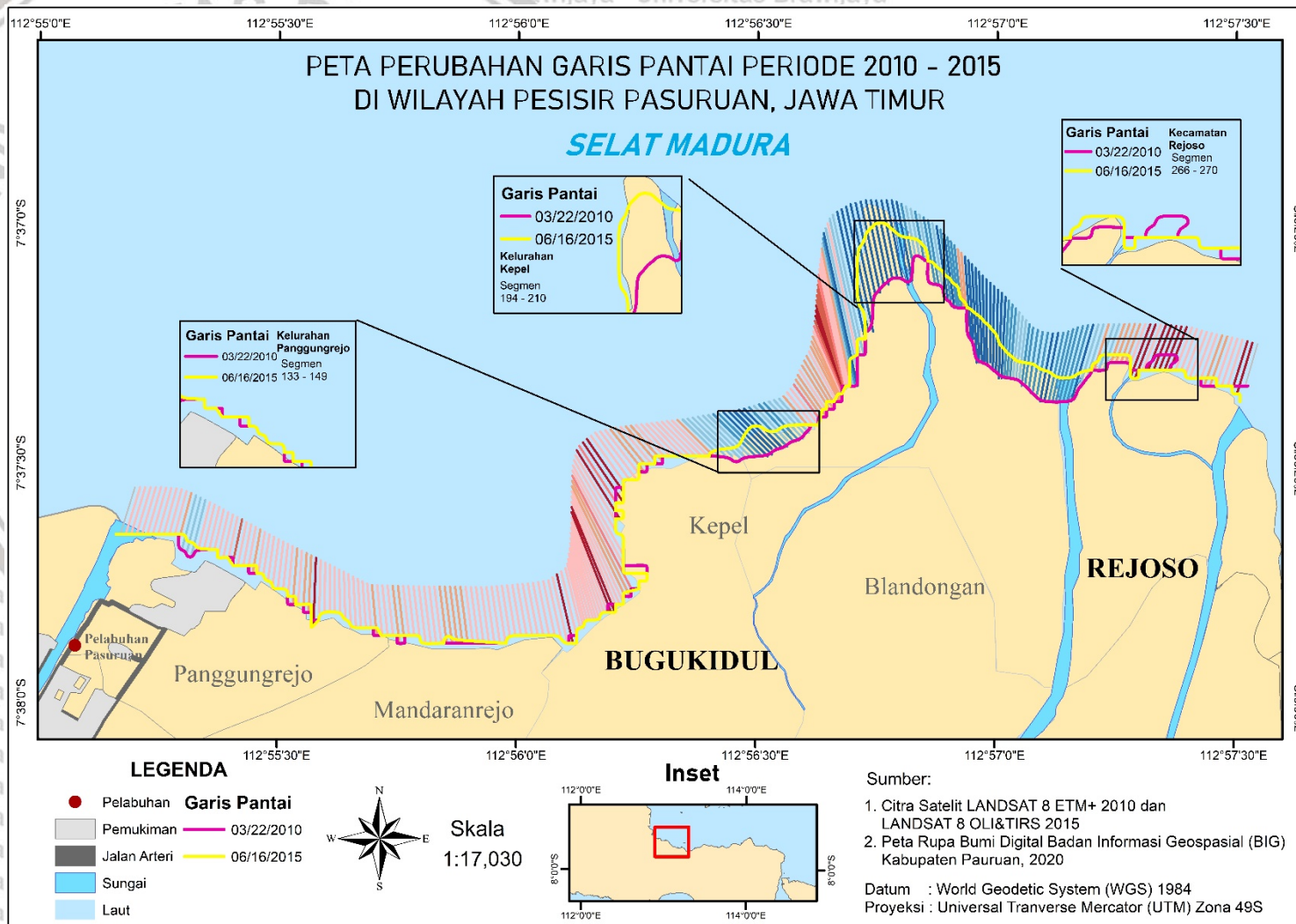
Table 8. Perubahan garis pantai tahun 2010 -2015

Kelurahan	2010 – 2015		Jumlah Segmen
	NSM	EPR	
Panggungrejo	-21m – 61m	-4m – 11m	1 – 51
Mandarejo	0,21m – 30,2m	0,04m – 5.7m	52 – 84
Kepel	-54m – 283m	-10m – 54m	85 – 200
Blandongan	30m – 210m	5m – 40m	201 – 247
Rejoso(Jarangan)	-64,5m – 125m	-12m – 24m	248 – 277

Hasil perhitungan Net Shoreline Movement (NSM) dan End Point Rate (EPR) yang terlihat pada grafik gambar 10 terlihat bahwa telah terjadi peristiwa

akresi dan abrasi pada kelurahan kepel pada segmen 85 – 200. Untuk wilayah yang didominasi oleh akresi yaitu terjadi pada kelurahan Blandongan pada segmen 201 – 247 dengan nilai tertinggi 210 meter dan 40 meter/tahun.

Sedangkan daerah yang didominasi oleh abrasi yaitu pada daerah Jarangan dengan nilai tertinggi -64,5 meter dan -12 meter/tahun. Hal ini disebabkan karena hutan mangrove yang banyak di tebang untuk dijadikan pembukaan lahan tambak karena mayoritas warga pasuruan dengan penghasilan tambak.



Gambar 11. Peta perubahan garis pantai NSM tahun 2010 - 2015

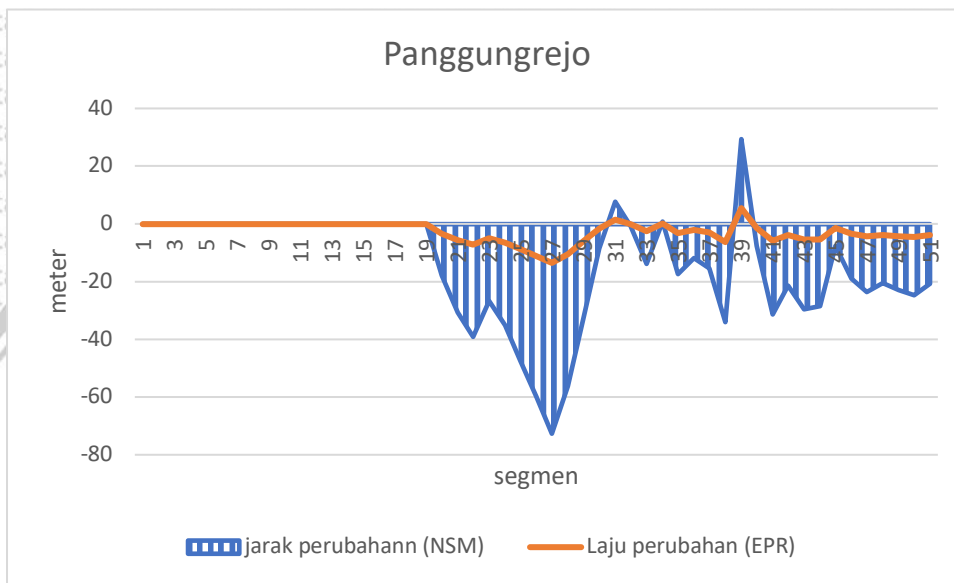
4.3.4. Perubahan Garis Pantai Periode 2015 – 2020

Hasil peta perubahan garis pantai pada tahun 2015–2020 ditampilkan pada Gambar 21. Untuk nilai End Point Rate (EPR) dan Net Shoreline Movement (NSM) ditampilkan pada Tabel 16. Pada peta yang ditampilkan telah terjadi peristiwa akresi dan abrasi pada kelurahan Kepel, Pada segmen 161-208 lebih didominasi akresi pada area tersebut hal ini di duga dengan adanya penumpukan sedimen dari muara dan penanaman mangrove secara berkala. Dominansi mundurnya garis pantai yang terjadi pada pada segmen 1-53 di kelurahan Panggungrejo. Nilai abrasi tertinggi terjadi di Kelurahan Mandarejo dengan nilai sebesar -108 meter dan -20 meter/tahun, tingginya abrasi di Kelurahan Mandarejo dikarenakan oleh pola arus musim barat yang mengarah dari barat laut ke timur. Sedangkan nilai akresi terendah terjadi di Desa Jarangan sebesar 23 meter dan 4 meter/tahun.

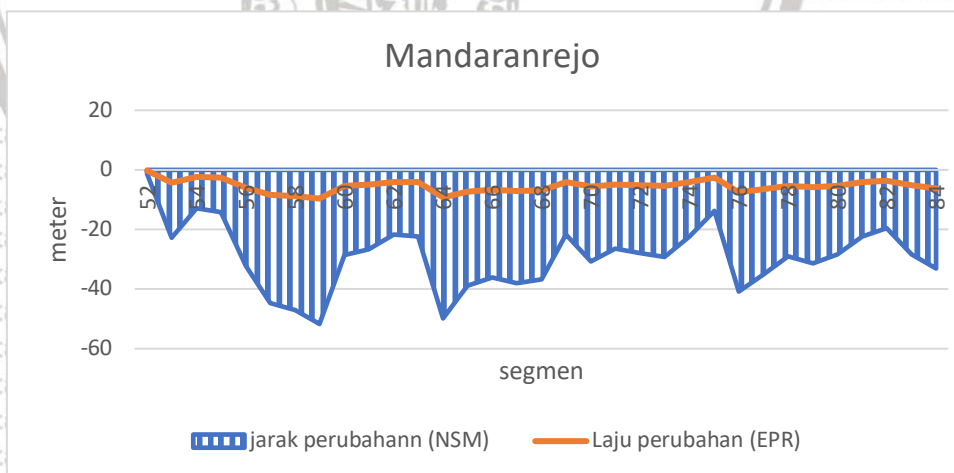
Pada rentang tahun 2015-2020 didominasi oleh terjadinya abrasi. Hal ini diduga terjadi dikarenakan berkurangnya vegetasi yang berada diarea tersebut, untuk mengetahui hal tersebut dapat dilihat secara visual melalui citra satelit dengan membandingkan citra tahun 2015 dan 2020. Menurut Suyono, et al. (2015), menyatakan bahwa hutan mangrove yang terdegradasi dengan seiringnya waktu maka akan menyebabkan timbulnya abrasi pantai. Citra satelit mampu mengetahui kerapatan vegetasi dengan menggunakan analisis hasil dari Normalized Difference Vegetation Indeks (NDVI). Normalized Difference Vegetation Indeks (NDVI) mampu mengetahui objek vegetasi dengan non vegetasi. Adapun menurut Syaefudin (2008), menyatakan bahwa penebangan hutan bakau hingga area garis pantai dapat menyebabkan proses abrasi atau erosi pantai. Beberapa lokasi yang mengalami abrasi akibat penebangan tersebut antara lain Pantai Indramayu Jawa Barat dan Pantai Karawang-Jawa Barat. Hutan bakau sendiri mampu meredam gelombang yang menuju kearah pantai.

Table 9. perubahan garis pantai 2015 – 2020

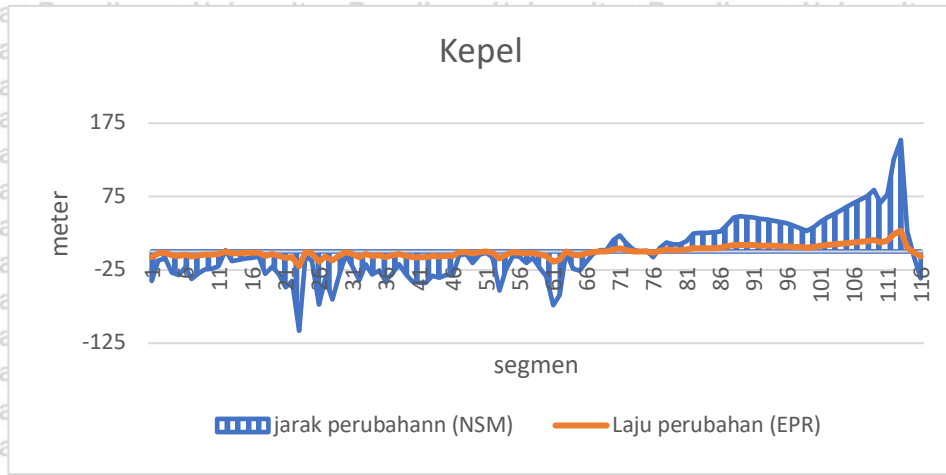
Kelurahan	2015 – 2020		Segmen
	NSM	EPR	
Panggungrejo	-73m – 29m	-13,5m – 5m	1 – 50
Mandarejo	-51,7m – -12,8m	-9,7m – -2,3m	51 – 81
Kepel	-108m – 152m	-20m – 28m	82 – 200
Blandongan	-56m – 68m	-10m – 12m	201 – 247
Rejoso(Jarangn)	-64m – 23m	-11m – 4m	248 – 277



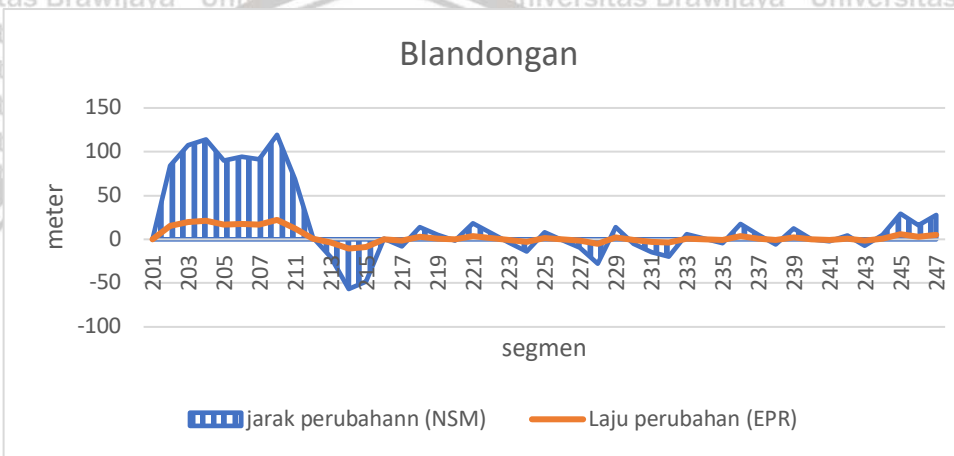
(A)



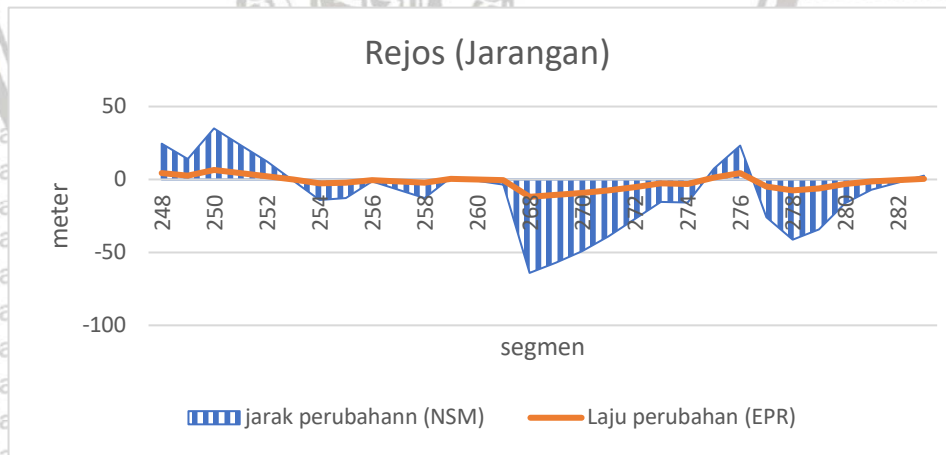
(B)



(C)

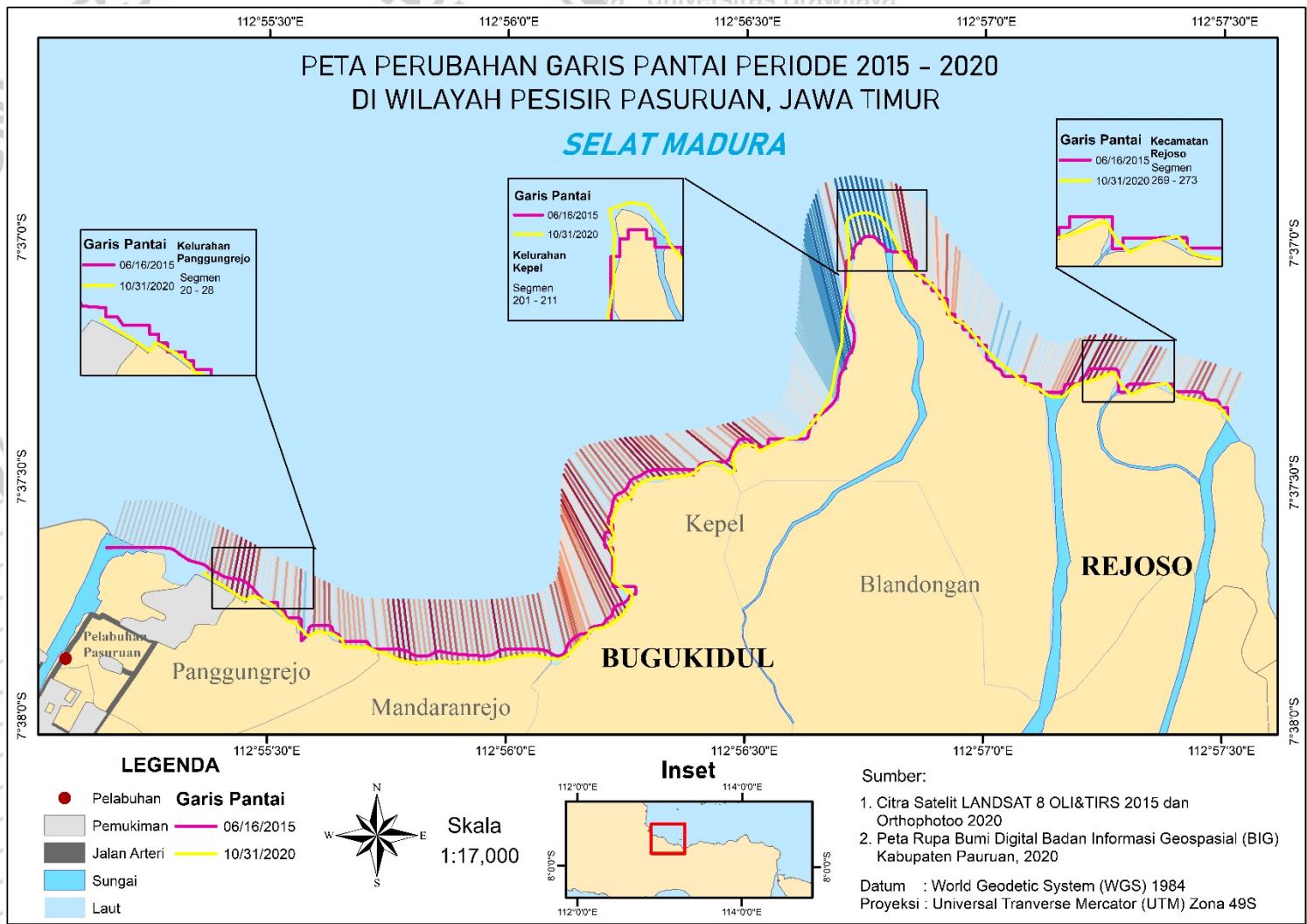


(D)



(E)

Gambar 12. Grafik perubahan garis pantai tahun 2015-2020. (A) Panggungrejo, (B) Mandaranrejo, (C) Kepel, (D) Blandongan, (E) Jarangan



Gambar 13. Peta perubahan garis pantai NSM tahun 2015 - 2020

4.3.5. Perubahan Garis Pantai Periode 2000 – 2020

Terlihat pada peta yang ditampilkan telah terjadi peristiwa akresi dan abrasi, Pada segmen 248-288 didominasi proses akresi area tersebut hal ini diduga dengan adanya penumpukan sedimen dari muara dan adanya penanaman mangrove. Nilai abrasi tertinggi terjadi di Kelurahan Kepel dengan nilai sebesar -58 meter dan -2.84 meter/tahun. Sedangkan nilai akresi tertinggi terjadi di daerah Jarangan sebesar 709.6 meter dan 34.6 meter/tahun. Hasil nilai End Point Rate (EPR) dan Net Shoreline Movement (NSM) ditampilkan pada Tabel 15. Pada peta yang ditampilkan telah terjadi peristiwa akresi dan abrasi, Pada segmen 248-288 didominasi proses akresi

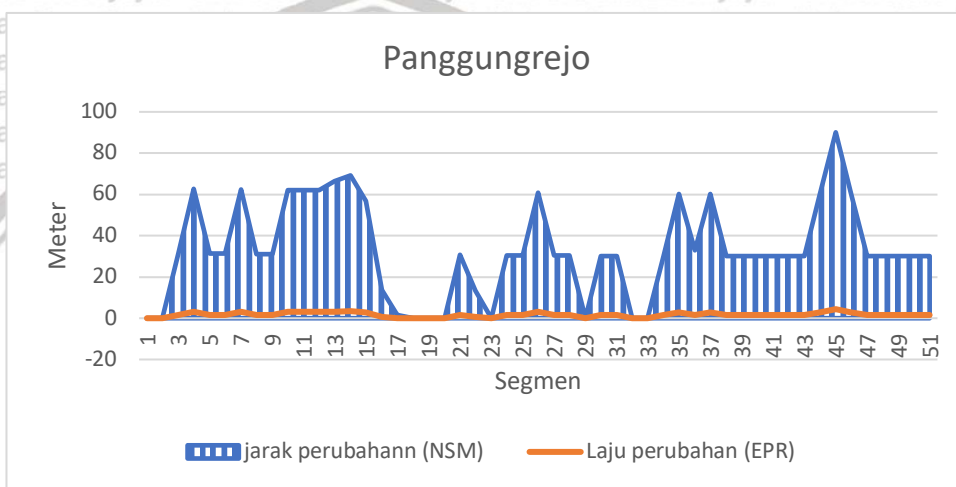
Pada tahun 2000-2020 didominasi oleh proses akresi secara hal itu terjadi karena adanya pengaruh dari 3 muara besar yang berada di daerah penelitian yang mengangkut sedimen sehingga terjadinya akresi dan terjadinya perubahan garis pantai hal ini didukung oleh pernyataan Darlan, *et al.* (2009), yang menyatakan bahwa perubahan garis pantai ini disebabkan karena adanya aktifitas sungai yang bermuara di kawasan pesisir utara Pulau Jawa, sungai- sungai ini mengangkut material sedimen yang berakhir di muara sungai dan akan disebarkan di laut lalu diendapkan kembali di garis pantai oleh aktivitas gelombang laut.

Hasil perhitungan Net Shoreline Movement (NSM) dan End Point Rate (EPR) yang terlihat pada grafik gambar 10 terlihat bahwa telah terjadi peristiwa akresi dan abrasi pada kelurahan kepel pada segmen 85 – 200. untuk wilayah yang didominasi oleh akresi yaitu terjadi pada kelurahan Blandongan pada segmen 201 – 247 dengan nilai tertinggi 210 meter dan 40 meter/tahun.

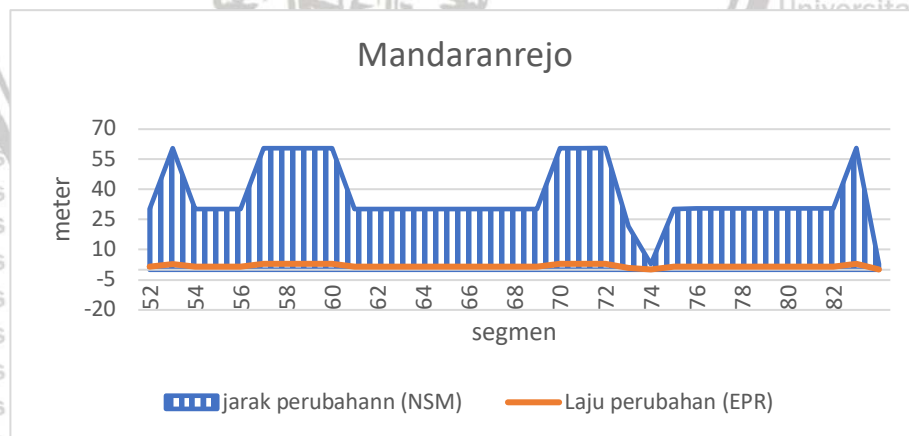
Sedangkan daerah yang didominasi oleh abrasi yaitu pada daerah Jarangan dengan nilai tertinggi -64,5 meter dan -12 meter/tahun. Hal ini di sebabkan karena

hutan mangrove yang banyak di tebang untuk dijadikan pembukaan lahan tambak karena mayoritas warga pasuruan dengan penghasilan tambak.

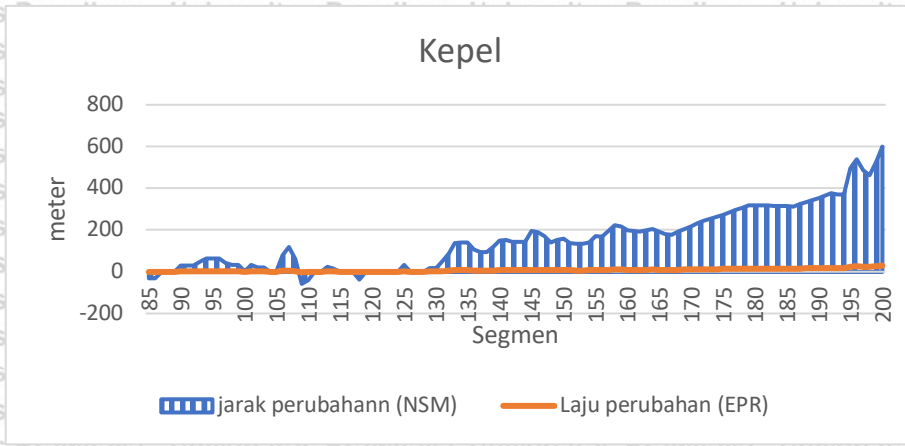
Kelurahan	2000 - 2005		Jumlah Segmen
	NSM	EPR	
Panggungrejo	1.4m - 90m	0.07- 4.39m	50
Mandarejo	2.8 - 60m	0.14 - 2.95m	30
kepel	599 - (-58m)	29,23	120
Blandongan	150 -709.66	7.32- 34.6	55
Rejoso(Jarangan)	329.8 - 648.46	16- 31.61	30



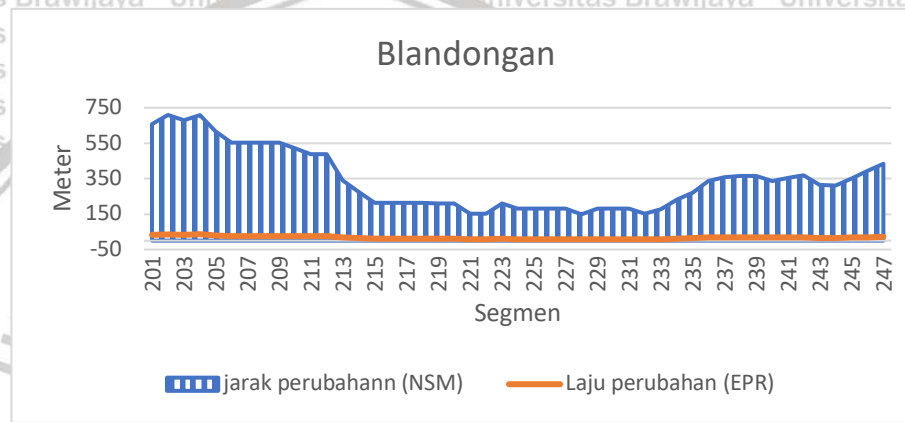
(A)



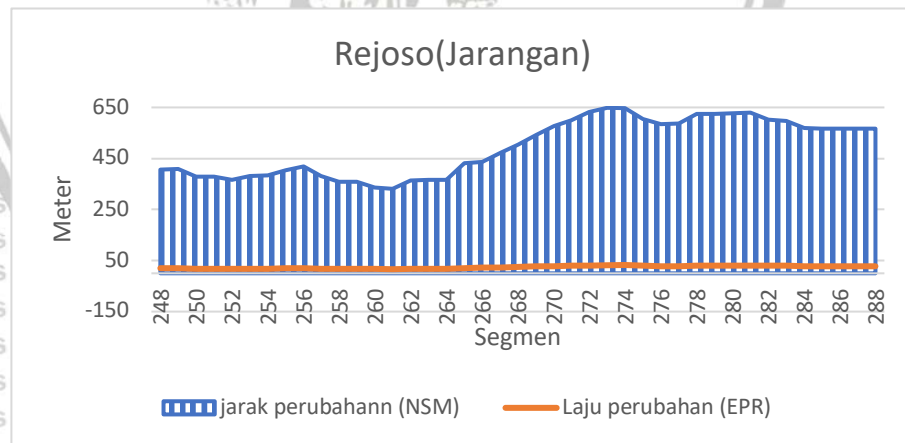
(B)



(C)

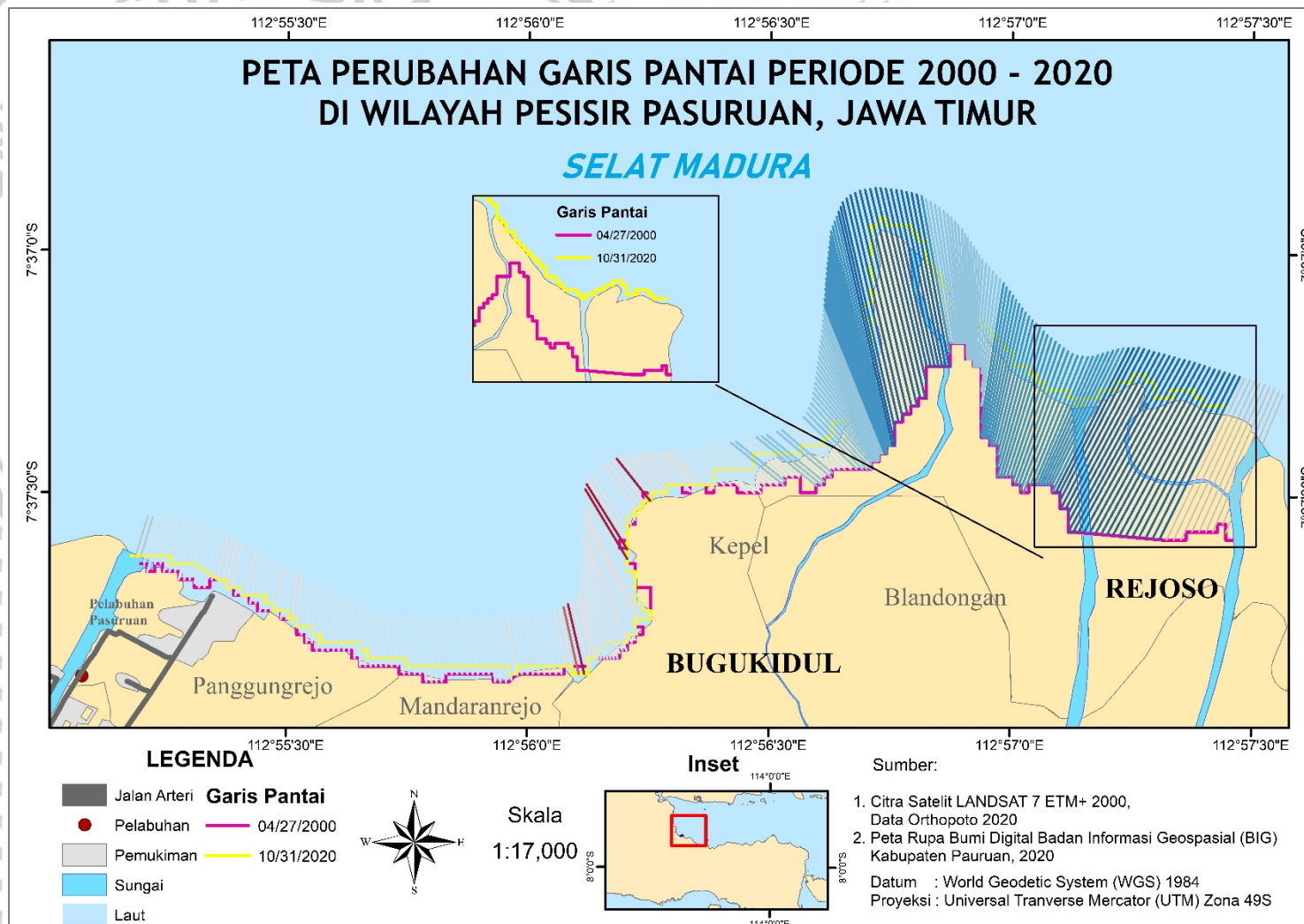


(D)



(E)

Gambar 14. Grafik perubahan garis pantai tahun 2000-2020. (A) Panggungrejo, (B) Mandaranrejo, (C) Kepel, (D) Blandongan, (E) Jarangan



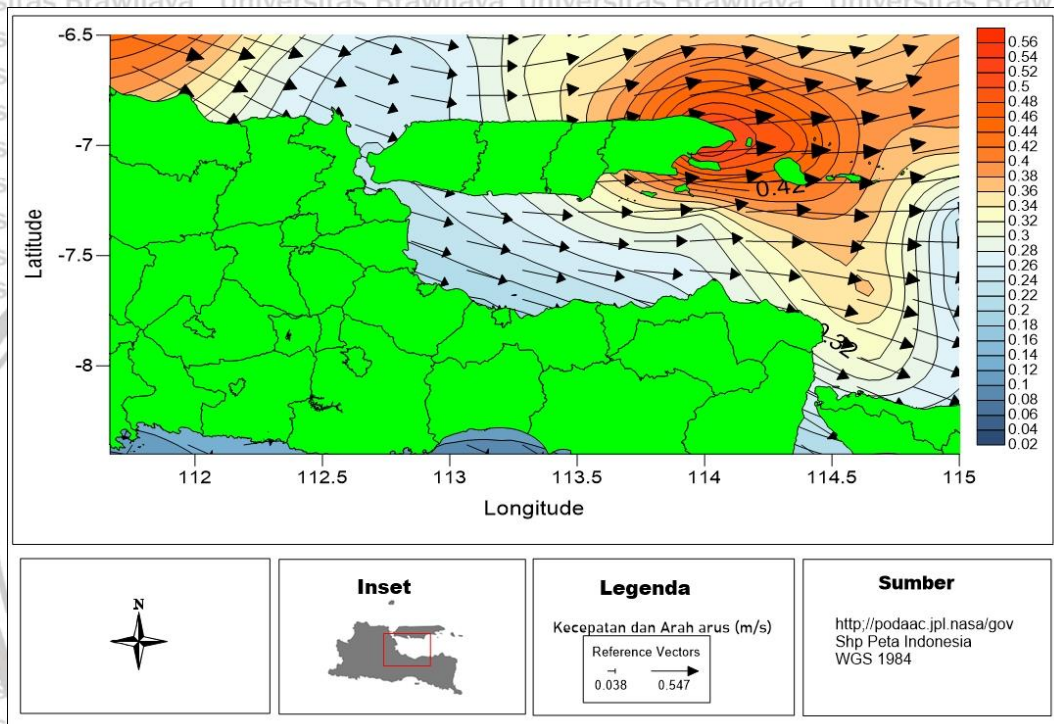
Gambar 15. Peta perubahan garis pantai NSM tahun 2000 - 2020

4.4 Hidro-Oseanografi

Pada penelitian ini data pendukung Hidro-oseanografi sangat dibutuhkan untuk mengetahui pengaruh terhadap perubahan garis pantai. Data oseanografi pada penelitian ini terdiri dari Arus, Gelombang dan pasang surut.

4.4.1 Arus

4.4.1.1 Arus Musim Barat



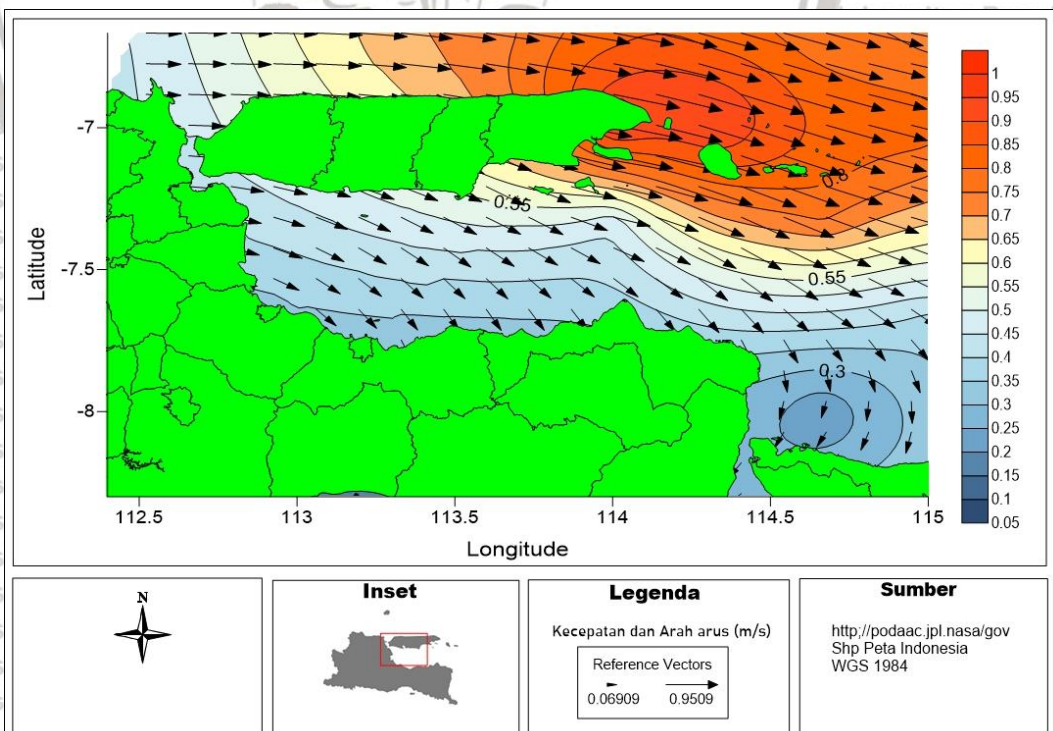
Gambar 16. Peta pola arus musim barat

Berdasarkan data yang di didapatkan dari PODAAC, pola arus yang terjadi pada musim barat yang terjadi pada bulan Desember, Januari, dan Februari. Pada musim barat kecepatan arah arus yang terjadi diperairan dimulai dari 0,03 m/s hingga 0.54 m/s. Perairan Jawa Timur memiliki pola arus yang dominan dari barat laut menuju ke arah timur. Kecepatan arus terendah terjadi pada perairan selatan pulau jawa, sedangkan kecepatan tertinggi terjadi di daerah timur laut pulau madura. Hasil peta ditampilkan pada Gambar 16

Pola angin muson merupakan angin yang berhembus secara periodik (3 bulan). Angin muson terbagi menjadi dua yaitu muson barat dan muson timur. Angin muson barat terjadi pada bulan Desember, Januari, dan Februari, dan terjadi maksimal pada bulan Januari. Angin muson barat mengakibatkan terjadinya angin yang bertiup dari arah barat menuju timur yang mampu menyebabkan terjadinya arus yang bergerak dari arah benua Asia menuju ke Benua Australi (Daruwedho *et al.*, 2016).

Sirkulasi arus laut permukaan di perairan Jawa sangat dipengaruhi oleh tingginya SPL (suhu permukaan laut). Tingginya SPL pada musim barat akan berdampak pada melemahnya kecepatan angin dan perubahan arah angin (timur ke barat menjadi barat ke timur) yang akan sangat berdampak pada arus pantai Jawa (APJ) yang membawa air hangat dari barat Sumatra dan terjadinya *downwelling* (Syafik *et al.*, 2013).

4.3.1.1 Arus Musim Peralihan I



Gambar 17. Peta pola arus muson peralihan 1

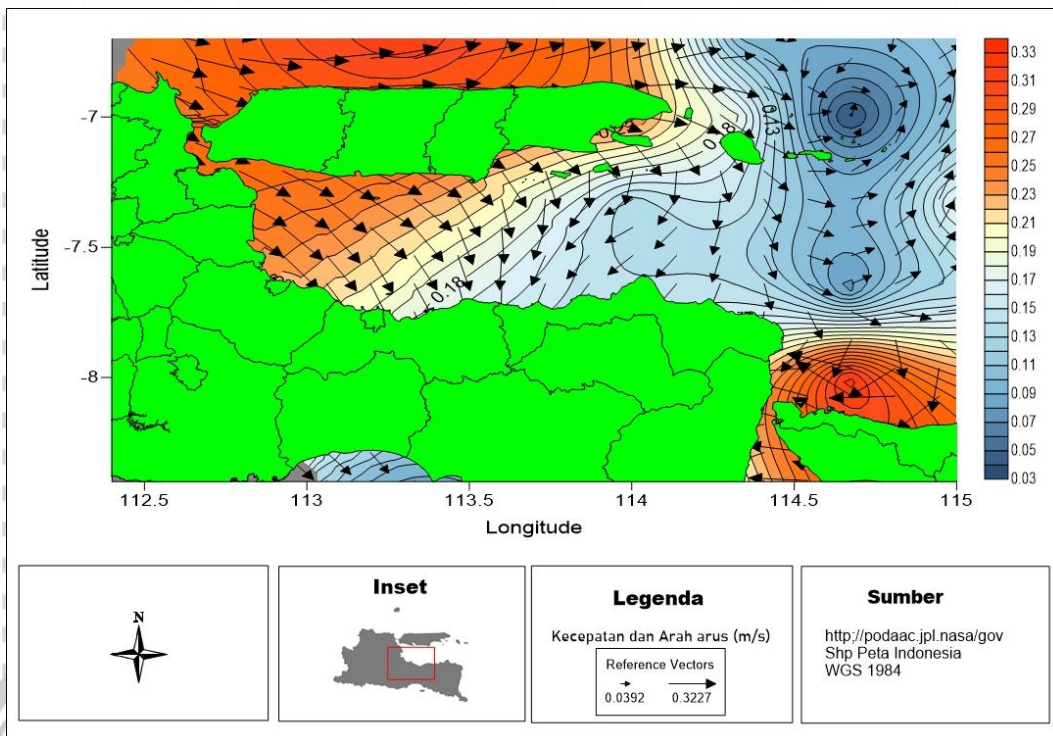
Berdasarkan data yang di didapatkan dari PODAAC, pola arus yang terjadi pada musim peralihan I yang terjadi pada bulan Maret, April, dan Mei. Pada musim peralihan I kecepatan arah arus yang terjadi diperairan dimulai dari 0,06 m/s hingga 0.96 m/s. Perairan Jawa memiliki pola arus yang dominan dari barat menuju ke arah tenggara. Kecepatan arus terendah terjadi pada perairan utara bali , sedangkan kecepatan tertinggi terjai di daerah timur laut pulau madura. Hasil peta ditampilkan pada Gambar 17

Faktor pembangkit utama arus yaitu angin, dan paling bervariasi dalam membangkitkan arus permukaan laut. pola angin yang berperan di Indonesia merupakan angin musim (monsun). Musim peralihan 1 terjadi pada periode maret sampai dengan mei. Pergantian antara angin muson barat ke angin muson timur adalah musim peralihan I (Lestari,2015).

pergerakan arus sangat dipengaruhi oleh sirkulasi angin. Arah arus pada bulan Agustus relatif sama dengan bulan Mei, yaitu cenderung mengarah ke timur, namun dengan kecepatan rata-rata yang lebih tinggi, yakni 0,26 m/s. Sedangkan arus pada bulan Mei angin musim timur sudah mulai berhembus yang berasal dari arah tenggara menuju barat laut (Bayhaqi *et al.*, 2017).

Secara umum pola angin di Laut Jawa mengikuti pola Angin Muson yang berkembang di Indonesia, dimana perairan jawa- madura angin yang bertiup pada saat musim peralihan I (Maret - mei) dan musim peralihan II (September - November) cenderung memiliki kecepatan lebih rendah. Angin yang bertiup berkisar antara 0,38 – 6,16 m/s dan memiliki arah angin yang tidak menentu (Najid *et al.*, 2012).

4.3.1.2 Arus Musim Timur



Gambar 18. Peta pola arus musim timur

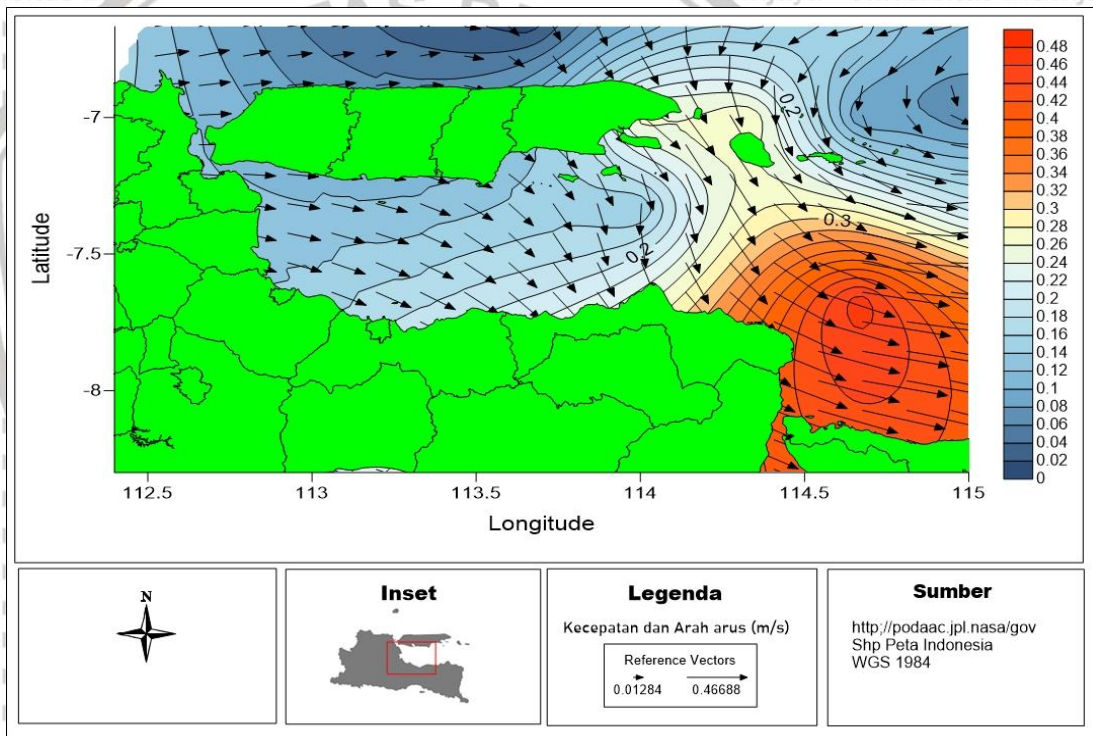
Berdasarkan hasil yang di dapat pada pola arus yang terjadi pada musim timur yang terjadi pada bulan Juni, July, dan Agustus. Pada musim timur perairan jawa timur memiliki pola arus yang dominan dari barat menuju timur kecepatan arah arus yang terjadi diperairan dimulai dari 0,03 m/s hingga 0,32 m/s. Perairan Jawa memiliki pola arus yang dominan dari barat menuju ke arah selatan. Kecepatan arus terendah terjadi pada perairan timur pulau madura , sedangkan kecepatan tertinggi terjai di daerah utara bali. Hasil peta ditampilkan pada Gambar 18.

Musim Timur (Muson Timur) terjadi ketika matahari bergeser ke belahan bumi utara. Maka dari itu benua asia temperaturnya menjadi tinggi dan tekanan udaranya menjadi rendah, dan sebaliknya di Benua Australia yang temperaturnya menjadi rendah dan tekananya tinggi. Maka terjadilah pergerakan angin dari

Benua Australia ke Benua Asia yang akan melalui Indonesia yang tidak membawa banyak uap air (Yananto, 2016).

Angin Musim Timur/Angin Muson Timur adalah angin yang mengalir dari Benua Australia (musim dingin) ke Benua Asia (musim panas) sedikit curah hujan (kemarau) di Indonesia bagian Timur karena angin melewati celah-celah sempit dan berbagai gurun (Gibson, Australia Besar, dan Victoria). Ini yang menyebabkan Indonesia mengalami musim kemarau. Terjadi pada bulan Juni, Juli dan Agustus, dan maksimal pada bulan Juli (Sudarto, 2011).

4.3.1.3 Arus Musim Peralihan II



Gambar 19. Peta pola arus musim peralihan II

Berdasarkan hasil yang di dapat pada pola arus yang terjadi pada musim peralihan II yang terjadi pada bulan September, Oktober, dan November. Pada musim peralihan II memiliki pola arus yang dominan dari barat menuju timur kecepatan arah arus yang terjadi diperairan dimulai dari 0,01 m/s hingga 0,45 m/s.

Kecepatan arus terendah terjadi pada perairan utara pulau makasar, sedangkan

kecepatan tertinggi terjari di daerah utara pulau bali. Hasil peta ditampilkan pada Gambar 19.

Musim peralihan II yang terjadi pada bulan Oktober hingga November berhembus angin baratan yang cukup kuat (westerly wind burts). Angin ini mampu membangkitkan arus ekuator yang bergerak sepanjang ekuator dari barat ke timur.

Hasil analisis klimatologi dengan menggunakan data OSCAR mengidentifikasi adanya arus Wyrтки selama musim peralihan tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arus Wyrтки musim peralihan II (Oktober – November) lebih kuat dan berlangsung lebih lama jika dibandingkan dengan arus Wyrтки musim peralihan I. Arus Wyrтки musim peralihan II membentang di sepanjang ekuator dari bujur 50°BT hingga sisi timur Samudera Hindia (Mardiansyah dan Iskandar, 2015)

pada musim Peralihan II yang ditunjukkan oleh angin dominan berhembus dari arah Tenggara dengan kecepatan 2,6 – 11,1 knot. Pada musim Peralihan II yang diwakili oleh bulan Oktober, angin yang bertiup menuju arah Barat Laut memiliki kecepatan rata – rata 7 knot. Musim Peralihan II memiliki angin dominan yang bertiup dari arah Tenggara. Hal ini berarti bertanda bahwa berakhirnya musim Timur. Pada musim ini terdapat sisa dari musim Timur yaitu terdapat angin yang bergerak dari arah Timur. Hal tersebut menyebabkan angin bergerak menuju arah Barat Laut (Fadika *et al.*, 2014)

Kecepatan arus selama kurun waktu 2013-2019 berkisar antara 0.023 – 0.079 m/s dengan arah arus dominan yaitu dari arah Barat Daya menuju Selatan, menunjukkan bahwa kategori kecepatan arus di Pulau Gili Ketapang termasuk lemah. Arus Khatulistiwa Selatan (AKS) disuplai oleh aliran dari kepulauan Indonesia dengan kecepatan arus sebesar 1.5 m/s (Setiawan dan Achmad, 2020).

4.4.2 Pasang Surut

Table 10. Kondisi pasang surut saat akuisi Citra Satelit Landsat

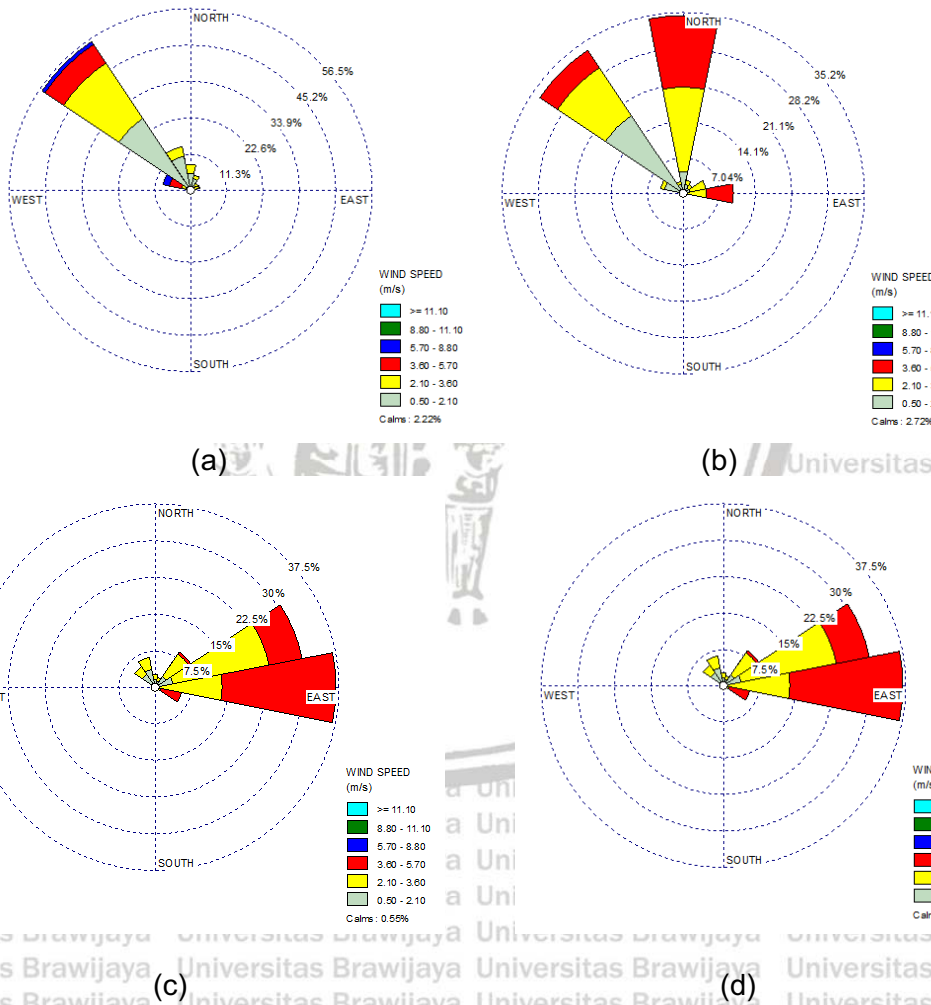
Citra Satelit Landsat	Tanggal (MM/DD/YYYY)	Waktu Akuisi (UTC)	Waktu Akuisi (WIB)	Kondisi Pasang Surut	Kedalaman (m)	Tipe Pasut
Landsat 7 ETM+	27/04/2000	02:28:04	09:28:04	Pasang	0.98	Campuran Condong Ganda
Landsat 7 ETM+	12/06/2005	02:25:14	09:25:14	Pasang	12	Campuran Condong Ganda
Landsat 7 ETM+	22/03/2010	02:27:55	09:27:55	Pasang	1.29	Campuran Condong Ganda
Landsat 8 OLI/TIRS	16/06/2015	02:35:03	09:35:03	Pasang	0.77	Campuran Condong Ganda

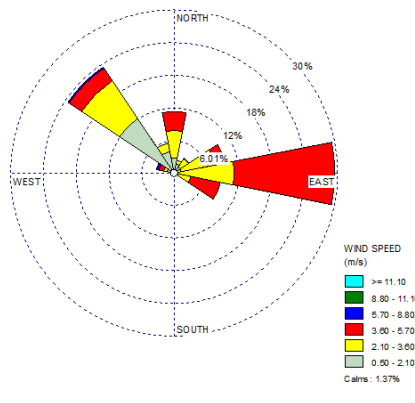
Hasil kondisi pasang surut pada saat perekaman citra satelit ditampilkan pada Tabel . Kondisi surut didapatkan pada citra satelit Landsat tahun 2000, 2005, 2010 dan 2015, kondisi pasang didapatkan pada citra satelit Landsat tahun 2019. Adapun pada saat melakukan perekaman drone untuk garis pantai di Wilayah Pesisir Barat pasuruan dilakukan pada saat kondisi pasang. Data pasang surut didapatkan dari prediksi pasang surut Badan Informasi Geospasial (BIG). Tabel kondisi pasang surut sebagaimana ditampilkan pada Tabel 9.

Proses naik turunnya air laut secara berkala dikarenakan adanya gaya tarik dari benda- benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap masa air di bumi (Hidayati, 2017). Garis pantai memiliki sifat yang berubah-ubah dari waktu ke waktu sesuai dengan kondisi pasang surut air laut. Maka diperlukannya data pasang surut saat akuisisi citra satelite (Fuad *et al.*, 2019).

4.4.3 Angin

Di lautan terdapat gelombang dengan berbagai jenis faktor penyebabnya maupun gaya pembangkitnya. Gelombang dengan pembangkit angin merupakan gelombang yang paling dominan terjadi di permukaan laut. Dalam penelitian ini menggunakan data angin dalam 1 tahun terakhir (September 2018 – Agustus 2019) hal ini bertujuan untuk mengetahui pola arah gelombang berdasarkan musim dan rata – rata satu tahun. Pengolahan data angin dalam penelitian ini menggunakan WRPLOT dapat dilihat sebagai berikut:



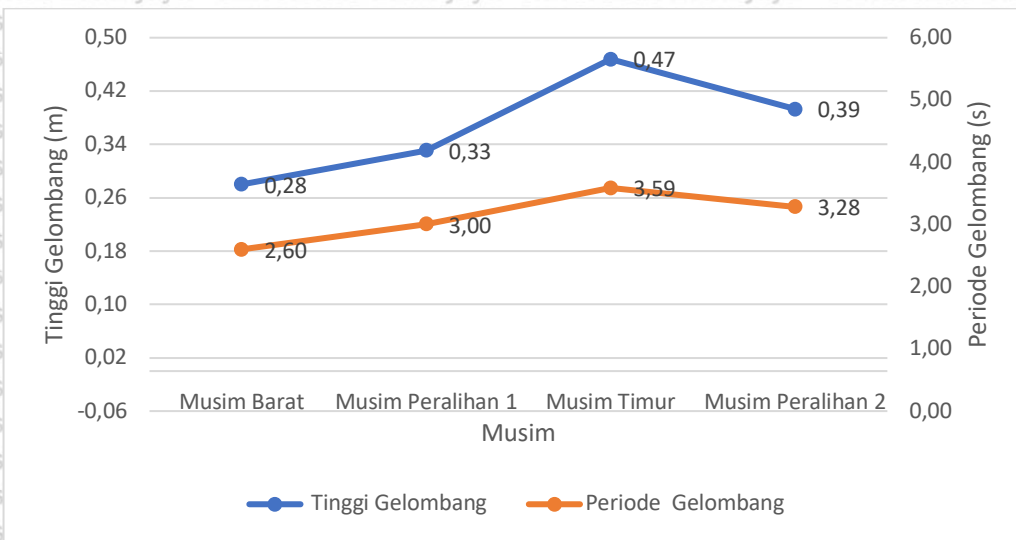


Gambar 20. Arah angin Kota Pasuruan (a) musim barat, (b) peralihan 1, (c) musim timur, (d) peralihan 2

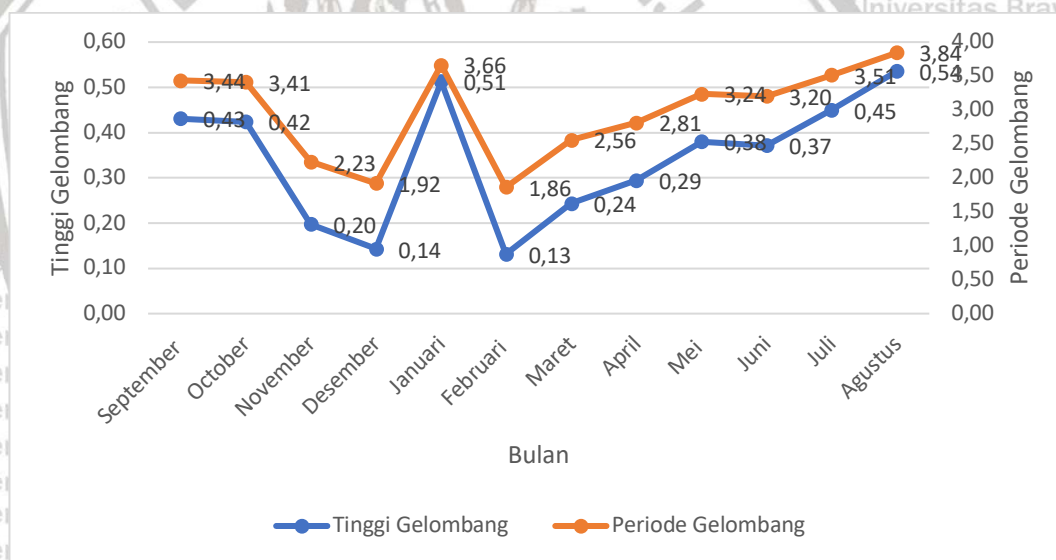
Berdasarkan hasil yang didapat pada gambar 23 dapat disimpulkan bahwa pada musim barat angin bergerak didominasi dari tenggara menuju barat laut dengan rata – rata kecepatan angin sebesar 0,5 m/s – 2,1 m/s. Pada musim peralihan 1 angin bergerak didominasi dari selatan menuju ke arah utara dengan nilai rata – rata kecepatan angin sebesar 2,1 m/s – 3,6 m/s. Pada musim timur angin bergerak didominasi dari barat menuju timur dengan nilai rata – rata kecepatan angin sebesar 3,6 m/s – 5,7 m/s. Pada musim peralihan 2 angin bergerak didominasi dari barat menuju timur dengan nilai rata – rata kecepatan angin sebesar 2,1 m/s – 3,6 m/s. Berdasarkan Gambar 24 dapat disimpulkan bahwa dalam 1 tahun terakhir (Desember 2018 – November 2019) angin bergerak didominasi dari barat menuju timur dengan nilai rata – rata kecepatan angin sebesar 2,1 m/s – 3,6 m/s.

Angin yang berhembus diatas permukaan laut akan menimbulkan tegangan pada permukaan laut, sehingga akan menimbulkan riak – riak kecil diatas permukaan air laut. Se makin lama angin bertiup, maka akan semakin besar energi yang dapat membangkitkan gelombang. Energi yang diperoleh bergantung pada durasi angin bertiup, kecepatan angin, dan jarak yang ditempuh oleh angin diatas permukaan laut yang dilintasi (Fetch). Data angin diatas laut menjadi faktor tegangan angin yang dapat membangkitkan gelombang (Setiawan *et al.* 2016)

4.4.4 Gelombang



Gambar 21. Grafik Tinggi dan Periode gelombang



Gambar 22. Grafik tinggi dan periode gelombang September 2018 - Agustus 2019

Berdasarkan Gambar 15 dan 16 dapat disimpulkan jika gelombang di pesisir Pasuruan memiliki tinggi dan periode yang bervariasi. Pada musim timur memiliki kondisi gelombang yang paling tinggi sedangkan musim barat memiliki kondisi gelombang yang paling rendah. Gelombang pada musim timur bergerak dari barat menuju timur dengan tinggi dan periode gelombang sebesar 0,47 m dan 3,59 s. Pada musim barat gelombang bergerak dari tenggara menuju barat laut

dengan tinggi dan periode gelombang sebesar 0,28 m dan 2,60 s. Gelombang pada musim peralihan 1 memiliki tinggi dan periode sebesar 0,33 m dan 3,00 s.

Pada musim peralihan 2 gelombang bergerak dari barat menuju timur dengan tinggi dan periode gelombang sebesar 0,39 m dan 3,28 s.

Menurut Triadmodjo (1999), arah dan besar kecepatan angin tergantung pada musim. Indonesia memiliki 2 musim yaitu musim kemarau dan hujan, pada musim kemarau angin dominan kuat dan konstan bertiup dari selatan menuju tenggara, sedangkan pada musim hujan angin jauh lebih lemah dan bervariasi dengan angin yang bergerak dari barat daya sampai barat laut.



v KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengamatan perubahan garis pantai tahun 2000-2020 dengan menggunakan analisis *Digital Analysis System* (DSAS) di Wilayah Pesisir pasuruan, Jawa Timur, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Perubahan garis pantai pada tahun 2000 – 2020 menggunakan analisis *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) dengan data dari citra satelit Landsat dan Orthophoto hasil drone survei lapang menggunakan Dji Phantom 3 dengan ketinggian 75m. Berdasarkan analisis pada tahun 2000 – 2020 Pesisir Pantai Pasuruan, Jawa Timur didominasi oleh kondisi Akresi, adapun di beberapa bagian mengalami abrasi. Nilai akresi tertinggi dengan nilai sebesar 391,1 meter dan 76,34 meter/tahun pada tahun 2000-2005, sedangkan nilai akresi terendah terjadi dengan nilai sebesar 0,87 meter dan 0,17 meter/tahun pada tahun 2015 - 2020.
2. Faktor-faktor penyebab berubahnya garis pantai dapat diakibatkan oleh dua faktor, faktor tersebut yaitu faktor alami dan faktor antropogenik. Faktor alam antara lain seperti pasang surut dan arus dan gelombang sedangkan faktor antropogenik antara lain seperti penambangan, pembukaan lahan, tambak dan penebangan hutan. Saat dilakukan survei lapang terlihat bibir pantai yang penuh akan hutan mangrove yang baru ditanam sehingga berdampak pada perubahan garis pantai, adapun banyaknya muara di Wilayah pesisir timur, Kabupaten Pasuruan menyebabkan sedimen yang mengendap di area pesisir pantai sehingga terjadi perubahan garis pantai sangat signifikan.

5.2. Saran

Hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dijadikan satu informasi dasar dalam pengembangan daerah pesisir. Penambahan data berupa data primer gelombang, arus, pasang surut sedimen dan citra satelit resolusi sangat tinggi sangat diperlukan untuk menambah validasi dan keakuratan penelitian. Dengan adanya pengamatan ini diharapkan penelitian selanjutnya mampu mengembangkan data yang sudah dibuat sehingga data yang ada dapat lebih bervariasi dan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat, akademisi dan pemerintah.



DAFTAR PUSTAKA

- Alfiani, Verinda., 2019. Analisis Tingkat Kerentanan Wilayah Pesisir Terhadap Bencana Banjir Di Kota Pasuruan, Jawa Timur
- Arief, M., Winarso, G., Prayogo, T., 2011. Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit Landsat Di Kabupaten Kendal. *Penginderaan Jauh* 8, 71–80.
- Aryastana, P., 2016. PERUBAHAN GARIS PANTAI DENGAN CITRA SATELIT DI KABUPATEN GIANJAR 5, 12.
- Cahyono, H., Wulan, T.R., Musrifah, Maulana, E., 2017. Analisis Perubahan Garis Pantai dengan Menggunakan Data Citra Landsat di Pesisir Kabupaten Kulonprogo.
- Dewi, D.K., Sutikno, S., Rinaldi, 2017. Analisis Laju Perubahan Garis Pantai Pulau Karimun Besar Menggunakan DSAS (Digital Shoreline Analysis System). *Jom FTEKNIK* 4, 1–14.
- Du, y, z, feng l, Qunming, w, wenbo, L., xiaodong, l, 2016. Water Bodies' Mapping from Sentinel-2 Imagery with Modified Normalized Difference Water Index at 10-m Spatial Resolution Produced by Sharpening the SWIR Band.
- Faradila, C., Setiawan, I., Miswar, E., 2017. Analisis Garis Pantai Ladang Aceh Besar Tahun 2011-2015 dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *J. Mar. Aquat. Sci.* 3, 84. <https://doi.org/10.24843/jmas.2017.v3.i01.84-90>
- Halim, Halili, Afu, L.O.A., 2016. Studi Perubahan Garis Pantai Dengan Pendekatan Penginderaan Jauh Di Wilayah Pesisir Kecamatan Soropia.
- Hazazi, G., Sasmito, B., Firdaus, H.S., 2019. *Jurnal Geodesi Undip* 8, 9.
- Hidayah, Z., Suharyo, O.S., 2018. ANALISA PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN WILAYAH PESISIR SELAT MADURA. *Rekayasa* 11, 19. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v11i1.4120>
- Hidayati, N., 2018. *Dinamika Pantai*. UB Press, Malang.
- LANDSAT 5(L5), 2020. LAPAN [WWW Document]. URL https://inderaja.catalog.lapan.go.id/application_data/default/pages/about_Landsat_5.html/
-)
- Loupatty, G., 2013. Karakteristik Energi Gelombang Dan Arus Perairan Di Provinsi Maluku. *BAREKENG J. Ilmu Mat. Dan Terap.* 7, 19–22. <https://doi.org/10.30598/barekengvol7iss1pp19-22>
- Muryani, C., 2010. Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan SIG serta Dampaknya terhadap Kehidupan Masyarakat di Sekitar Muara Sungai Rejoso Kabupaten Pasuruan. *Forum Geogr.* 24, 173. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v24i2.5024>
- Nugraha, I.N.J., Karang, I.W.G.A., Dharma, I.G.B.S., 2017. Studi Laju Perubahan Garis Pantai di Pesisir Tenggara Bali Menggunakan Citra Satelit Landsat (Studi Kasus Kabupaten Gianyar dan Klungkung). *J. Mar. Aquat. Sci.* 3, 204. <https://doi.org/10.24843/jmas.2017.v3.i02.204-214>
- Haryanto, A., 2015. Faktor Geografis dan Konsepsi Peran Nasional sebagai Sumber Politik Luar Negeri Indonesia. *J. Hub. Int.* 4, 136–147. <https://doi.org/10.18196/hi.2015.0074.136-147>
- Kulsum, Inna Iffah, Nurul Khakhim, 2018. Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Untuk Monitoring Perubahan Garis Pantai di Pesisir Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Sidoarjo dan Kota Surabaya.



Permadi, L.C., Indrayanti, E., 2015. STUDI ARUS PADA PERAIRAN LAUT DI SEKITAR PLTU SUMURADEM KABUPATEN INDRAMAYU, PROVINSI JAWA BARAT 8.

PGSP, 2020. Landsat8(8) [WWW Document]. URL <https://pgsp.big.go.id/>

Putra, H., Prasetyo, L.B., Santoso, N., 2016. Monitoring of Coastline Changes Using Satellite Imagery in Muara Gembong, Bekasi. *J. Nat. Resour. Environ. Manag.* 6, 178–186. <https://doi.org/10.19081/jpsl.2016.6.2.178>

Rafsenja, U., Jaya, L.M.G., Rahim, S., 2020. Analisis Perbandingan Citra Landsat 8 dan Citra Sentinel 2-A untuk Mengidentifikasi Sebaran Mangrove 8.

Rosdiana, Agus, F., Kridalaksana, A.H., 2015. Menggunakan Google Maps Api. *J. Inform. Mulawarman* 10, 38–46.

Sardiyatmo, Supriharyono, Hartoko, A., 2013. DAMPAK DINAMIKA GARIS PANTAI MENGGUNAKAN CITRA SATELITMULTI TEMPORAL PANTAI SEMARANG PROVINSI JAWA TENGAH.

Sari, V.D., Taufik, M., Lalu Muhamad Jaelani, 2015. Perbandingan Pengaruh Koreksi Radiometrik Citra Landsat 8 Terhadap Indeks Vegetasi Pada Tanaman Padi. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2774.7280>

Sasmito, G.W., 2017. Penerapan Metode Waterfall Pada Desain Sistem Informasi Geografis Industri Kabupaten Tegal. *J. Inform. Pengemb. IT JPIT* 2, 6–12.

Sudarsono, B., 2011. INVENTARISASI PERUBAHAN WILAYAH PANTAI DENGAN METODE PENGINDERAAN JAUH (STUDI KASUS KOTA SEMARANG) 32, 8.

Triadmojo, Bambang. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.

Utomo, B., 2018. DRONE UNTUK PERCEPATAN PEMETAAN BIDANG TANAH. *Media Komun. Geogr.* 18, 146. <https://doi.org/10.23887/mkg.v18i2.12798>

Winarso, G., Joko, H., Arifin, S., 2009. Kajian Penggunaan Data Inderaja Untuk Pemetaan Garis Pantai (Studi Kasus Pantai Utara Jakarta). *J. Penginderaan Jauh* 6, 65–77.

wiweka, suwarsono, Nugroho, J.T., 2014. PENGEMBANGAN MODEL IDENTIFIKASI DAERAH TERGENANG (INUNDATED AREA) MENGGUNAKAN DATA LANDSAT-8 11.

Xu, H., 2006. Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *Int. J. Remote Sens.* 27, 3025–3033. <https://doi.org/10.1080/01431160600589179>

Yuwono, L.Q. dan, 2016. Analisa Hubungan antara Pasang Surut Air Laut dengan Sedimentasi yang Terbentuk (Studi Kasus : Dermaga Pelabuhan Petikemas Surabaya) 1) 5, 3–5.

USGS. 2020. *LANDSAT 8 (L8) Data Users Handbook: Version 2.0. Cited in* <https://LANDSAT.usgs.gov/documents/LANDSAT8DataUsersHandbook.pdf>.

V. Lampiran

Lampiran 1. Dokumentasi Lapang



Pantai di pesisir Kelurahan Panggungrehi, terlihat adanya bangunan berupa jetty di sisi sungai

Pada daerah penelitian di 5 kecamatan yaitu Panggungrejo, Mandarejo, Kepel, Blandongan, dan Jarangan yaitu memiliki pantai dengan tipe sedimen lumpur



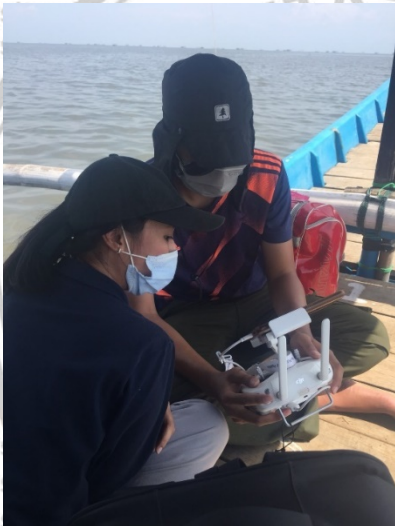
Lampiran 2. pengambilan data Orthophoto



Persiapan Drone untuk pengambi data Orthophoto



Mengecek titik lokasi dengan menggunakan gps



Pengambilan data Oerthopoto, drone sedang di terbangkan.



Sedang memantau drone yang di terbangkan

Lampiran 3. Goggle Eart masing-masing kecamatan 2000 dan 2020



Kecamatan Rejoso (desa jarangan) 2000

Kecamatan Rejoso (desa jarangan) 2020

