

**ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DENGAN METODE *DIGITAL*
SHORELINE ANALYSIS SYSTEM (DSAS) DI PESISIR UTARA KABUPATEN
BANGKALAN, MADURA**

SKRIPSI

Oleh :

SILVIANA DYAH AYU WINDARI

NIM. 135080601111019



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

MALANG

2019

ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DENGAN METODE *DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM* (DSAS) DI PESISIR UTARA KABUPATEN BANGKALAN, MADURA

SKRIPSI

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

Oleh :

SILVIANA DYAH AYU WINDARI

NIM. 135080601111019



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

SKRIPSI

ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DENGAN METODE *DIGITAL*
SHORELINE ANALYSIS SYSTEM (DSAS) DI PESISIR UTARA KABUPATEN
BANGKALAN, MADURA

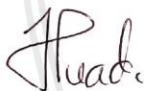
Oleh:

SILVIANA DYAH AYU W.

NIM. 135080601111019

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 01 Juli 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Pembimbing I

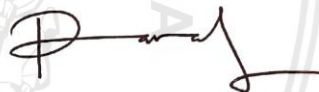
M. Arif Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc

NIP. 19801005 200501 1 002

Tanggal: 18 JUL 2019

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II

Rarasrum Dyah K, S.Kel, M.Si, M.Sc

NIP. 20130486 0915 2 001

Tanggal: 18 JUL 2019

Mengetahui

Ketua Jurusan PSPK

Dr. Eng. Abd. Bakar Sambah, S.Pi., MT

NIP. 19780717 200502 1 004

Tanggal: 18 JUL 2019

Judul : **ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DENGAN
METODE *DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM*
(DSAS) DI PESISIR UTARA KABUPATEN BANGKALAN,
MADURA.**

Nama Mahasiswa : SILVIANA DYAH AYU WINDARI

NIM : 135080601111019

Program Studi : Ilmu Kelautan

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : M. Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc

Pembimbing 2 : Rarasrum Dyah K,S.Kel., M.Sc., M.Si

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:

Dosen Penguji 1 : Nurin Hidayati, ST., M.Sc

Dosen Penguji 2 : Dwi Candra Pratiwi, S.Pi., M.Sc., M.P

Tanggal Ujian : 1 Juli 2019



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Silviana Dyah Ayu Windari

NIM : 135080601111019

Prodi : Ilmu Kelautan

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

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

Malang, Juli 2019

Penulis

Silviana Dyah Ayu Windari

NIM. 135080601111019

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis banyak mengucapkan terimakasih kepada banyak pihak yang sudah membantu kelancaran dari penyusunan laporan atas doa serta dukungan yang telah diberikan. penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang memberikan kelancaran dan hidayahnya dalam penelitian serta pengerjaan laporan skripsi.
2. Orang tua Sriana (ibu), M.Faliyanto I (ayah), Moeljono (bapak angkat), Kaifia Annasya Saila (putri kandung saya) yang menjadi semangat untuk saya, serta keluarga lainnya yang telah memberi dukungan moril dan materi.
3. Dosen pembimbing skripsi M.Arif Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc dan Rarasrum Dyah K, S.Kel, M.Si, M.Sc yang telah banyak memberi arahan dalam proses penelitian serta penyusunan laporan skripsi.
4. Yosi, Nadia, Hendry, Lita, Fita, Miati, Ninik, Ajeng, Masaji, Diki, Hana, Yudha, Rangga, Guntaro, Siska, Leni yang telah banyak membantu saat penelitian dan selalu memberikan semangat serta dukungan untuk menyelesaikan penelitian hingga ujian skripsi.
5. Keluarga ATLANTIK yang menjadi pendukung dan memberikan pengalaman dan saling berbagi pendapat hingga ujian skripsi.

RINGKASAN

Silviana Dyah Ayu Windari. Analisis Perubahan Garis Pantai Dengan Metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) Di Pesisir Utara Kabupaten Bangkalan, Madura. (dibawah bimbingan M.Arif Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc dan Rarasrum Dyah K, S.Kel, M.Si, M.Sc.

Pesisir utara Kabupaten Bangkalan memiliki tingkat pengaruh dari alam dan manusia yang dapat menjadi pengaruh terhadap keseimbangan garis pantai. Pesisir utara Kabupaten Bangkalan terdapat banyak muara sungai, serta ahli fungsi pantai menjadi tambak, lokasi lahan mangrove yang kurang di lestarikan banyak mempengaruhi dalam terjadinya perubahan garis pantai dari tahun ke tahun. Pemantauan garis pantai sangatlah penting terhadap perubahan garis pantai sebagai kajian pengelolaan wilayah pesisir, kajian dinamika pesisir, perlindungan kawasan pantai dan, pembangunan dekat pantai. Pemantauan garis pantai dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS).

Metode Penelitian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan Data sekunder dan primer. Data sekunder dilakukan melalui pengumpulan data dari citra kemudian di analisis menggunakan metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). DSAS yaitu metode yang dapat digunakan menghitung *Net Shoreline Movement* (NSM) dan *End Point Rate* (EPR). Data Primer yang didapat yaitu dari pengamatan *ground check* pada saat di lapang memvalidasi track hasil pengolahan DSAS dengan kesesuaian di lapang. Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan pada tanggal 13-14 okrober 2019.

Hasil Perhitungan DSAS yang telah dianalisis berdasarkan terjadinya perubahan akresi dan abrasi diambil berdasarkan nilai DSAS yang dianggap sudah mewakili satu desa dalam satu kecamatan. Lokasi yang terpilih yaitu Desa Ujung Piring, Pandan Lanjang, Moarah, Labuhan, Tlaga Biru selama ± 50 tahun telah mengalami dinamika perubahan garis pantai baik akresi maupun abrasi. Desa dengan tingkat akresi tertinggi yaitu desa Ujung Piring dan desa dengan tingkat abrasi tertinggi yaitu desa Tlaga Biru. Hasil prediksi garis pantai dimasa mendatang pada wilayah yang mengalami akresi garis pantainya akan mengalami penambahan daratan dan wilayah yang mengalami abrasi akan terjadi pengikisan. Nilai akresi tinggi terdapat pada Desa Ujung Piring sebesar 28.77 m dan nilai abrasi tertinggi terdapat pada desa Tlaga Biru sebesar -3.30 m. Perhitungan prediksi garis pantai akan terus berlangsung dan dapat sewaktu-waktu berubah ataupun berhenti jika terdapat campur tangan manusia di kemudian hari.

KATA PENGANTAR

Penulis menyajikan laporan skripsi yang berjudul “Analisis Perubahan Garis Pantai Dengan Metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) Di Pesisir Utara Kabupaten Bangkalan, Madura” sebagai salah satu syarat meraih gelar sarjana kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya. Dibawah bimbingan:

1. M. Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc
2. Rarasrum Dyah K, S.Kel., M.Sc., M.Si

Pemetaan perubahan garis pantai menggunakan metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) dapat dijadikan informasi bagi umum serta mahasiswa yang akan melakukan penelitian perubahan garis pantai, dan pengelolaan wilayah pantai agar meminimalisir terjadinya abrasi dan akresi.

Malang, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
UCAPAN TERIMAKASIH.....	ii
RINGKASAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
1. PENDAHULUAN.....	ix
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Deskripsi Kabupaten Bangkalan bagian utara	5
2.2 Definisi Garis Pantai.....	6
2.3 Jenis Garis Pantai dan Klasifikasi pantai	8
2.4 Faktor Penyebab Terjadinya Perubahan Garis Pantai	8
2.5 <i>Remote Sensing</i> (Penginderaan Jauh).....	10
2.6 Citra Satelit Landsat	11
2.7 Sistem Informasi Geografis	12
2.8 Prosedur Pengolahan Data Citra Satelit	13
2.8.1 Citra untuk Garis Pantai	13
2.8.2 Analisis Garis Pantai	15
2.9 Dampak Perubahan Garis Pantai	17
3. METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	18

3.2 Alat dan bahan penelitian	20
3.3 Prosedur Penelitian	22
3.4 Metode Penelitian.....	23
3.4.1 Data Sekunder.....	23
3.4.2 Data Primer.....	24
3.5 Pengolahan Data.....	26
3.5.1 Koreksi <i>Radiometric</i>	26
3.5.2 Koreksi <i>Geometric</i>	26
3.5.3 <i>Cropping</i>	27
3.5.4 Delinasi Batas Darat dan Laut	28
3.5.5 <i>Digital Shoreline Analysis System (DSAS)</i>	28
3.5.5.1 Pendekatan <i>Threshold</i>	28
3.5.5.2 Pendekatan <i>Band Ratio</i>	29
3.5.6 Validasi Garis Pantai.....	29
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Hasil dan Pembahasan	30
4.1.1 Perubahan Garis Pantai.....	30
4.1.1.1 Tahun 1973 dan 1989	35
4.1.1.2 Tahun 1979 dan 1995	39
4.1.1.3 Tahun 1989 dan 2001	42
4.1.1.4 Tahun 1995 dan 2003	45
4.1.1.5 Tahun 2001 dan 2013	48
4.1.1.6 Tahun 2003 dan 2016	51
4.1.2 Prediksi Perubahan Garis Pantai	54
5. PENUTUP	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Spesifikasi <i>Band</i> MMS, TM dan ETM+	14
Gambar 2. Spesifikasi <i>Band</i> Sensor OLI dan TIRs	14
Gambar 3. Parameter yang dibutuhkan dalam DSAS	16
Gambar 4. Lokasi Penelitian.....	19
Gambar 5. Diagram Pengolahan Data	25
Gambar 6. Perubahan Garis Pantai tahun 1973-2016 dan Track Lapang	30
Gambar 7. Track Pengamatan dan transek DSAS tiap Desa.....	31
Gambar 8. Perubahan garis pantai tahun 1973 dan 1989.....	35
Gambar 9. Wilayah akresi dan abrasi tahun 1973 dan 1989.....	38
Gambar 10. Perubahan garis pantai tahun 1979 dan 1995.....	39
Gambar 11. Wilayah akresi dan abrasi tahun 1979 dan 1995.....	41
Gambar 12. Perubahan garis pantai tahun 1989 dan 2001.....	42
Gambar 13. Wilayah akresi dan abrasi tahun 1989 dan 2001.....	44
Gambar 14. Perubahan garis pantai tahun 1995 dan 2003.....	45
Gambar 15. Wilayah akresi dan abrasi tahun 1995 dan 2003.....	47
Gambar 16. Perubahan garis pantai tahun 2001 dan 2013.....	48
Gambar 17. Wilayah akresi dan abrasi tahun 2001 dan 2013.....	50
Gambar 18. Perubahan garis pantai tahun 2003 dan 2016.....	51
Gambar 19. Wilayah akresi abrasi tahun 2003 dan 2016.....	53
Gambar 20. Laju perubahan garis pantai tahun 1973-2016	54
Gambar 21. Prediksi laju perubahan garis pantai 5 tahun mendatang	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Alat dan bahan Fungsinya	20
Tabel 2. Data-data Citra Satelit.....	21
Tabel 3. Wilayah Studi Kasus	31
Tabel 4. Nilai perubahan garis pantai tahun 1973-2016.....	34
Tabel 5. Nilai perubahan garis pantai tahun 1973-1989.....	37
Tabel 6. Nilai perubahan garis pantai tahun 1979-1995.....	40
Tabel 7. Nilai perubahan garis pantai tahun 1989-2001.....	43
Tabel 8. Nilai perubahan garis pantai tahun 1995-2003.....	46
Tabel 9. Nilai perubahan garis pantai tahun 2001-2013.....	49
Tabel 10. Nilai perubahan garis pantai tahun 2003-2016.....	52
Tabel 11. Rata-rata hasil perhitungan prediksi laju perubahan garis pantai 5 tahun mendatang.....	56



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Lapangan	62
Lampiran 2. Hasil Survei Lapangan Tracking Garis Pantai	64
Lampiran 3. <i>Transect Intersect</i> Tahun 1973-2016.....	66
Lampiran 4. <i>Transect Rates</i> Tahun 1973-2016.....	70
Lampiran 5. Prediksi Perubahan Garis Pantai	73



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Garis pantai diukur mengelilingi tepian pantai yang mudah terpengaruh berbagai aktivitas yang terjadi didarat maupun aktivitas yang berada dilaut. Berbagai aktivitas yang berlangsung terus menerus dapat mempengaruhi tingkat perubahan garis pantai yang menyebabkan berbagai akibat buruk dan baik bagi ekosistem maupun bagi masyarakat pesisir, terdapatnya muara sungai, ahli fungsi pantai menjadi tambak, lokasi lahan mangrove tidak dilestarikan. Ekosistem di sekitar garis pantai juga sangat mendukung untuk meminimalkan terjadinya perubahan garis pantai. Perubahan garis pantai dapat menyebabkan berbagai masalah yang serius apabila kurangnya penanganan yang sesuai. Ekosistem pantai saling berkaitan dengan ekosistem yang lain mempunyai keterkaitan serta berbagai fungsi yang menguntungkan maupun merugikan. Proses tanpa henti perubahan garis pantai yang secara terus menerus akan mengalami berbagai perubahan baik pengikisan (abrasi) maupun penambahan (akresi) yang di akibatkan oleh berbagai faktor. Perubahan garis pantai tergantung pada sedimen yang masuk (*suplai*) dan yang meninggalkan pantai jika imbangan pantai nol maka pantai kondisi stabil, jika imbangan pantai positif maka pantai mengalami akresi dan jika imbangan pantai negatif maka pantai mengalami erosi. Pemantauan garis pantai dapat dilakukan dengan teknik penginderaan jauh, untuk memudahkan menentukan berbagai masalah perubahan garis pantai (Pranoto, 2008).

Teknologi penginderaan jauh adalah teknik atau seni yang berlandaskan pada penggunaan gelombang elektromagnetik. Teknologi yang dihasilkan dari sebuah

satelit menghasilkan citra yang diperoleh dengan cara membangun suatu relasi antara *flux* yang diterima oleh sensor yang dibawa oleh satelit dengan sifat-sifat fisik obyek yang diamati atau obyek yang berada di permukaan bumi. Dari citra tersebut dapat di analisis serta diolah untuk melihat dan membedakan perubahan garis pantai dengan menggabungkan hasil analisa citra secara multitemporal. Citra satelit dapat di analisis untuk menggunakan suatu perangkat lunak untuk menghasilkan data perubahan garis pantai. Perangkat lunak yang dapat digunakan seperti *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS), untuk membantu menganalisis perubahan yang terjadi seperti laju perubahan garis pantai dengan jarak antar garis pantai dengan perbandingan 10 tahun (Arief dkk, 2011).

Kabupaten Bangkalan Madura terletak diujung barat Pulau Madura, propinsi Jawa Timur, wilayahnya terdapat di wilayah pesisir pantai (menghadap ke laut Jawa), di sebelah barat dan selatan menghadap ke selat Madura, sedangkan di sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Sampang. Daerah pesisir yang banyak dipengaruhi oleh aktifitas dari alam maupun dari manusia yang di mana dapat mengakibatkan perubahan garis pantai, seperti muara sungai, ahli fungsi pantai menjadi tambak Hal ini mengingat Kabupaten Bangkalan terdapat beberapa kecamatan yang berhadapan langsung dengan perairan serta banyaknya aktivitas dari masyarakat mendirikan bangunan-bangunan yang mengubah ahli fungsi lahan yang kurang mendukung untuk perbaikan vegetasi, adanya reklamasi disekitar kawasan pesisir yang mengakibatkan pemanasan global yang semakin meningkat tanpa memperhatikan pengaruh yang terjadi akibat sedikitnya vegetasi pantai sebagai pelindung pantai yang alami yang dapat menghambat tingkat perubahan garis pantai di Kabupaten Bangkalan.

Berdasarkan latar belakang persoalan di atas, maka dalam penulisan ini akan dilakukan analisis mengenai laju perubahan garis pantai dan mengukur jarak,

kemudian memprediksi perubahan garis pantai untuk masa mendatang yang terjadi di Kabupaten Bangkalan dengan metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). Seperti yang telah dijelaskan bahwasannya kawasan pantai adalah kawasan yang dinamis serta banyaknya campur tangan manusia yang kurang memperhatikan keseimbangan pantai, sehingga kajian perubahan garis pantai ini sangatlah penting. Dengan mengetahui kecenderungan erosi atau abrasi, laju perubahan garis pantai, pengukuran jarak perubahan garis pantai di Kabupaten Bangkalan, diharapkan untuk pengembangan yang akan dilakukan selanjutnya dapat memperhatikan dan memahami perubahan garis pantai.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana perubahan garis pantai yang terjadi di Kabupaten Bangkalan Madura dari tahun 1973-2016.
2. Bagaimana laju dan jarak perubahan garis pantai yang mengalami perubahan serta prediksi perubahan garis pantai untuk masa mendatang.

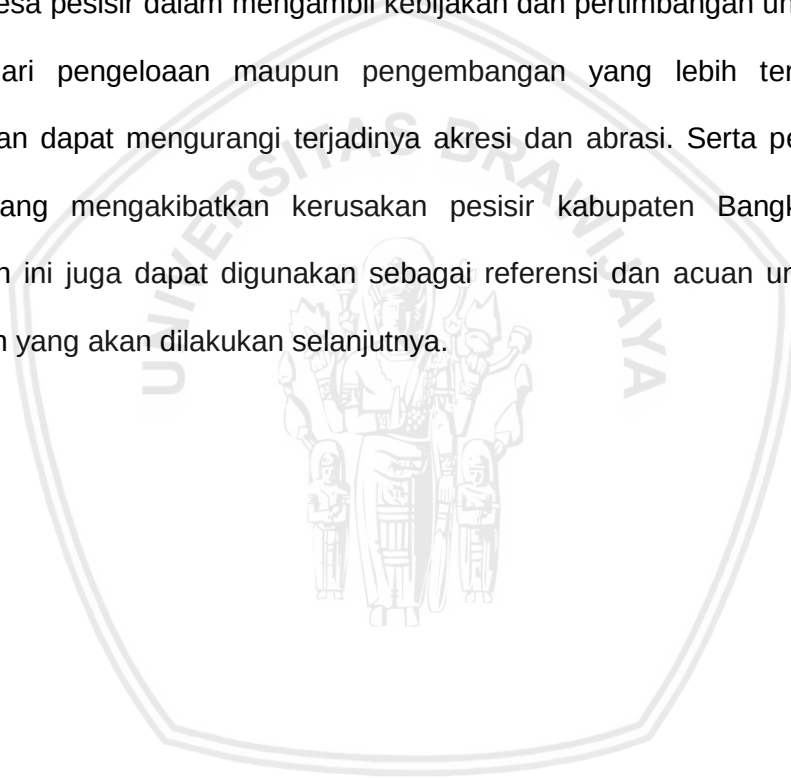
1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui:

1. Perubahan garis pantai menggunakan metode (*digital shoreline analysis system*) DSAS dari tahun 1973-2016.
2. Laju dan jarak perubahan garis pantai yang berubah serta memprediksi perubahan garis pantai untuk masa mendatang menggunakan metode *digital shoreline analysis system* (DSAS).

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan garis pantai dari tahun 1973-2016 dari peta Landsat 1 tahun 1973 sebagai patokan studi perubahan akresi-abrasi, perubahan garis pantai, laju dan jarak perubahan garis pantai yang akan berpengaruh terjadi perubahan di masa mendatang dengan prediksinya. Dan peta 2016 sebagai data citra yang ada pada saat itu. Penelitian ini juga sangat bermanfaat sebagai sumber informasi baik untuk pemerintah ataupun masyarakat sekitar desa pesisir dalam mengambil kebijakan dan pertimbangan untuk melakukan upaya dari pengelolaan maupun pengembangan yang lebih tertata sehingga diharapkan dapat mengurangi terjadinya akresi dan abrasi. Serta perubahan garis pantai yang mengakibatkan kerusakan pesisir kabupaten Bangkalan Madura. Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai referensi dan acuan untuk penelitian-penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Kabupaten Bangkalan bagian utara

Berdasarkan “PERATURAN DAERAH KABUPATEN BANGKALAN NOMOR 12 TAHUN 2010 RENCANA PEMBANGUNAN JANGKA PANJANG DAERAH KABUPATEN BANGKALAN TAHUN 2005 – 2025”. Kabupaten Bangkalan Madura, yang merupakan salah satu kabupaten dengan wilayah pesisir yang terletak di Pulau Madura. Kabupaten Bangkalan secara Geografis terletak antara $112^{\circ}40'06''$ - $113^{\circ}08'04''$ Bujur Timur dan $6^{\circ}51'39''$ - $7^{\circ}11'39''$ Lintang Selatan dengan luas daerah 1.260,14 Km². Secara administrasi Kabupaten Bangkalan yang terletak ujung paling barat dari pulau Madura, pada bagian utara berbatasan dengan laut Jawa, pada bagian timur berbatasan dengan kabupaten Sampang, dan pada daerah selatan dan barat merupakan selat Madura. Kabupaten Bangkalan memiliki 18 kecamatan yang dibagi lagi atas 273 desa dan 8 kelurahan.

Beroperasinya jembatan Suramadu telah membawa berbagai dampak perubahan pada masyarakat Madura, tidak hanya yang bermukim di sekitar jembatan, namun disepanjang jalur propinsi pesisir selatan juga mengalami pengaruh, dari aktivitas pembangunan baik dari masyarakat dan pemerintah, adanya reklamasi pantai, penambangan batu dan pasir, bangunan rumah, gudang pabrik dan gudang milik pemerintah yang menyebabkan abrasi pantai di sepanjang jalan raya pesisir selatan (Yulianti *et al.*, 2015). Pesisir Labuhan Kecamatan Sapulu memiliki garis pantai sepanjang 2 km, dengan pasir berwarna krem dan putih halus, sebagai desa yang terletak di bibir pantai memiliki resiko abrasi yang cukup menjadi ancaman warga. Selama hampir 15 tahun, daratan pantau labuhan sudah terkikis hampir 100 m. penyebabnya antara lain karena pantai sudah tak dilindungi oleh mangrove yang

sempat di tebangi oleh masyarakat sekitar Kecamatan Sapulu untuk digunakan sebagai kayu bakar, dan pakan ternak ("Jalan Terjal Pejuang Lokal Melawan Abrasi Pesisir Utara Pulau Madura - Semua Halaman - Nationalgeographic.grid.id,")

2.2 Definisi Garis Pantai

Wilayah pesisir merupakan wilayah pesisir yang sangat dinamis, dimana selalu ada perubahan seiring berjalannya waktu. Selama dari 6000 tahun, garis pantai dari sebagian wilayah telah mengalami kemajuan maupun kemunduran. Beberapa wilayah selalu berubah-ubah (maju serta mundur). Garis pantai dapat mengalami kemajuan apabila tingkat dari penggendapan sedimen pada suatu wilayah lebih tinggi dibanding dengan tingkat erosinya. Namun bisa saja terjadi akibat terjadinya pengangkatan tanah atau penurunan muka air laut. Dianggap demikian apabila garis pantai mengalami kemunduran (Bird, 2008).

Garis pantai adalah garis pertemuan antara darat dan laut yang masih terkena pasang dan surut. Perubahan garis pantai selalu bervariasi antara satu tempat dengan tempat yang lain, sehingga diperlukan pengelolaan lingkungan pantai mengingat fungsinya terhadap kehidupan manusia. Garis pantai merupakan salah satu komponen penting dalam penentuan batas wilayah kekuasaan suatu negara dan otonomi daerah. Kewenangan daerah propinsi di wilayah laut adalah sejauh 12 mil dari garis pantai ke arah laut lepas dan atau ke arah perairan kepulauan sesuai dengan Pasal 1 Undang Undang No. 22 Tahun, 1999. Informasi garis pantai diperlukan untuk mengingat bahwa garis pantai bersifat dinamis. Karena sifat kedinamisan garis pantai tersebut maka diperlukan pemantauan garis pantai dengan cara membuat peta perubahan garis pantai secara berkala. Secara sederhana proses perubahan garis pantai disebabkan oleh angin dan air yang bergerak dari suatu

tempat ke tempat lain, mengikis tanah dan kemudian mengendapkannya di suatu tempat secara kontinu. Proses pergerakan gelombang datang pada pantai secara esensial berupa osilasi. Angin yang menuju ke pantai secara bersamaan gerak gelombang yang menuju pantai berpasir secara tidak langsung mengakibatkan gesekan antara gelombang dan dasar laut, sehingga terjadi gelombang pecah dan membentuk turbulensi kemudian membawa material disekitar pantai (Kasim and Salam, 2015).

Penetapan dan penegasan batas pengelolaan wilayah pesisir dan laut memiliki peranan penting dalam penentuan batas pengelolaan wilayah laut. Garis pantai menjadi batas pengaturan kewenangan pengelolaan sumberdaya alam dan pelestarian lingkungan di laut. Wilayah Pesisir yang merupakan wilayah peralihan antara daratan dan lautan. Dapat ditinjau dari garis pantai (*coast line*) wilayah pesisir memiliki dua macam batas yang tegak lurus garis pantai (*boundaries*) yaitu batas yang sejajar garis pantai (*long shore*) dan batas yang tegak lurus garis pantai (*cross shore*). Wilayah peralihan antara daratan dan dan lautan dalam batasan wilayah pesisir adalah a) batas dari wilayah pesisir ke arah darat yaitu jarak secara arbiter dari rata-rata pasang tinggi, meliputi bagian dari daratan yang baik maupun yang terendam air laut dan masih banyak di pengaruhi oleh sifat-sifat yang berasal dari laut, seperti; pasang surut, angin laut, dan perembesan air, b) batas ke arah laut yaitu batas yuridiksi wilayah propinsi atau *state* di suatu negara, atau secara alamiah mencangkup bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses alami yang terjadi di darat seperti erosi dan abrasi yang di sebabkan oleh kegiatan manusia di darat dan pengaruh lainnya (Dahuri *et al.*, 2001).

2.3 Jenis Garis Pantai dan Klasifikasi pantai

Menurut Seibold and Berger (2013) yang membagi garis pantai dalam dua kelompok besar berdasarkan faktor pengaruh gerakan tektonik, gerakan eustatik dan kombinasi antara keduanya, yaitu; a) garis pantai naik merupakan jenis garis pantai yang mengalami pengangkatan, serta b) garis pantai turun merupakan jenis garis pantai yang mengalami suatu proses penurunan, pantai biasanya memiliki bentuk yang tidak lurus yang disebabkan oleh daratannya yang mengalami penurunan.

Pengklasifikasian pantai-pantai berdasarkan pada kisaran pasang surut yang terjadi menurut energinya dapat mempengaruhi morfologi pantai yang ada di suatu daerah. Kategori pantai dibagi menjadi lima yaitu pantai *microtidal* dengan kisaran pasang surut $< 1\text{m}$, pantai *low-mesotidal* dengan kisaran pasang surut $1\text{-}2\text{m}$, pantai *high-mesotidal* dengan kisaran pasang surut $2\text{-}3,5\text{m}$, pantai *low-macrotidal* dengan kisaran pasang surut antara $3,5\text{-}5\text{m}$. dan pantai *macrotidal* dengan kisaran pasang surut >5 (Pratikto *et al.*, 1997).

2.4 Faktor Penyebab Terjadinya Perubahan Garis Pantai

Faktor alam dan tingkah laku dari masyarakat setempat sebagai penyebab terjadinya perubahan garis pantai karena sifat dari daratan pantai yang tidak seimbang. Faktor yang berperan dalam perubahan garis pantai yaitu besarnya energi gelombang yang menghempas ke pantai, sudut yang di bentuk antara muka gelombang pada saat pecah dengan garis pantai, lereng dasar perairan, jenis dan ukuran sedimen yang terdeposit, keterbukaan pantai terhadap hantaman gelombang dan bentuk morfologinya berupa tonjolan, lereng dasar perairan yang relatif curam, tingkat keterbukaan yang tinggi terhadap hantaman gelombang dan energi gelombang yang tinggi (Purba and Jaya, 2004). Banyak bangunan pantai yang hilang,

juga perlindungan pantai yang sudah ada mulai terkikis ke laut. Kehilangan bangunan pelindung pantai, seperti hutan mangrove yang hilang oleh terpaan ombak. Terjadinya proses pendangkalan dari muara sungai. Perusakan perlindungan pantai alami akibat penebangan pohon bakau untuk pembukaan lahan baru sebagai kawasan pertambakan ikan/udan, persawahan. Terjadinya perubahan keseimbangan transportasi sedimen yang sejajar pantai akibat pembuatan pelindung pantai, seperti pembuatan *jetty*, pemecah gelombang, pembangunan pelabuhan di kawasan industri perminyakan, melalui kegiatan reklamasi pantai (Akbar *et al.*, 2017)

Menurut Pranoto (2008) gerak sedimen di daerah dekat pantai oleh gelombang dan juga arus (*litoraltransport*) yang termasuk faktor dari hidroceanografi, mempengaruhi proses secara dinamis pantai yang terdiri transport sepanjang pantai (*long shore transport*), transport tegak lurus pantai (*onshore-offshore transport*) saat terjadinya gelombang pecah sedimen yang berada didasar pantai akan ikut terangkut oleh dua macam gaya penggerak yaitu:

1. Komponen energi gelombang
2. Arus sepanjang pantai (yang dibangkitkan oleh gelombang pecah)

Jadi penyebab terjadinya perubahan garis pantai tergantung pada sedimen yang masuk (suplai) dan yang meninggalkan pantai tersebut. Siklus pantai yang dapat disebut akresi maupun abrasi jika mengalami kondisi seperti:

- a). imbangan pantai nol → pantai kondisi stabil
- b). imbangan pantai positif → pantai mengalami akresi
- c). imbangan pantai negatif → pantai mengalami erosi

Perubahan garis pantai pada kondisi wilayah pantai biasanya disebabkan oleh adanya peristiwa abrasi dan akresi. Abrasi merupakan kondisi dimana daratan mengalami erosi yang disebabkan oleh hempasan air laut. Sementara akresi merupakan penambahan daratan yang disebabkan oleh adanya sedimentasi di wilayah pantai atau perpindahan sedimen. Secara umum faktor penyebab terjadinya abrasi dan akresi terbagi atas dua yaitu faktor alami dan non-alami. Faktor alami meliputi gelombang pasang surut, kondisi pantai yang terbuka (tidak ada pelindung pantai), dan adanya muara sungai sebagai penyuplai sedimen. Faktor non-alami yang biasanya berkaitan dengan kegiatan manusia seperti penambangan pasir pantai, reklamasi, perubahan lahan. Kenaikan muka air laut dsb (Sisinggih and Marsudi, 2013)

2.5 Remote Sensing (Penginderaan Jauh)

Remote Sensing (RS) atau penginderaan jauh merupakan suatu metode atau teknik pengamatan/pengukuran suatu objek atau fenomena dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan objek atau fenomena yang diamati. *Remote sensing* dapat dilakukan diberbagai bidang ilmu termasuk perikanan dan kelautan, khususnya dalam mendukung sumberdaya perikanan dan kelautan (Daniel Louhenapessy dan H.J.D Waas, 2014). Penginderaan jauh berperan penting membantu berbagai penelitian dibidang kelautan dan dinamika sumberdaya alam yang terkandung di dalamnya. penginderaan jauh dapat dibedakan atas tiga yaitu untuk: oseanografi fisika, sumberdaya alam laut dan pengamatan perlindungan wilayah pesisir. Penggunaan *remote sensing* sangat efektif dalam hal biaya penggunaannya serta mudah untuk didapatkan, adanya resolusi temporal (cocok untuk pemantauan), cakupannya yang luas, serta memiliki bentuk data yang berupa

digital sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan dan bias ditampilkan sesuai kebutuhan (Oktaviani and Johan, 2016).

2.6 Citra Satelit Landsat

Citra merupakan masukan data atau hasil observasi dalam proses penginderaan jauh. Citra dapat di artikan sebagai gambaran yang tampak dari suatu objek yang diamati, sebagai hasil liputan atau rekaman suatu alat pemantau/sensor, baik optik maupun elektrooptik. Citra membutuhkan proses intepretasi atau penafsiran. Citra satelit merupakan hasil dari pemotretan/perekaman alat sensor yang di pasang pada wahana satelit ruang angkasa dengan ketinggian lebih dari 400km dari permukaan bumi. Citra satelit telah banyak digunakan pada penelitian diberbagai bidang seperti geologi, pertambangan, geomorfologi, hidrologi serta kehutanan (Hilmi, 2011).

Data citra yang telah diperoleh perlu dilakukan koreksi yang meliputi koreksi radiometrik, geometrik dan atmosferik, untuk mengkoreksi data yang terdapat pada posisi objek, perbedaan waktu pengambilan data, dan pengaruh atmosfer. Pada koreksi radiometrik, kesalahan yang berkaitan dengan proses perekaman dapat dikelompokkan atas kesalahan sistematis, yang telah diperhitungkan sebelumnya (pengaruh sudut pandang dan kesalahan non sistematis), akibat faktor-faktor tidak pasti seperti pengaruh atmosfer. Salah satu metode dalam koreksi radiometrik adalah metode penyesuaian dengan panjang gelombang yang lebih besar, cenderung lebih kecil pengaruh atmosfernya. Jika nilai minimum pada histogram selalu pixel yang lebih besar dari nol, maka nilai minimum pada histogram dianggap sebagai pengaruh atmosfer (Daniel Louhenapessy dan H.J.D Waas, 2014)

2.7 Sistem Informasi Geografis

Geographical information system (GIS) merupakan komputer yang berbasis pada sistem informasi yang digunakan untuk memberikan bentuk digital dan analisa terhadap permukaan geografi bumi. GIS merupakan bidang kajian ilmu dan teknologi yang relative masih baru. SIG yang merupakan sistem yang dapat mengorganisir perangkat lunak (*software*), dan data, serta dapat mendayagunakan sistem penyimpanan, pengolahan yang mempunyai kaitan dengan aspek keruangan. SIG manajemen data spasial dan non-spasial yang berbasis computer dengan memiliki tiga karakteristik dasar, yaitu; a) mempunyai fenomena actual (variable data non-lokasi) yang berhubungan dengan topik permasalahan dilokasi atau suatu kajian, b) merupakan suatu kejadian di suatu lokasi, c) mempunyai dimensi waktu. SIG dibutuhkan untuk data spasial penanganannya sangat sulit terutama karena peta dan data statistic cepat kedaluwarsa sehingga tidak ada pelayanan penyelidikan data dan informasi yang diberikan menjadi tidak akurat (Husein, 2006).

Sistem Informasi Geografis dapat dimanfaatkan untuk mempermudah dalam mendapatkan data-data yang telah diolah dan tersimpan sebagai atribut suatu lokasi atau mendapatkan data-data yang diolah dalam SIG pada dasarnya terdiri dari data spasial dan data atribut dalam bentuk digital. System ini merelasikan data spasial (lokasi geografis) dengan data non spasial, sehingga para penggunanya dapat membuat peta dan menganalisa informasinya dengan berbagai cara. SIG merupakan alat yang handal untuk menangani data spasial, dimana dalam SIG data dipelihara dalam bentuk digital sehingga data lebih padat dibanding dalam bentuk peta cetak, table, atau dalam bentuk konvensional lainnya yang akhirnya akan mempercepat pekerjaan dan meringankan biaya yang diperlukan (Andriani and Walsh, 2007; Prahasta, 2009).

2.8 Prosedur Pengolahan Data Citra Satelit

Komposit *band* dari panjang gelombang elektromagnetik merupakan karakter utama dari sebuah citra yang berupa gambar. Melalui gelombang elektromagnetik beberapa radiasi yang dapat dideteksi seperti radiasi cahaya matahari, dari material yang ada di permukaan bumi mempunyai reflektansi yang berbeda terhadap cahaya matahari, sehingga hasil deteksi material tersebut akan mempunyai resolusi yang berbeda pada setiap band. Pemilihan band yang sesuai dapat membantu mengoreksi dalam pewarnaan citra. Hal ini disebabkan karena pada setiap band telah dirancang untuk mendeteksi fitur yang berbeda-beda. Umumnya kombinasi band yang diterapkan pada citra ditampilkan sebagai warna merah, hijau, dan biru (RGB). Hasil dari kombinasi band RGB menghasilkan warna alami citra yang lebih jelas (Acharya, 2015).

2.8.1 Citra untuk Garis Pantai

Pengekstraksi garis pantai dapat dilakukan dengan metode gabungan band (*colour composit RGB*), band yang digunakan untuk dilakukan pengolahan garis pantai yaitu *band* dengan panjang gelombang 0,52-0,60 mikrometer dan *band* dengan panjang gelombang 1,55-1,75 mikrometer Metode gabungan band diterapkan untuk membantu mengekstraksi garis pantai. Adapun jenis band yang diperuntukkan untuk penentuan MNDWI dan *threshold* atau delinasi batas darat dan laut (Gautam et al., 2015)

Spesifikasi <i>Band</i> Sensor MMS				
Landsats 1,2,3 spectral bands	Landsats 4,5 spectral bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)	Use
Band 4-green	Band 1-green	0.5-0.6	80	Emphasizes sediment-laden water and delineates areas of shallow water.
Band 5-red	Band 2-red	0.6-0.7	80	Emphasizes cultural features.
Band 6-near IR	Band 3-near IR	0.7-0.8	80	Emphasizes vegetation boundary between land and water, and landforms.
Band 7-near IR	Band 4-near IR	0.8-1.1	80	Penetrates atmosphere haze best; emphasizes vegetation, boundary between land and water, and landforms.

Spesifikasi <i>Band</i> Sensor TM dan ETM+				
Spectral bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)	Use	
Band 1-blue-green	0.45-0.52	30	Bathymetric mapping; distinguishes soil from vegetation; deciduous from coniferous vegetation	
Band 2-green	0.52-0.61	30	Emphasizes peak vegetation, which is useful for assessing plant vigor.	
Band 3-red	0.63-0.69	30	Emphasizes vegetation slopes.	
Band 4-reflected IR	0.76-0.90	30	Emphasizes biomass content and shorelines.	
Band 5-reflected IR	1.55-1.75	30	Discriminates moisture content of soil and vegetation; penetrates thin clouds.	
Band 6-thermal	10.40-12.50	120	Useful for thermal mapping and estimated soil moisture.	
Band 7-reflected IR	2.08-2.35	30	Useful for mapping hydrothermally altered rocks associated with mineral deposits.	
Band 8-panchromatic (Landsat 7)	0.52-0.90	15	Useful in 'sharpening' multispectral images.	

Gambar 1. Spesifikasi *Band* MMS, TM dan ETM+
(Xu,2006)

Spesifikasi <i>Band</i> Sensor OLI dan TIRS				
Spectral bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)	Use	
Band 1-coastal aerosol	0.43-0.45	30	Increased coastal zone observations.	
Band 2-blue	0.45-0.51	30	Bathymetric mapping; distinguishes soil from vegetation; deciduous from coniferous vegetation.	
Band 3-green	0.53-0.59	30	Emphasizes peak vegetation, which is useful for assessing plant vigor.	
Band 4-red	0.64-0.67	30	Emphasizes vegetation slopes.	
Band 5-near IR	0.85-0.88	30	Emphasizes vegetation boundary between land and water, and landforms.	
Band 6-SWIR 1	1.57-1.65	30	Used in detecting plant drought stress and delineating burnt areas and fire-affected vegetation, and is also sensitive to the thermal radiation emitted by intense fires; can be used to detect active fires, especially during nighttime when the background interference from SWIR in reflected sunlight is absent.	
Band 7-SWIR-1	2.11-2.29	30	Used in detecting drought stress, burnt and fire-affected areas, and can be used to detect active fires, especially at nighttime.	
Band 8-panchromatic	0.50-0.68	15	Useful in 'sharpening' multispectral images.	
Band 9-cirrus	1.36-1.38	30	Useful in detecting cirrus clouds.	
Band 10-TIRS 1	10.60-11.19	100	Useful for mapping thermal differences in water currents, monitoring fires and other night studies, and estimating soil moisture.	
Band 11-TIRS 2	11.50-12.51	100	Same as band 10.	

Gambar 2. Spesifikasi *Band* Sensor OLI dan TIRs
(Xu, 2006)

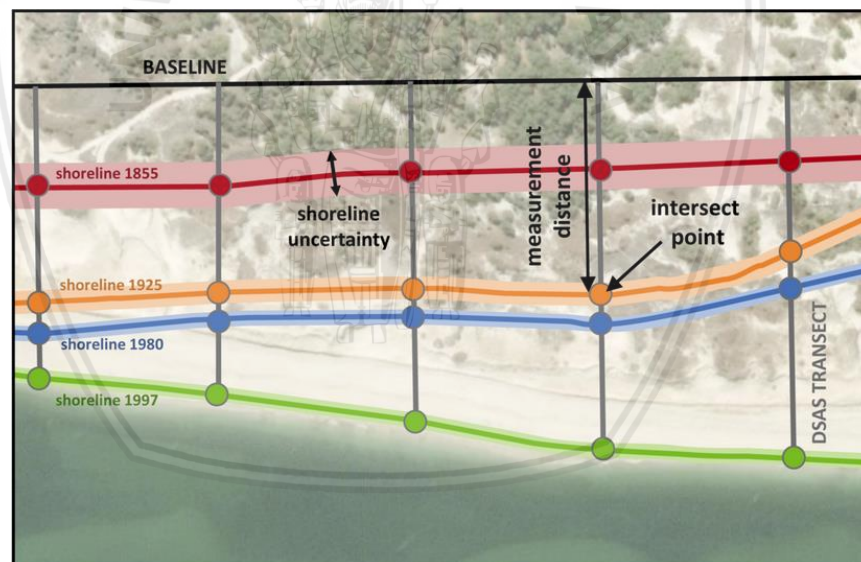
2.8.2 Analisis Garis Pantai

Analisis garis pantai dapat menggunakan bantuan dari alat DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*). DSAS adalah suatu perangkat lunak tambahan yang dapat bekerja pada perangkat lunak ArcGIS yang sudah dikembangkan oleh ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) dan *United State Geospatial System* (USGS) yang merupakan pengembang perangkat lunak ArcGIS. *Digital Shoreline Analysis System* digunakan untuk menghitung perubahan posisi garis pantai berdasarkan waktu yang berbeda secara statistik dan berbasis geospasial (Oyedotun, 2014).

DSAS menggunakan titik sebagai acuan dari pengukuran garis pantai. Titik dihasilkan dari perpotongan antara garis pantai yang dibuat manual dengan garis-garis pantai berdasarkan waktu (Thieler et al., 2009a). Perhitungan yang dapat dilakukan oleh DSAS adalah:

1. *Shoreline Change Envelope* (SCE) digunakan mengukur total perubahan garis pantai dengan mempertimbangkan semua posisi garis pantai yang tersedia dan melaporkan jarak tanpa acuan tanggal tertentu.
2. *Net Shoreline Movement* (NSM) digunakan untuk mengukur jarak perubahan garis pantai antara garis pantai yang terlama dan garis pantai terbaru. Metode NSM hanya melibatkan dua garis pantai yaitu garis pantai tahun terlama dan terbaru.
3. *End Point Rate* (EPR) digunakan untuk menghitung laju perubahan garis pantai dengan membagi jarak antar garis pantai terlama dan garis pantai terbaru dengan waktunya.
4. *Linear Regression Rate* (LRR) digunakan untuk menganalisa secara statistik tingkat perubahan dengan menggunakan regresi linier dapat ditentukan dengan

- menggunakan garis regresi least-square (metode statistic untuk analisa *time series*) terhadap semua titik perpotongan garis pantai dengan transek.
5. *Weighted Linear Regression (WLR)* diperoleh dengan cara melakukan *plotting* posisi garis pantai sesuai waktunya kemudian menghitung tingkat perubahan dengan cara memberikan pembobotan pada data yang memiliki tingkat *shoreline uncertainty* terendah. Pada perhitungan secara statistic tingkat perubahan untuk garis pantai terjadi penekanan yang lebih banyak ditempatkan pada data yang memiliki ketidak pastian posisi paling kecil.
 6. *Least Median of Square (LMS)* disebut juga median kuadrat terkecil, LMS ditentukan dari perhitungan semua kemungkinan tingkat perubahan dalam rentang sudut yang dibatasi.



Gambar 3. Parameter yang dibutuhkan dalam DSAS

(Thieler *et al.*, 2009b)

2.9 Dampak Perubahan Garis Pantai

Erosi adalah proses pengikisan atau kelongsoran material yang merupakan proses penghanyutan tanah oleh desakan desakan atau kekuatan air dan angin baik yang berlangsung secara alami maupun perbuatan manusia. Bangunan pantai digunakan untuk melindungi pantai terhadap kerusakan karena serangan gelombang dan arus. Perlindungan pantai di bangun untuk mengidentifikasi dan memahami penyebab kerusakan daerah pantai baik akibat jangka panjang maupun jangka pendek. Sehingga dapat diberikan alternatif solusi penanganan dan perlindungan kerusakan tersebut sesuai dengan kondisi pantai. Kegagalan mengidentifikasi bisa mengakibatkan salah penempatan dan desain ukuran perlindungan daerah pantai (Hidayat, 2012).

Akresi atau sedimentasi yaitu proses pengendapan material yang terbawa oleh arus ke daerah pantai. Pendangkalan di muara sungai akibat dari penumpukan sedimen yang terbawa dari laut menuju muara sungai. Selain itu terjadi penyempitan muara sungai yang menyebabkan terganggunya aliran sungai di muara tersebut. Hal ini menimbulkan masalah yang memicu terjadinya banjir di daerah darat karena terhambatnya laju aliran air sungai menuju laut, sehingga perlu adanya bangunan pelindung pantai seperti breakwater yang di gunakan untuk meminimalisir adanya perubahan garis pantai dalam hal penambahan (sedimentasi) pantai maupun dalam pengurangan (terjadi erosi) pada pantai (Wahyu and Candrawati, 2013).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2018, berdasarkan lokasi yang sudah dipilih akan dilakukan pengambilan titik koordinat garis pantai terbaru dengan *tracking area* serta validasi dengan data DSAS yang di peroleh. Lokasi penelitian berada di Kabupaten Bangkalan Madura, tepatnya terdapat 5 lokasi pada setiap kecamatan di pilih satu desa yang mewakili terjadi perubahan garis pantai secara signifikan dari pengolahan data DSAS. 5 titik lokasi tracking serta keadaan lapang meliputi:

1. Desa Ujung Piring Kecamatan Bangkalan: yang berada di ujung barat dekat dengan selat Madura, tepat berada di Kecamatan bangkalan. Berada dekat dengan lokasi perbaikan kapal, terdapat banyak mercusuar yang memantau kedatangan kapal, masih terdapat banyak asosiasi di tempat ini. Lokasi ini berada pada kecamatan bangkalan pada ujung barat pulau Madura, dan di dapati penambahan daratan yang dibuat untuk keperluan warga yang terlihat tampak penambahan darat yang cukup besar, dan mengurangi daerah laut.
2. Desa Pandan Lantang Kecamatan Arosbaya: lokasi ini berada di Kecamatan Arosbaya terletak di dekat pantai pocokan yang biasanya dimanfaatkan untuk lokasi pariwisata yang di kuncungi pada hari libur, terdapat groin yang baru di buat sekitar 2 tahun karena daerah ini pasirnya sering terkikis oleh arus yang akhirnya di bangunlah groin sebagai pelindung pantai, terdapat juga jembatan serta sungai kecil menuju ke laut.
3. Desa Moarah Kecamatan Klampis: lokasi ini berada tidak jauh di belakang rumah penduduk yang di belakang rumah masih terdapat sawah serta lahan

kosong dan sebagian lagi tumbuh mangrove, kemudian berbatasan dengan lepas pantai yang di pada terjadi abrasi dari lokasi ini, kemungkinan terjadi saat pasang yang sedimennya ikut terbawa oleh air laut.

4. Desa Labuhan Kecamatan Sapuluh: lokasi ini berada dekat dari pelabuhan, yang hanya beberapa kapal-kapal sedang parker dikat lokasi ini. Terdapat bekas dari taman pendidikan mangrove yang sudah tidak beroperasi pada saat saya penelitian di lokasi ini, terdapat batu-batu yang telah ditata sebagai penahan agar material tidak mudah terkikis oleh arus.terdapat banyak tambak garam saat memasuki perjalan menuju lokasi tersebut yang berdekatan dengan kampung.
5. Desa Telaga/Tlaga Biru Kecamatan Tanjungbumi: ini lokasi terakhir dari penelitian yang saya ambil, dilokasi ini pengambilan titik yang dekat dengan jalan raya agak melengkung tepat di bagian dari jembatan tanjungbumi yang juga merupakan sungai menuju ke laut, lokasi ini di dimanfaatkan sebagi wisata dekat pantai yang terlihat langsung dari jalan raya, dengan akses yang mudah.



Gambar 4. Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan bahan penelitian

Alat yang digunakan pada saat lapang dalam penelitian skripsi perubahan garis pantai adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Alat dan Data

Alat dan bahan beserta fungsinya		
Perangkat Keras		
1.	Notebook HP Pavilion Tipe 10	Sebagai media pengoperasian perangkat lunak dan mengolah data skripsi
2.	Global Positioning System (GPS)	Menentukan titik koordinat dan melakukan pencatatan <i>tracking area</i> saat validasi di lokasi penelitian
3.	Kamera	Mendokumentasikan kegiatan penelitian
Perangkat Lunak		
4.	Microsoft Word 2010	Untuk melakukan pengolahan laporan skripsi
5.	Microsoft Excel 2010	Untuk menganalisis data abrasi erosi, menjadikan grafik
6.	Microsoft Access	Untuk mengecek data intersect dan rates dari abrasi dan akresi
7.	Google Earth Pro 7.0.2.8415	Untuk pembuatan peta lokasi serta interpretasi lokasi dan melakukan digitasi secara manual
8.	Perangkat lunak ArcGis 10.3	Untuk mengolah peta dasar berupa jarak pantai, untuk pembuatan peta administrasi,
9.	ENVI 4.5	Untuk pengolahan parameter berupa peta penggunaan lahan dan koreksi geometrik dan radiometric
10.	Digital Shoreline Analysis System (DSAS) 4.2	Untuk mengolah data perubahan garis pantai
Data		
1	Citra Landsat	Sebagai data yang akan diolah sebagai data perubahan garis pantai
2	Data Lapang	Sumber data langsung yang di ambil untuk di bandingkan dengan perolehan data satelit
3	Peta Rupa Bumi Indonesia	Data ini untuk pembuatan peta dasar dan batas wilayah

Citra satelit yang digunakan dalam penelitian skripsi perubahan garis pantai adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Data-data Citra Satelit

No	Citra Landsat	Tanggal Akuisi	Satelit	Wahana	Resolusi	Sumber
1	29 Juli 1973	18 April 2017	L1-5	MSS	30 meter	https://earthexplorer.usgs.gov/
2	05 Oktober 1979	19 April 2017	L1-5	MSS	30 meter	
3	28 Maret 1989	19 April 2017	L4-5	TM	30 meter	
4	24 Mei 1995	20 April 2017	L4-5	TM	30 meter	
5	04 Agustus 2001	21 April 2017	L7	ETM+SL C-on	30 meter	
6	22 Mei 2003	21 April 2017	L7	ETM+SL C-on	30 meter	
7	20 Juli 2013	22 April 2017	L8	OLI	30 meter	
8	13 Februari 2017	22 April 2017	L8	OLI	30 meter	

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian Perubahan garis pantai di Kabupaten Bangkalan Madura ini menggunakan beberapa tahapan langkah kerja. Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu tahap persiapan, dimana dalam tahap ini dilakukan studi literatur yang dimaksudkan untuk mendapatkan sumber referensi dan metode penelitian terkait, menentukan lokasi penelitian, metode pengolahan data.

Melakukan pengumpulan data citra satelit yang akan di analisis perubahan garis pantai yang terjadi, data citra yang diperoleh dari data tahun 1973 yang merupakan data terlama dengan data terbaru yang tersedia pada citra Landsat serta pengaruh dari data yang dengan tutupan awan yang minimal, data yang tersedia pada Landsat dan dengan koreksi awan yang minimal serta tidak adanya *stripping*. Kemudian melakukan pengolahan data perubahan garis pantai pada masing-masing citra Landsat yang didapatkan dari metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) pada *ArcGIS*. Dilanjutkan dengan validasi lapang dilokasi yang sudah ditentukan dari pengolahan DSAS yang telah tampak hasil perubahan dengan dipilih secara acak yang mewakili terjadinya perubahan di Kabupaten Bangkalan Madura. Pengambilan data lapang yang dilakukan selama penelitian, dengan persiapan instrumentasi untuk membantu pengambilan *tracking area*. Data citra satelit yang telah di analisis dengan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) kemudian di lihat kesesuaian dengan data yang diambil saat di lapang, sebagai validasi data dan pertimbangan untuk hasilnya.

3.4 Metode Penelitian

Metode Penelitian yang dilakukan di Kabupaten Bangkalan Madura Perolehan data dikumpulkan dari data primer dan data sekunder.

3.4.1 Data Sekunder

Data sekunder yang dilakukan melalui pengumpulan data: data citra satelit sebagai data utama untuk dilakukan analisis DSAS menggunakan ArcGis dan dilakukan analisis perubahan garis pantainya, peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) untuk pembuatan peta dasar dan batas wilayah peta hasil yang akan ditampilkan.

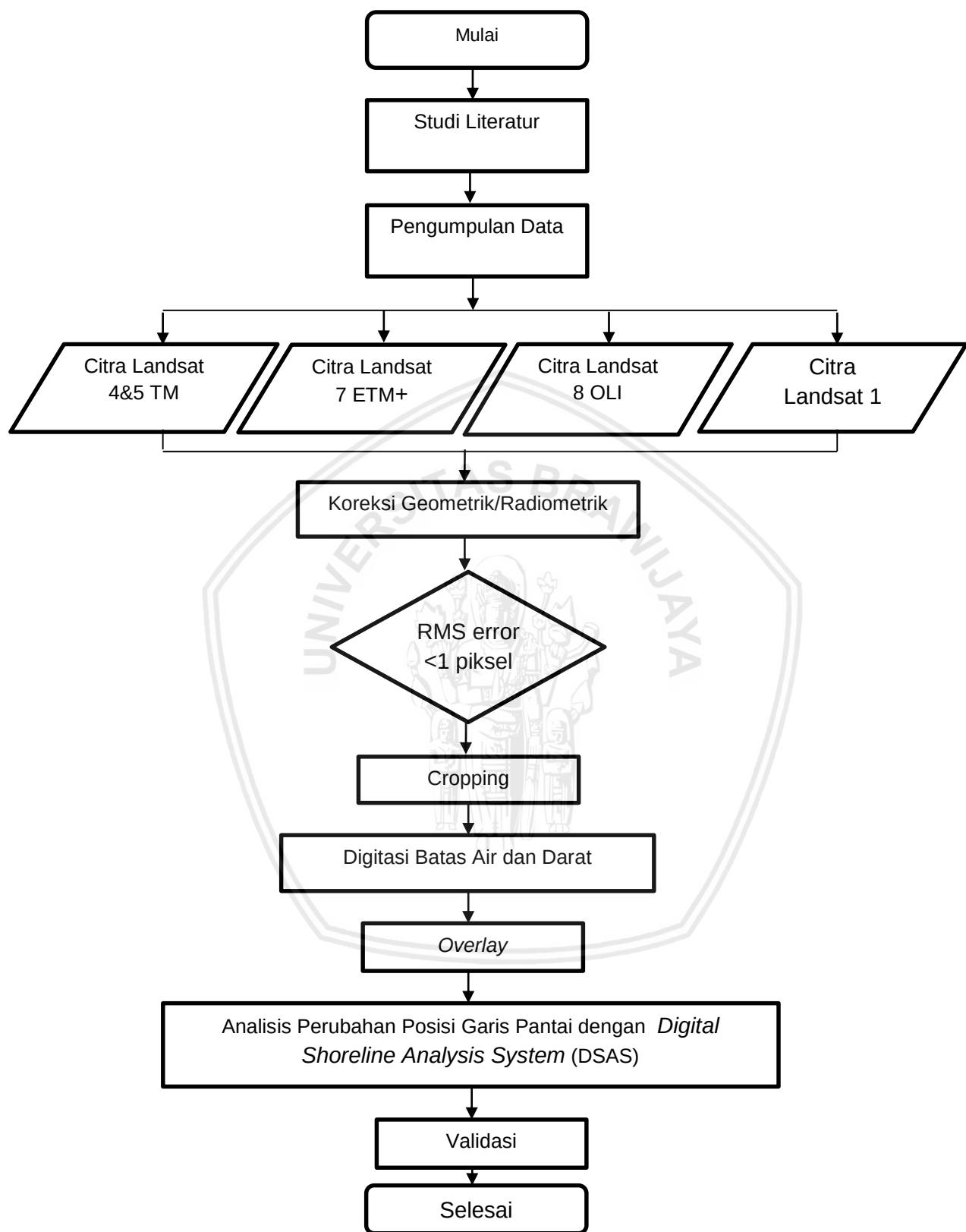
Pengolahan data citra satelit dan peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) dilakukan koreksi secara geometrik dan radiometrik untuk penajaman citra ditujukan untuk memperbaiki nilai pixel agar sesuai. Melakukan cropping dilakukan penajaman secara visual dan divalidasi sampai sesuai. Melakukan digitasi batas air dan darat dan melakukan *overlay*, kemudian dilakukan analisis menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) untuk melihat laju perubahan garis pantai yang terjadi pada tahun awal hingga tahun terbaru. Tahap selanjutnya setelah melakukan pengolahan data sekunder akan dilanjutkan dengan survei lapang untuk mengambil titik koordinat dengan interval 10-30 meter atau menyesuaikan dengan kondisi di sepanjang pantai Kabupaten Bangkalan Madura untuk mengetahui kondisi yang sebenarnya, sebagai data utama yang dapat dilakukan kesesuaian dari data yang sudah di analisis menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) dengan kecocokan yang dilakukan survey lapang.

Proses penelitian yang terdiri dari data citra satelit, dan data lapangan yang terkumpul, pemrosesan peta dan analisis peta, serta kecocokan data citra satelit

dan data lapang yang kemudian dilakukan penyusunan dari data yang terkumpul untuk menghasilkan peta akhir yaitu perubahan garis pantai pada tahun awal 1973 sampai 2016 serta data validasi lapang tahun 2018 dengan rentan waktu per 5-10 tahunnya. Secara garis besar pengerjaan penelitian perubahan garis pantai di sertakan pada gambar di bawah.

3.4.2 Data Primer

Data primer adalah data yang didapatkan pada pengamatan secara langsung yaitu pengambilan ground check yang dilakukan pada saat di lapang dengan menentukan titik yang akan di lakukan tracking di 5 titik lokasi menggunakan GPS, 5 titik tersebut di pilih sesuai dari tiap masing-masing kecamatan yang di anggap mewakili keseluruhan dari data pengolahan DSAS serta mengalami perubahan. 5 lokasi tersebut meliputi Desa Ujung Piring, Pandan Lantang, Moarah, Labuhan, Telaga/Tlaga Biru. Pengambilan track dengan interval 10-30 meter atau menyesuaikan dengan kondisi pada saat dilapang yang memungkinkan untuk diambil track. Data track yang sudah di ambil pada saat penelitian akan di lakukan validasi dengan data pengolahan dari DSAS.



Gambar 5. Diagram Pengolahan Data

3.5 Pengolahan Data

Proses analisis data menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* menggunakan metode *Net Shoreline Movement* (NSM) dan *End Point Rate*. Metode NSM digunakan untuk menghitung jarak garis panta terlama yaitu tahun 1973 dengan garis pantai terbaru 2016, jarak yang bernilai positif (+) yang di artikan bahwa garis pantai maju dan bila bernilai negative(-) garis pantai mundur. Metode EPR digunakan untuk menghitung laju nilai garis pantai pada setiap tahunnya selama kurang lebih 50 tahun. Nilai EPR positif (+) berarti akresi dan nilai EPR negatif berarti abrasi. Perolehan data dengan melalui beberapa tahapan dimulai dari pengumpulan data citra Landsat tahun 1973-2016 dan dilakukan pengolahan data seperti tahap-tahap dibawah ini:

3.5.1 Koreksi Radiometric

Koreksi *radiometric* pada citra sangat penting dilakukan untuk mengkalibrasi dan memperbaiki kualitas citra yang diolah agar tampak lebih terang. Koreksi Radiometrik *radiance* dilakukan pada citra tahun 1973-2003 yaitu dari landsat 1,4-5, dan 7 pada tiap band citra landsat tersebut. Koreksi Radiometrik menggunakan *fast line-of-sight atmospheric analysis of hypercubes (flaahs)* sesuai prosedur klibrasi Radiometrik pada Envi. Citra Landsat 8 dengan pankromatik yang kualitas citra yang lebih baik dan tidak diperlukankalibrasi Radiometrik nilai reflektannya, karena nilai pada tiap bandnya sudah cukup baik.

3.5.2 Koreksi Geometric

Langkal awal pengolahan data citra satelit dengan melakukan koreksi geometrik dan radiometrik. koreksi geometrik untuk mengkoreksi distorsi spasial obyek pada citra sehingga posisi obyek yang terekam sesuai dengan koordinat dilapangan.

Titik kontrol yang ditentukan merupakan titik-titik dari obyek yang bersifat permanen dan dapat diidentifikasi di atas citra dan peta dasar. Koreksi radiometrik (penajaman citra) ditujukan untuk memperbaiki nilai pixel supaya lebih sesuai dengan yang seharusnya, karena banyak faktor dari atmosfer sebagai sumber kesalahan utama. Efek atmosfer menyebabkan nilai pantulan obyek dipermukaan bumi yang terekam menjadi bukan merupakan nilai aslinya, tetapi menjadi kecil karena proses serapan.

Setelah citra terkoreksi, langkah selanjutnya melakukan klasifikasi penutupan lahan dengan menggunakan metode *supervised* atau klasifikasi terbimbing dan metode *unsupervised* atau klasifikasi tidak terbimbing. Pertama yang dilakukan adalah melakukan klasifikasi *unsupervised* atau klasifikasi tidak terbimbing dengan menggunakan IsoData, kemudian dilanjutkan dengan klasifikasi *supervised* atau klasifikasi terbimbing yang bertujuan untuk pemanfaatan lahan secara pasti berdasarkan pada survei lapang. Koreksi geometrik dan radiometrik bertujuan untuk mengubah nilai secara digital dari masing-masing piksel citra kedalam nilai radian dan reflektan.

3.5.3 Cropping

Pemotongan citra atau *cropping* merupakan tahapan yang dilakukan dalam pengolahan citra dengan memotong citra kedalam ukuran yang lebih kecil. Pemotongan citra dilakukan untuk membatasi citra yang akan dianalisis hanya pada daerah penelitian dan untuk mempercepat proses pengolahan berikutnya dengan hasil pemotongan dengan kapasitas yang lebih kecil dan dengan kesesuaian yang dibutuhkan.

3.5.4 Delinasi Batas Darat dan Laut

Deliniasi daratan dan laut dilakukan dengan tujuan sebagai gambaran batas antara daratan dan perairan yang digunakan untuk memperjelas posisi dan letak garis pantai pada citra. Delinasi darat dan laut dilakukan dengan metode *Modified Normalised Difference Water Index* atau biasa di singkat dengan MNDWI. Untuk landsat TM dan ETM+ yaitu:

$$MNDWI = \frac{Green - MIR}{Green + MIR}$$

untuk landsat OLI menggunakan rumus:

$$MNDWI = \frac{Green - SWIR 1}{Green + SWIR 1}$$

MNDWI merupakan suatu metode yang digunakan untuk mempertegas perbedaan antara darat dengan laut. *Band* yang digunakan dengan panjang gelombang 0,52-0,60 mikrometer dan *band* dengan panjang gelombang 1,55-1,75 mikrometer.

3.5.5 Digital Shoreline Analysis System (DSAS)

Analisis data perubahan garis pantai dengan menggunakan perangkat lunak *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). Garis acuan yang di gunakan tahun awal peta tahun 1965, akan dilakukan analisis selama jangka waktu per 10 tahun, mengukur jarak peubahan garis pantai antara garis pantai yang terlama dan garis pantai yang terbaru, menghitung laju perubahan per 10 tahunnya.

3.5.5.1 Pendekatan *Threshold*

Pendekatan threshold atau ambang batas merupakan pendekatan yang digunakan untuk memisahkan daratan dan lautan. Untuk memudahkan pengklasifikasian perubahan batas darat dan laut

3.5.5.2 Pendekatan *Band Ratio*

Pendekatan *Band Ratio* merupakan pendekatan yang digunakan untuk menutupi kelemahan yang dihasilkan oleh pendekatan *threshold*. Kelemahan dari pendekatan *threshold* adalah tidak akurat digunakan pada pantai berlumpur dan bervegetasi. Rasio gelombang *near-infrared* dengan gelombang hijau (band 5 dan band 3) menghasilkan batas darat-air pada daerah pantai yang tertutup vegetasi, sedangkan rasio gelombang *mid-infrared* (SWIR-1) dengan gelombang hijau (band 6 dan band 3) menghasilkan batas darat-air dari daerah yang tertutup oleh pasir dan tanah. Citra hasil pendekatan *threshold* dan *band ratio* digabungkan menjadi satu citra untuk dapat diklasifikasikan. Hasil klasifikasi dikonversi kedalam bentuk vector untuk mendapatkan garis pantai.

3.5.6 Validasi Garis Pantai

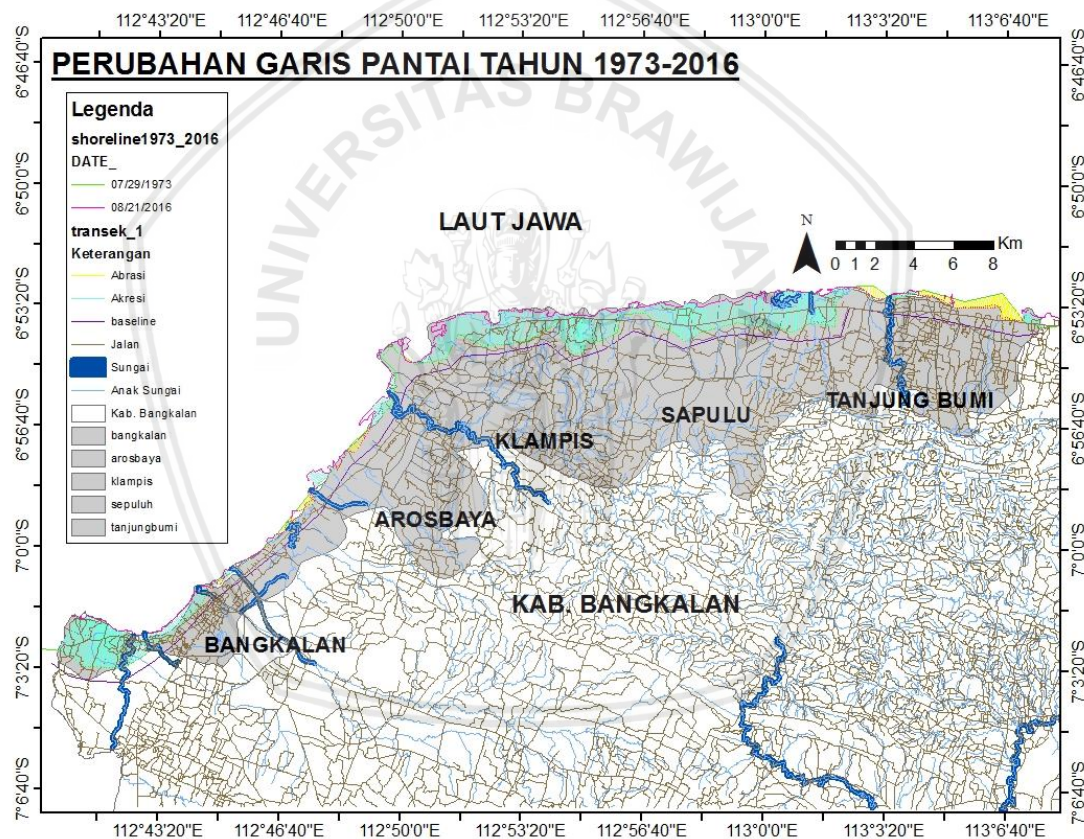
Validasi garis pantai dilakukan dengan cara mengoverlay pengolahan garis pantai dari perolehan hasil DSAS dengan garis pantai tracking survei lapang. Dua hasil dari pengolahan DSAS dan Titi Trancking disatukan untuk dianalisis perubahan yang terjadi sesuai atau tidaknya dari pengolahan DSAS dan lokasi di lapang yang di ambil secara langsung.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Pembahasan

4.1.1 Perubahan Garis Pantai

Pesisir utara Kabupaten Bangkalan dari hasil analisa perubahan garis pantai dengan menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) telah mengalami perubahan garis pantai pada beberapa area tertentu selama kurun waktu tahun 1973 hingga 2016 beserta hasil suvey lapang tahun 2018 dapat dilihat pada gambar 7 dibawah. Keterangan nama Lokasi dari peta pada gambar dapat dilihat pada tabel 3.

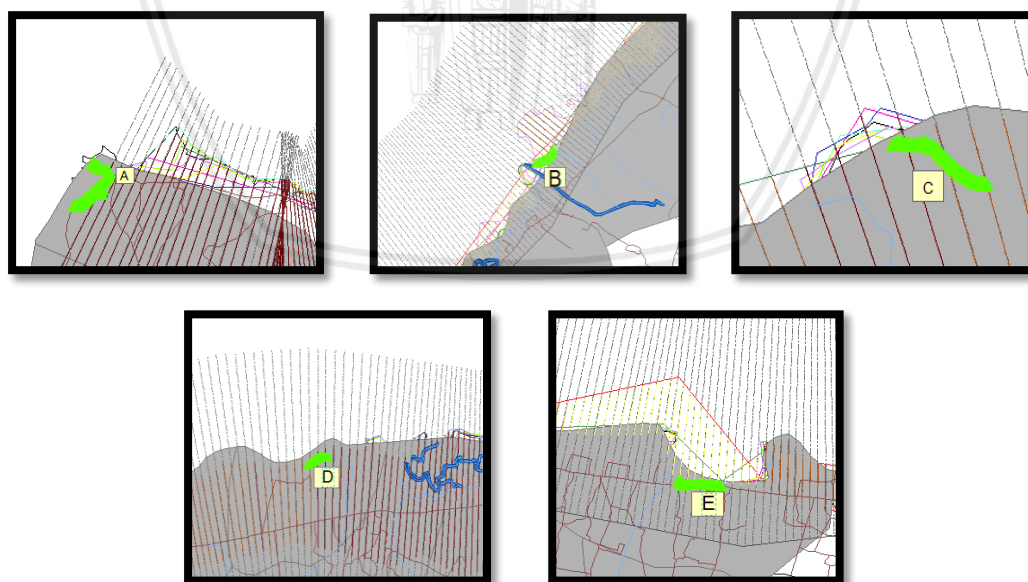


Gambar 6. Perubahan Garis Pantai tahun 1973-2016 dan Track Lapang

Tabel 3. Wilayah Studi Kasus

Kode pada Peta	Kecamatan	Desa
A	Bangkalan	Ujung Piring
B	Arosbaya	Pandan Panjang
C	Sepulu	Moarah
D	Klampis	Labuhan
E	Tanjungbumi	Telaga/Tlaga Biru

kode pada peta dipilih berdasarkan hasil pengolahan dari perhitungan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) yang terjadi perubahan paling signifikan selama ± 50 tahun dengan metode *Net Shoreline Movement* (NSM) yang digunakan untuk menghitung jarak garis pantai terlama yaitu tahun 1973 dengan garis pantai terbaru yaitu tahun 2016, dan *End Point Rate* (EPR) digunakan untuk menghitung laju dari perubahan garis pantai. Metode NSM mengukur jarak dari tahun 1973-2016 yang bernilai positif (+) yang artinya garis pantai mengalami penambahan daratan dan yang bernilai negatif (-) artinya pantai mengalami pengikisan. Metode EPR yang di mana perolehan data dengan nilai positif (+) berarti mengalami Akresi dan data yang bernilai negatif (-) mengalami abrasi.



Gambar 7. Track Pengamatan dan transek DSAS tiap Desa

- Hasil pengamatan lapang, lokasi A Desa Ujung Piring Kecamatan Bangkalan, wilayah yang masuk pada ujung kampung Ujung Piring, tampak dipenuhi oleh hutan mangrove yang sangat lebat, dekat dengan area pabrik pembuatan kapal, jika dibandingkan dengan hasil pengolahan DSAS pada titik lokasi pengamatan adalah sama, namun di temukan banyak perubahan yang terjadi selama 50 tahun diduga akibat terjadinya perubahan garis pantai adanya pabrik perbaikan kapal yang dekat dengan lokasi ini, dan juga pengaruh dari jembatan suramadu yang berdampak pada perubahan garis pantai.
- Hasil pengamatan lapang, lokasi B Desa Pandan Lantang Kecamatan Arosbaya, lokasinya masih jauh dari lokasi penduduk terletak berdampingan pada pantai pocokan yang di mana pantai tersebut di manfaatkan sebagai lokasi wisata, tidak ditemukan tanaman mangrove, terdapat bangunan groin yang telah di bangun oleh pemerintah setempat sekitar 2 tahun yang lalu pada tahun 2016, lokasi ini cepat terjadi perubahan karena lokasi yang dekat dengan muara sungai. Jika dibandingkan dengan hasil pengolahan DSAS pada titik lokasi pengamatan lokasi B adalah sama dan diduga perubahan garis pantai yang terjadi akibat terdapat muara sungai yang mengakibatkan penumpukan sedimen.
- Hasil pengamatan lapang, lokasi C Desa Moarah Kecamatan Klampis, lokasinya tidak jauh dibelakang rumah penduduk, terdapat banyak sawah dan lahan kosong dan hanya beberapa ditemukan tanaman mangrove yang tampak terjadi perubahan garis pantai diduga akibat saat pasang sedimen banyak yang terbawa oleh air laut. Jika dibandingkan dengan hasil pengolahan DSAS pada titik lokasi pengamatan lokasi C adalah sama, perubahan garis pantai di lokasi ini diduga dari anak sungai dan akibat pasang surut yang mengakibatkan cukup banyak pengikisan garis pantai.

- Hasil pengamatan lapang, lokasi D Desa Labuhan Kecamatan Sapulu, lokasi berada dekat dengan pelabuhan banyak kapal yang sedang parkir di lokasi penelitian, terdapat lokasi taman pendidikan mangrove yang dibiarkan sudah tidak beroperasi lagi dan banyak bibit-bibit mangrove yang dibiarkan, dekat dengan pemukiman penduduk yang juga banyak tambak garam dan ikan banyak tanaman mangrove yang terkikis ombak dan mulai berkurang namun kurang perhatian khusus untuk dilakukan tindakan penanganan. Jika dibandingkan dengan hasil pengolahan DSAS pada titik lokasi pengamatan lokasi D adalah sama, perubahan garis pantai di lokasi ini diduga akibat dari lokasi yang dekat dengan pelabuhan tempat parkir kapal nelayan, mangrove yang mulai terkikis, adanya lokasi tambak yang semakin banyak.
- Hasil pengamatan lapang, lokasi E Desa Tlaga Biru Kecamatan Tanjung bumi, lokasi ini berada tepat berbatasan dengan jalan raya, terdapat jembatan yang menyatukan muara sungai. Jika dibandingkan dengan hasil pengolahan DSAS pada titik pengamatan lokasi E adalah sama, perubahan garis pantai diduga dari muara sungai yang membawa material dari sungai dan dari pasang surut yang tidak terduga.

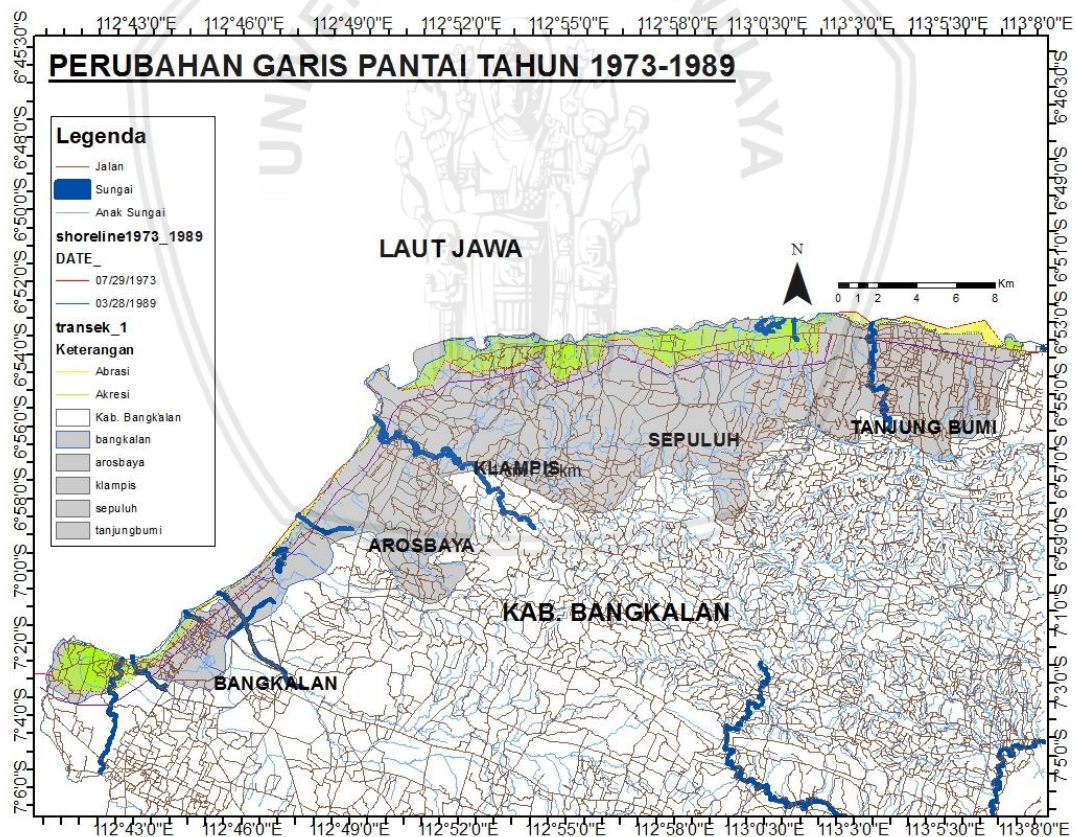
Tabel 4. Nilai perubahan garis pantai tahun 1973-2016

Desa	Net Shoreline Movement (m)			End Point Rate (m)			Keterangan
	Tertinggi	Terendah	Rata-rata	Tertinggi	Terendah	Rata-rata	
Ujung Piring	2428.16	1931.77	-691.36	56.38	44.86	50.21	Akresi
Pandan Panjang	723.7	50.13	394.08	16.8	1.16	9.14	Akresi
Moarah	1353	168.75	709.60	31.42	3.92	16.47	Akresi
Labuhan	1780.64	1076.23	1381.56	41.35	24.99	32.08	Akresi
Telaga/Tlaga Biru	-144.16	-1155.82	-691.36	-3.35	-26.84	-16.05	Abrasi



4.1.1.1 Tahun 1973-1989

Perubahan garis pantai untuk tahun 1973 -1989 seperti yang dapat dilihat pada gambar 8 dan 9 dibawah yang menunjukkan garis pantai di tahun 1973-1989 selama 16th terlihat terjadi akresi pada keseluruhan garis pantai hanya tampak beberapa lokasi yang sedang mengalami abrasi. Kesesuaian hasil pengolahan DSAS dengan pengamatan lapang menunjukkan hasil yang sesuai. Akresi tertinggi terdapat pada desa Ujung Piring dengan nilai rata-rata EPR 144.82 m, dan nilai NSM/jarak 2268.5m. Abrasi tertinggi terdapat pada desa Tlaga Biru dengan nilai rata-rata EPR -42.08m, dan NSM/jarak -659.14m.



Gambar 8. Perubahan garis pantai tahun 1973-1989

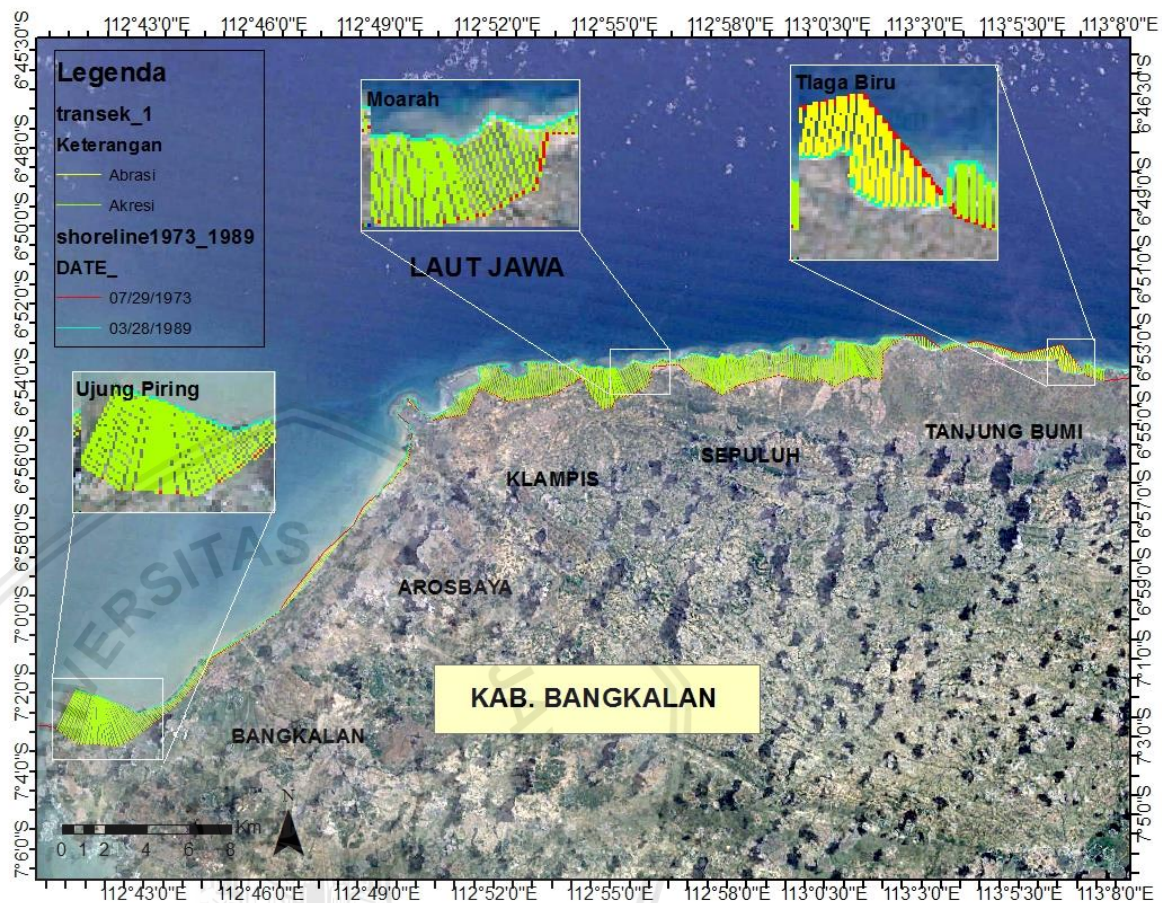
Pada pengamatan perubahan garis pantai yang bertujuan untuk mengamati perubahan garis pantai sebelum berkembangnya pembangunan. Perubahan garis pantai yang terjadi pada tahun 1973-1989. Dari data pengolahan DSAS dan kesesuaian dilokasi penelitian Kec. Bangkalan dan Klampis mengalami dinamika perubahan garis pantai baik akresi maupun abrasi, selama 16 tahun yang mendominasi terjadinya akresi pada kecamatan Bangkalan, Klampis, sapulu. Kecamatan Arosbaya dan Tanjungbumi mengalami abrasi.

Terjadinya dinamika perubahan garis pantai akresi serta abrasi diduga data garis pantai tahun 1973-1989 bersumber dari citra satelit L1-5 yang dimana masih menggunakan sensor Multispektral yang mengakibatkan pada tahun awal (1973) tampak pada hasil pengolahan garis pantai terdapat banyak tutupan awan akibatnya juga berpengaruh dalam pengolahan DSAS awan yang tampak juga ikut terbaca pada saat mengkoreksi MNDWI (memisahkan batas darat dan laut). Selain dari tutupan awan data garis pantai bisa terpengaruh oleh perbedaan kondisi muka air laut yang di ambil pada waktu yang berbeda pula (dipengaruhi musim), serta data yang tersedia pada citra landsat. Perubahan akresi dan abrasi juga kemungkinan terjadi secara alami dari muara sungai karena rentan terhadap perubahan garis pantai serta pengaruh musiman, area tambak yang dekat dengan pantai, pasang surut yang membawa sedimen oleh bantuan angin, alihfungsi pantai menjadi tambak, aktifitas pelabuhan dan tempat parkir kapal. Serta belum adanya bangunan pelindung pantai yang mengurangi terjadinya akresi dan abrasi.

Tabel 5. Nilai perubahan garis pantai tahun 1973-1989

Desa	Net Shoreline Movement (m)			End Point Rate (m)			Keterangan
	Tertinggi	Terendah	Rata-rata	Tertinggi	Terendah	Rata-rata	
Ujung Piring	2414.26	2082.92	2268.5	154.14	132.98	144.82	Akresi
Pandan Panjang	-213.37	-243.15	-227.74	-13.62	-15.52	-14.53	Abrasi
Moarah	1435.26	154.65	914.85	91.63	9.87	58.41	Akresi
Labuhan	1469.43	1086.6	1217.95	93.81	69.37	77.75	Akresi
Telaga/Tlaga Biru	-86.64	-1081.88	-659.14	-5.53	-69.07	-42.08	Abrasi

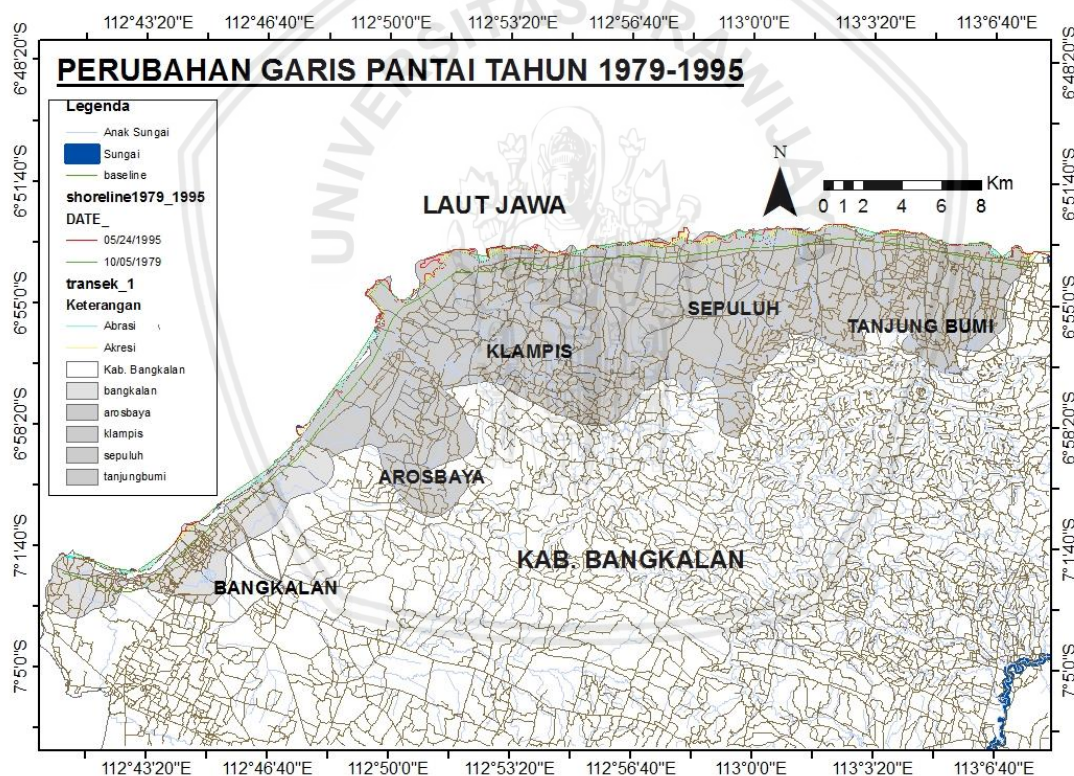




Gambar 9. Wilayah akresi dan abrasi tahun 1973-1989

4.1.1.2 Tahun 1979-1995

Perubahan garis pantai untuk tahun 1979 dan 1995 seperti yang dapat dilihat pada gambar 10 dan 11 dibawah yang menunjukkan garis pantai di tahun 1979-1995 selama 16th terlihat terjadi abrasi. 4 desa meliputi; Ujung Piring, Moarah, Labuhan, Tlaga Biru mengalami abrasi dan desa Pandan Panjang mengalami akresi. Kesesuaian hasil pengolahan DSAS dengan pengamatan lapang menunjukkan hasil yang sesuai. Akresi tertinggi terjadi pada desa Pandan Panjang dengan nilai rata-rata EPR 5.76m, dan nilai NSM/jarak 90.19m. Abrasi tertinggi terdapat pada desa Tlaga Biru dengan nilai rata-rata EPR -15.3m, dan NSM/jarak -239.8m.

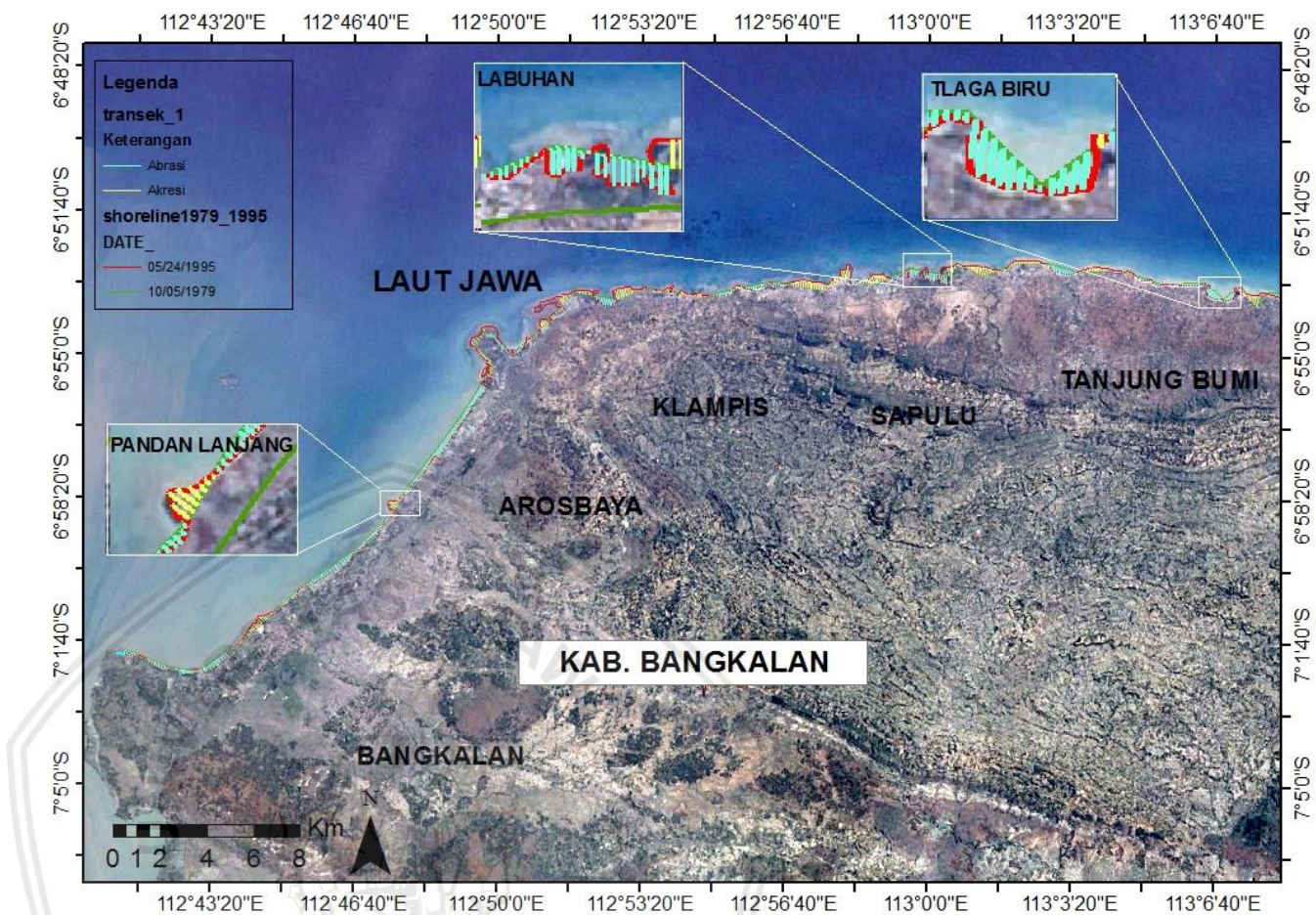


Gambar 10. Perubahan garis pantai tahun 1979-1995

Tabel 6. Nilai perubahan garis pantai tahun 1979-1995

Desa	Net Shoreline Movement (m)			End Point Rate (m)			Keterangan
	Tertinggi	Terendah	Rata-rata	Tertinggi	Terendah	Rata-rata	
Ujung Piring	-4.35	-212.26	-93.77	-0.28	-13.58	-5.99	Abrasi
Pandan Panjang	363.36	-102.57	90.19	23.24	-6.56	5.76	Akresi
Moarah	102.96	-229.81	-40.715	6.59	-14.7	-2.6	Abrasi
Labuhan	11.98	-362.87	-1217.95	0.77	-362.87	-11.003	Abrasi
Telaga/Tlaga Biru	-29.42	-408.98	-239.8	-1.88	-26.16	-15.33	Abrasi

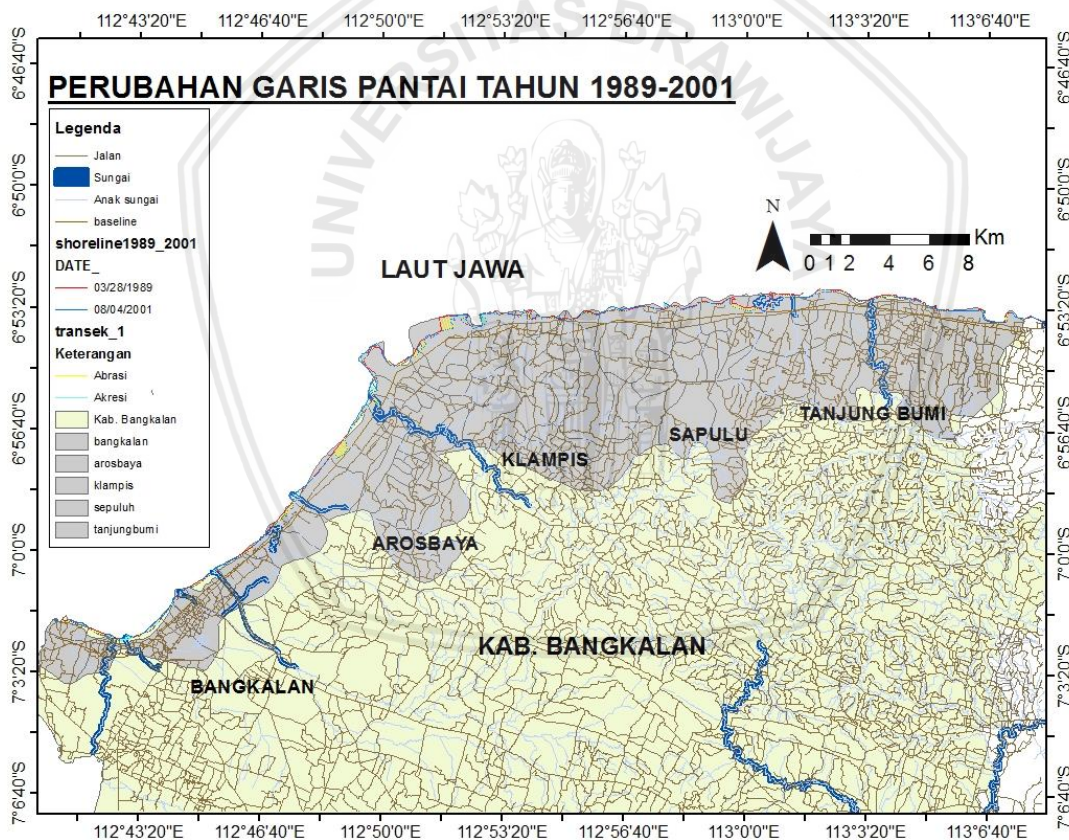




Gambar 11. Wilayah akresi dan abrasi tahun 1979-1995

4.1.1.3 Tahun 1989-2001

Perubahan garis pantai tahun 1989-2001 seperti yang dapat dilihat pada gambar 12 dan 13 dibawah yang menunjukkan bahwa selama 12th tampak terjadi dinamika garis pantai 3 desa Ujung Piring, Pandan Lanjang, dan Tlaga Biru terjadi akresi, dua desa Moarah dan Labuhan terjadi Abrasi. Kesesuaian hasil pengolahan DSAS dengan pengamatan lapang menunjukkan hasil yang sesuai. Akresi tertinggi terjadi pada desa Pandan Lanjang dengan nilai rata-rata EPR 7.73m, dan nilai NSM/jarak 12.94m. Abrasi tertinggi terdapat pada desa Tlaga Biru dengan nilai rata-rata EPR -7.79m, dan NSM/jarak -96.21 m.

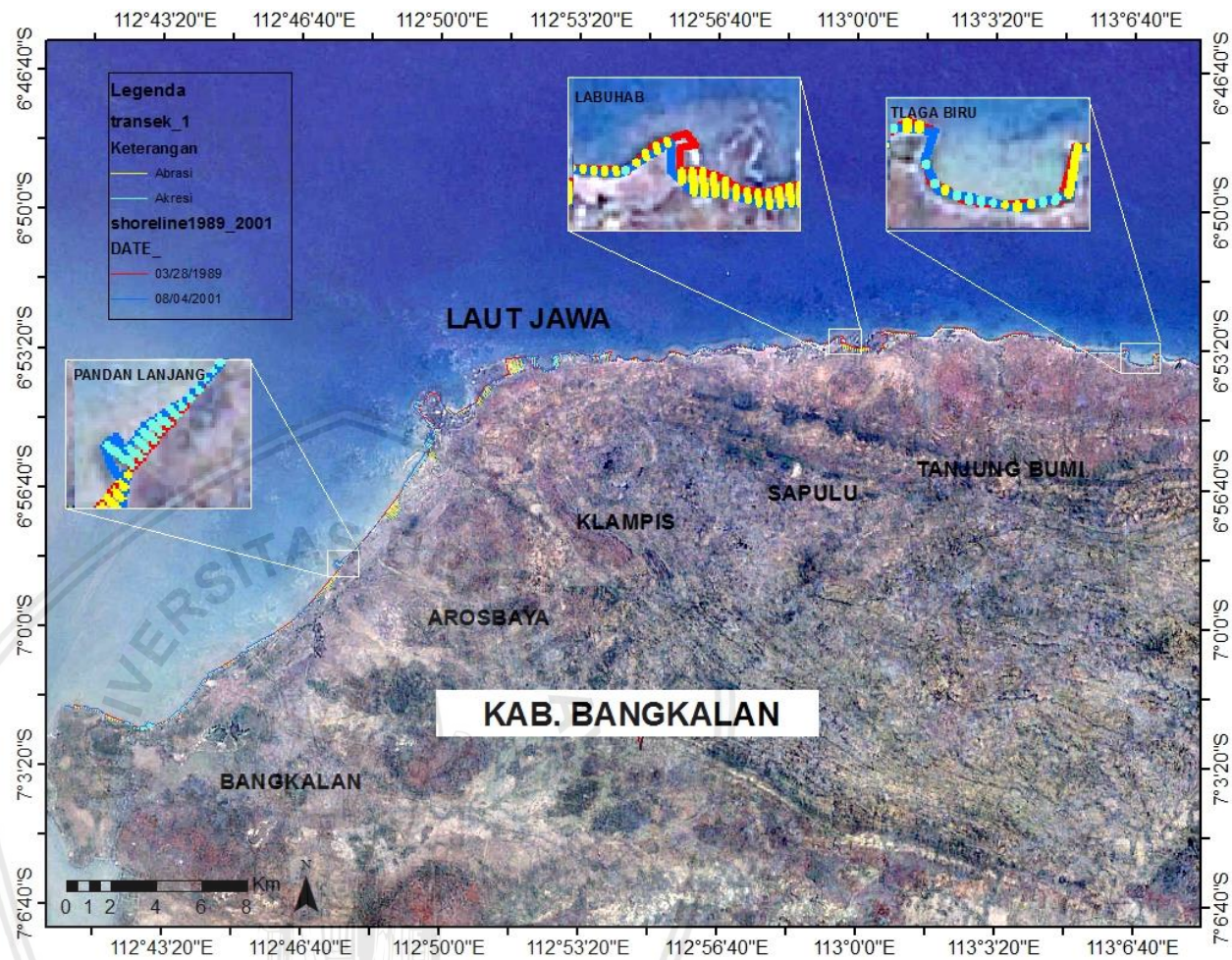


Gambar 12. Perubahan garis pantai tahun 1989-2001

Tabel 7. Nilai perubahan garis pantai tahun 1989-2001

Desa	Net Shoreline Movement (m)			End Point Rate (m)			Keterangan
	Tertinggi	Terendah	Rata-rata	Tertinggi	Terendah	Rata-rata	
Ujung Piring	96.71	-91.38	12.94	7.83	-7.4	1.04	Akresi
Pandan Panjang	332.14	-102.57	95.53	26.89	0.34	7.73	Akresi
Moarah	-13.59	-75.34	-40.71	-1.1	-6.1	-3.29	Abrasi
Labuhan	-14.81	-211.26	-96.21	-1.2	-17.1	-7.79	Abrasi
Telaga/Tlaga Biru	34.01	-33.35	5.26	2.75	-2.7	0.42	Akresi

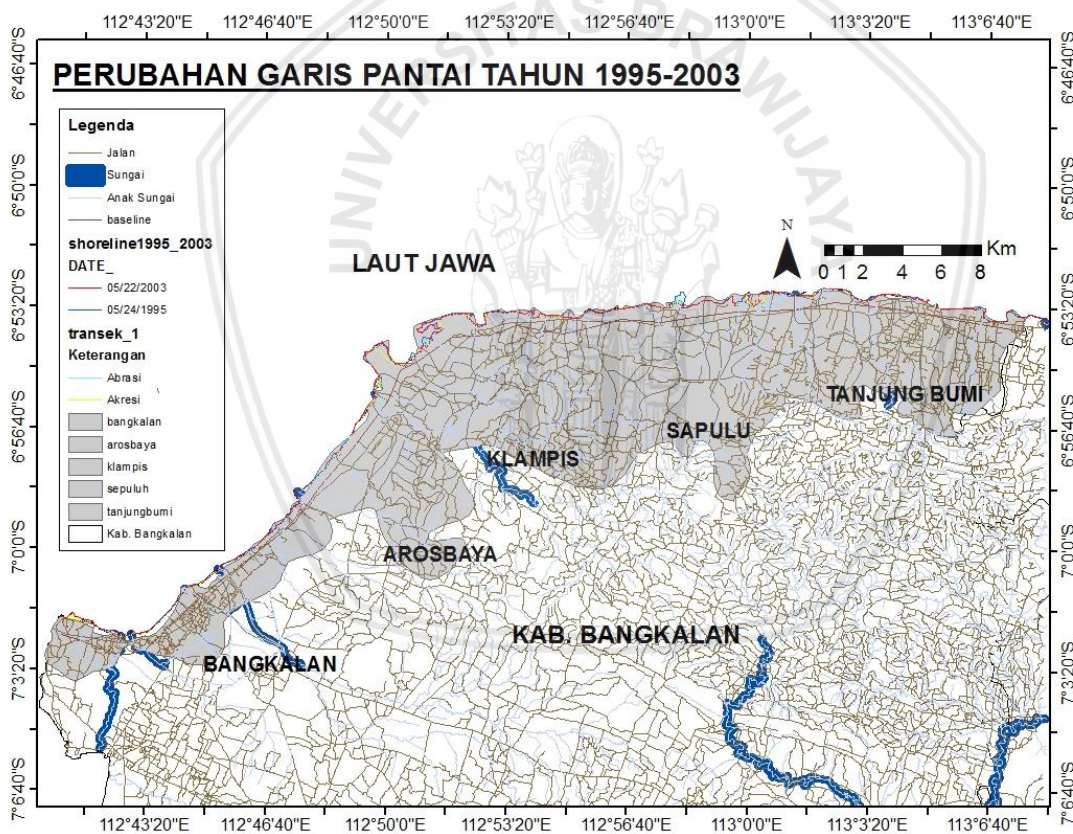




Gambar 13. Wilayah akresi dan abrasi tahun 1989-2001

4.1.1.4 Tahun 1995-2003

Perubahan garis pantai untuk tahun 1995-2003 seperti yang dapat dilihat pada gambar 14 dan 15 dibawah yang menunjukkan selama 8th terlihat terjadi dinamika garis pantai 3 desa Pandan Panjang, Moarah, dan Tlaga Biru mengalami abrasi, 2 desa lain Ujun Piring, dan Labuhan mengalami akresi. Kesesuaian hasil pengolahan DSAS dengan pengamatan lapang menunjukkan hasil yang sesuai. Akresi tertinggi terjadi pada desa Ujung Piring dengan nilai rata-rata EPR 14.81m, dan nilai NSM /jarak 12.94118.46m. Abrasi tertinggi terdapat pada desa Pandan Panjang dengan nilai rata-rata EPR -3.43m, dan NSM /jarak -27.41m.

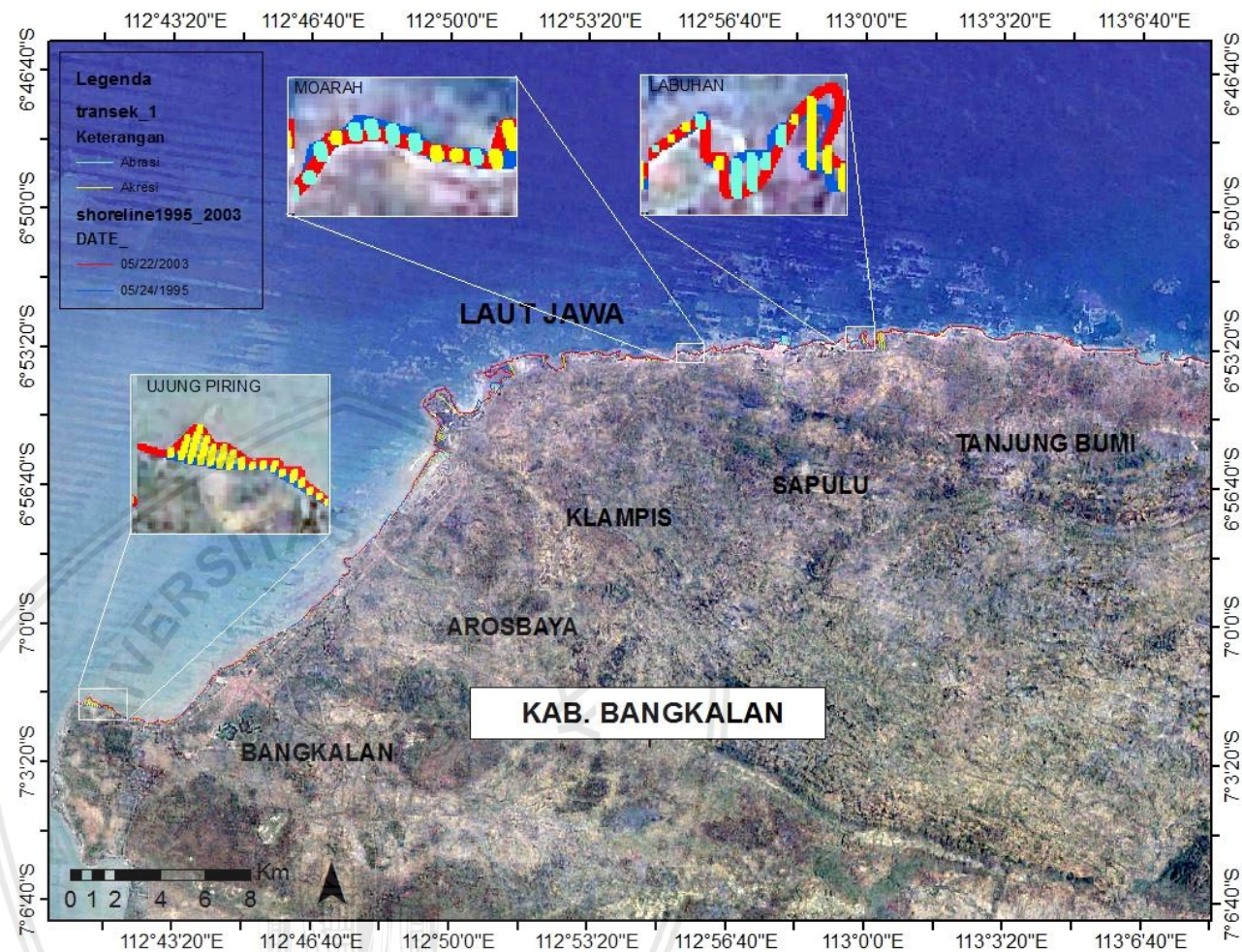


Gambar 14. Perubahan garis pantai tahun 1995-2003

Tabel 8. Nilai perubahan garis pantai tahun 1995-2003

Desa	Net Shoreline Movement (m)			End Point Rate (m)			Keterangan
	Tertinggi	Terendah	Rata-rata	Tertinggi	Terendah	Rata-rata	
Ujung Piring	348.01	14.37	118.46	43.53	1.8	14.81	Akresi
Pandan Panjang	-15.89	-52.59	-27.41	-1.99	-6.58	-3.43	Abrasi
Moarah	24.75	-49.44	-23.28	3.1	-6.18	-2.91	Abrasi
Labuhan	39	-51.26	3.38	4.88	-6.41	0.42	Akresi
Telaga/Tlaga Biru	5.21	-44.82	18.89	0.65	-5.61	-2.36	Abrasi

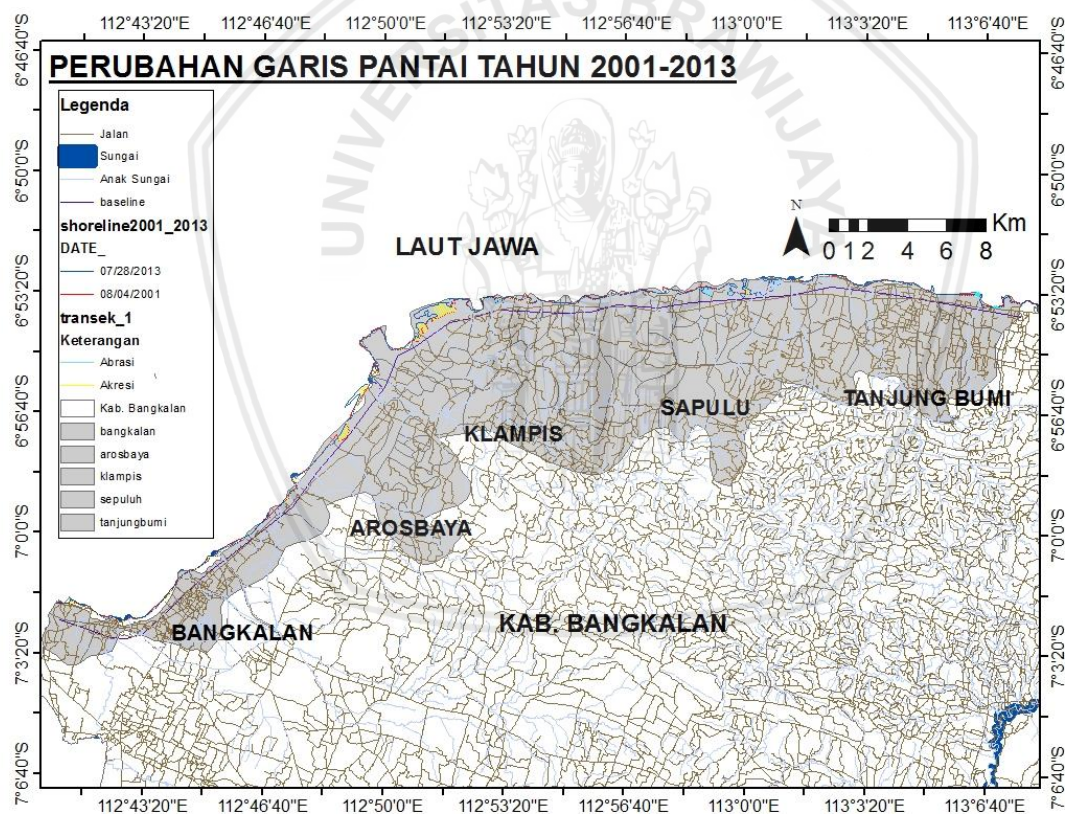




Gambar 15. Wilayah akresi dan abrasi tahun 1995-2003

4.1.1.5 Tahun 2001-2013

Perubahan garis pantai untuk tahun 2001-2013 seperti yang dapat dilihat pada gambar 16 dan 17 dibawah yang menunjukkan selama 12th terlihat terjadi dinamika garis pantai 3 desa Pandan Lanjang, Labuhan, dan Tlaga Biru mengalami abrasi, 2 desa lain Ujung Piring dan Moarah mengalami abrasi. Kesesuaian hasil pengolahan DSAS dengan pengamatan lapang menunjukkan hasil yang sesuai. Akresi tertinggi terjadi pada desa Ujung Piring dengan nilai rata-rata EPR 3.18m, dan nilai NSM /jarak 38.2m. Abrasi tertinggi terdapat pada desa Pandan Lanjang dengan nilai rata-rata EPR -10.48m, dan NSM /jarak -125.62m.

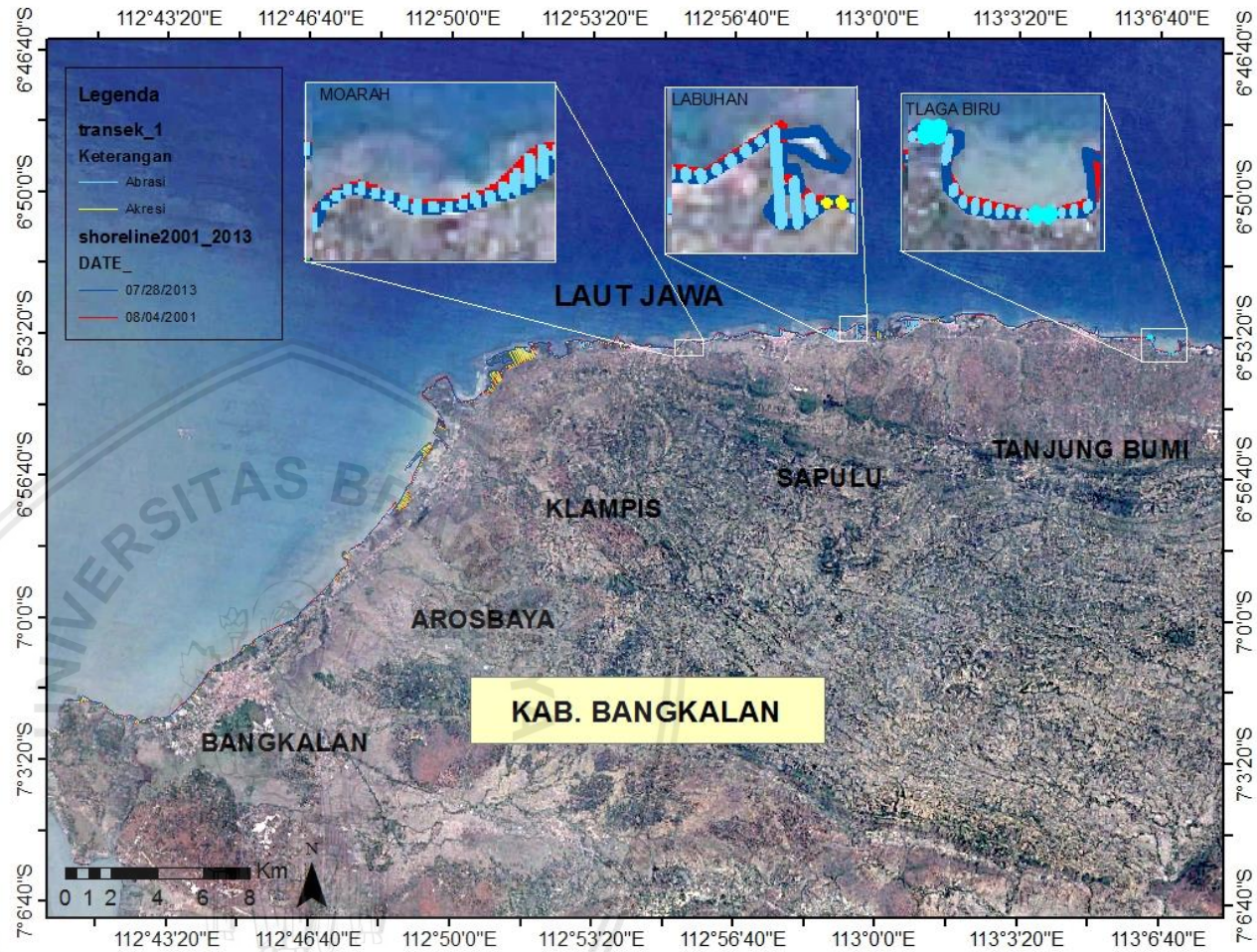


Gambar 16. Perubahan garis pantai tahun 2001-2013

Tabel 9. Nilai perubahan garis pantai tahun 2001-2013

Desa	Net Shoreline Movement (m)			End Point Rate (m)			Keterangan
	Tertinggi	Terendah	Rata-rata	Tertinggi	Terendah	Rata-rata	
Ujung Piring	240.01	-5.83	38.2	20.03	-0.49	3.18	Akresi
Pandan Panjang	31.36	-35.65	-12.66	2.62	-2.98	-1.05	Abrasi
Moarah	-12.9	-50.94	-30.46	-1.08	-4.25	2.54	Akresi
Labuhan	12.8	-605.27	-125.62	1.07	-50.52	-10.48	Abrasi
Telaga/Tlaga Biru	16.42	-71.03	-36.54	1.37	-5.93	-3.05	Abrasi

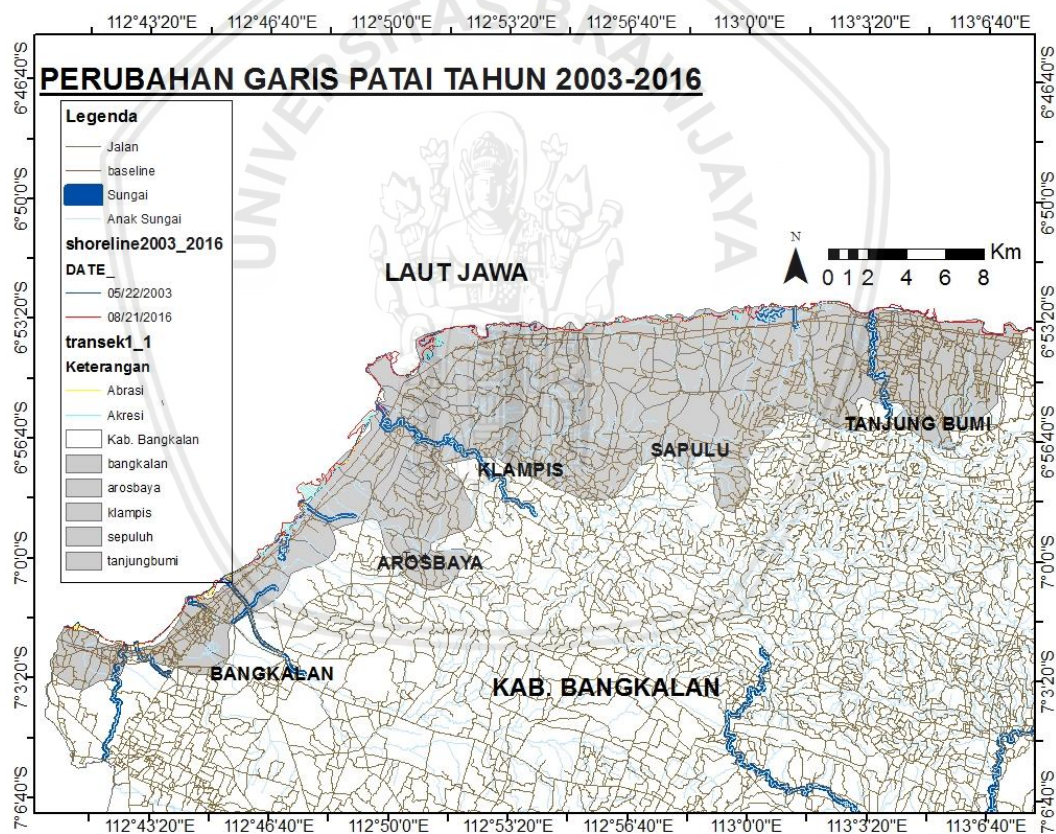




Gambar 17. Wilayah akresi dan abrasi tahun 2001-2013

4.1.1.6 Tahun 2003-2016

Perubahan garis pantai untuk tahun 2003-2016 seperti yang dapat dilihat pada gambar 18 dan 19 dibawah yang menunjukkan selama 13th terlihat terjadi dinamika garis pantai. 3 desa Pandan Panjang, Labuhan, Tlaga biru terjadi akresi, 2 desa lain Ujung Piring, dan Moarah terjadi abrasi. Kesesuaian hasil pengolahan DSAS dengan pengamatan lapang menunjukkan hasil yang sesuai. Akresi tertinggi terjadi pada desa Pandan Panjang dengan nilai rata-rata EPR 35.07m, dan nilai NSM/jarak 463.91m. Abrasi tertinggi terdapat pada desa Ujung Piring dengan nilai rata-rata EPR -4.31m, dan NSM/jarak -19.38m

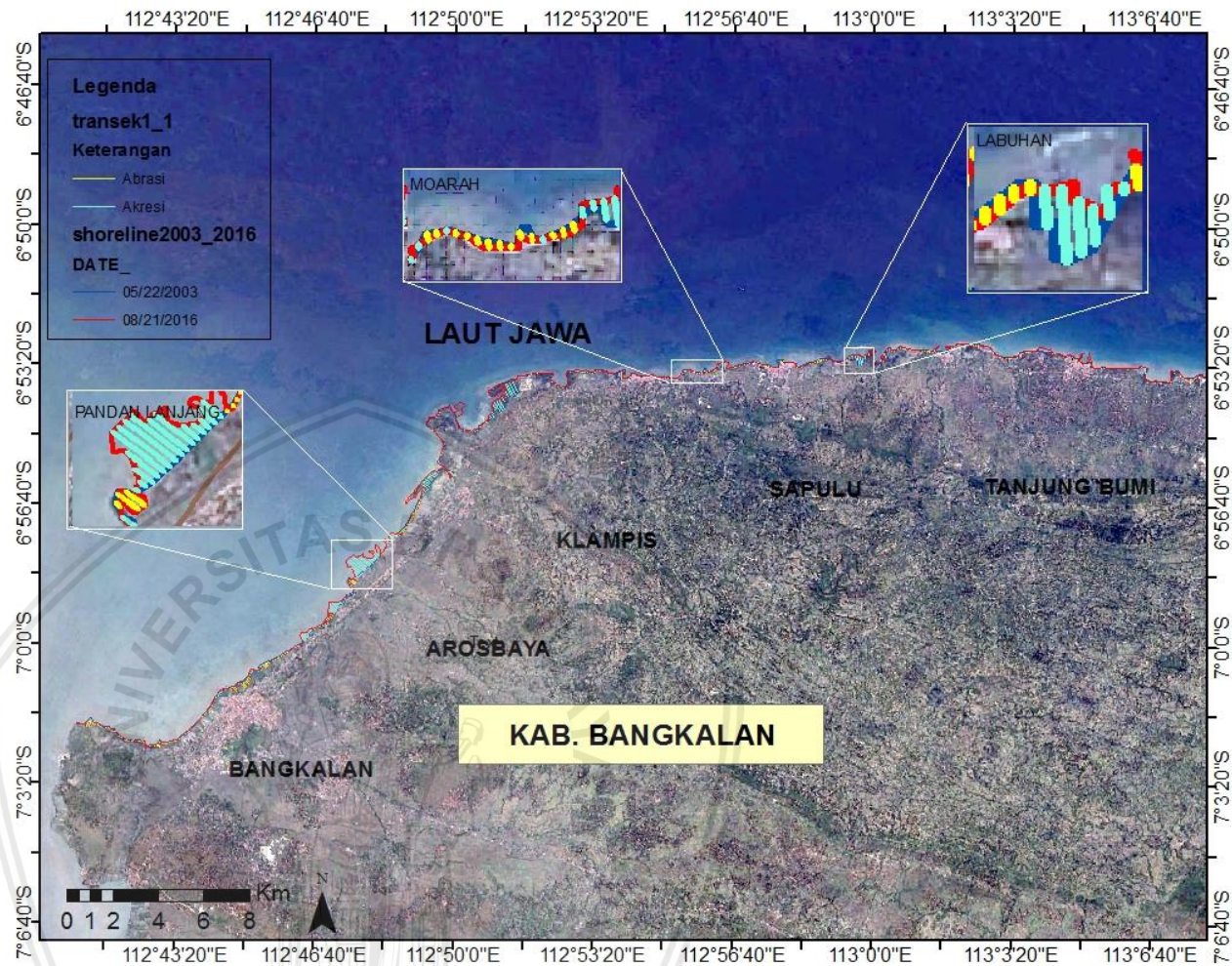


Gambar 18. Perubahan garis pantai tahun 2003-2016

Tabel 10. Nilai perubahan garis pantai tahun 2003-2016

Desa	Net Shoreline Movement (m)			End Point Rate (m)			Keterangan
	Tertinggi	Terendah	Rata-rata	Tertinggi	Terendah	Rata-rata	
Ujung Piring	16.83	-342.2	-19.38	1.27	-1.46	-4.31	Abrasi
Pandan Panjang	865.63	44.87	463.91	65.32	3.39	35.07	Akresi
Moarah	4.66	-46.65	-20.52	0.35	-3.52	-1.55	Abrasi
Labuhan	454.62	-52.27	126.99	34.31	-3.94	9.58	Akresi
Telaga/Tlaga Biru	67.27	-45.54	3.9	5.08	-3.44	0.295	Akresi





Gambar 19. Wilayah akresi abrasi tahun 2003-2016

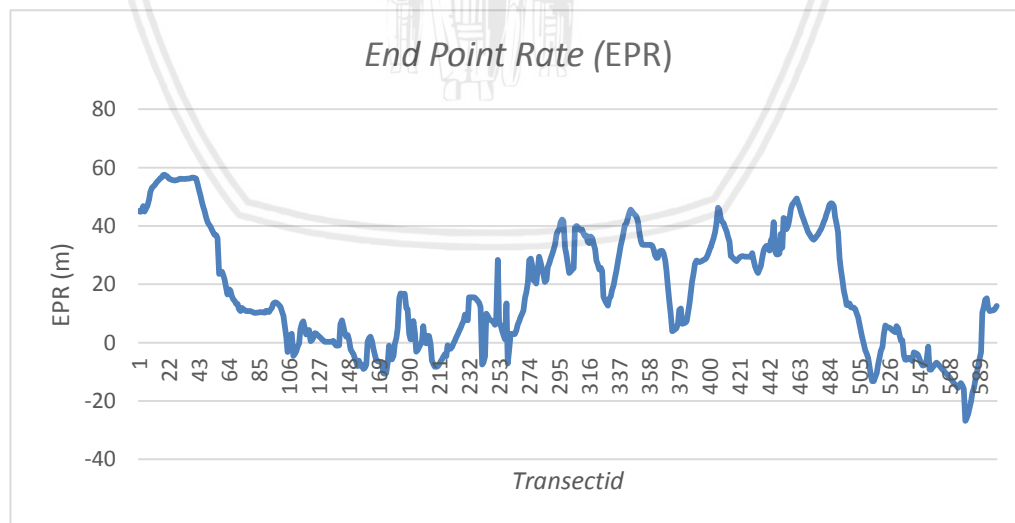
4.1.2 Prediksi Perubahan Garis Pantai

Prediksi perubahan garis pantai dilakukan untuk mengetahui kemungkinan dari terjadinya perubahan garis pantai yang akan terjadi di masa mendatang. Prediksi dari penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai perubahan prediksi selama 5 tahun kedepan dengan nilai koefisien korelasi (R^2) mendekati 1. Nilai prediksi perubahan garis pantai dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan lokasi tersebut di masa mendatang akan mengalami perubahan garis pantai untuk 5 tahun kedepan. Berikut rata-rata perubahan pada 50 tahun sebelumnya dan rata-rata setiap desa lokasi pengamatan serta prediksi pada tahun yang akan datang.

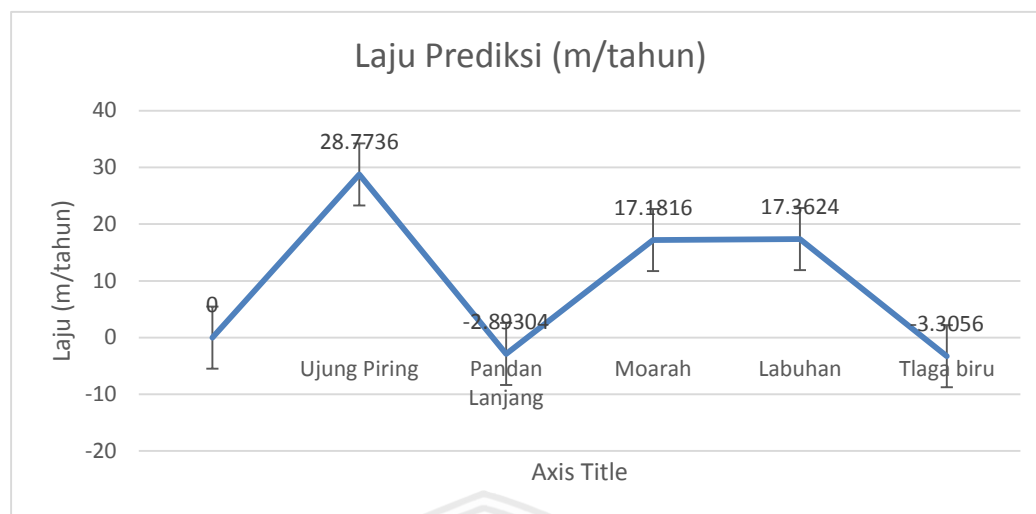
Koefisien korelasi 3 kategori:

$$-1 \leq r^2 \leq 1$$

1. Korelasi hubungan positif: $0 < r \leq 1$
2. Tidak berkorelasi (tidak berhubungan): $r^2 = 0$
3. Korelasi (hubungan) negatif: $-1 < r^2 < 0$



Gambar 20. Laju perubahan garis pantai tahun 1973-2016

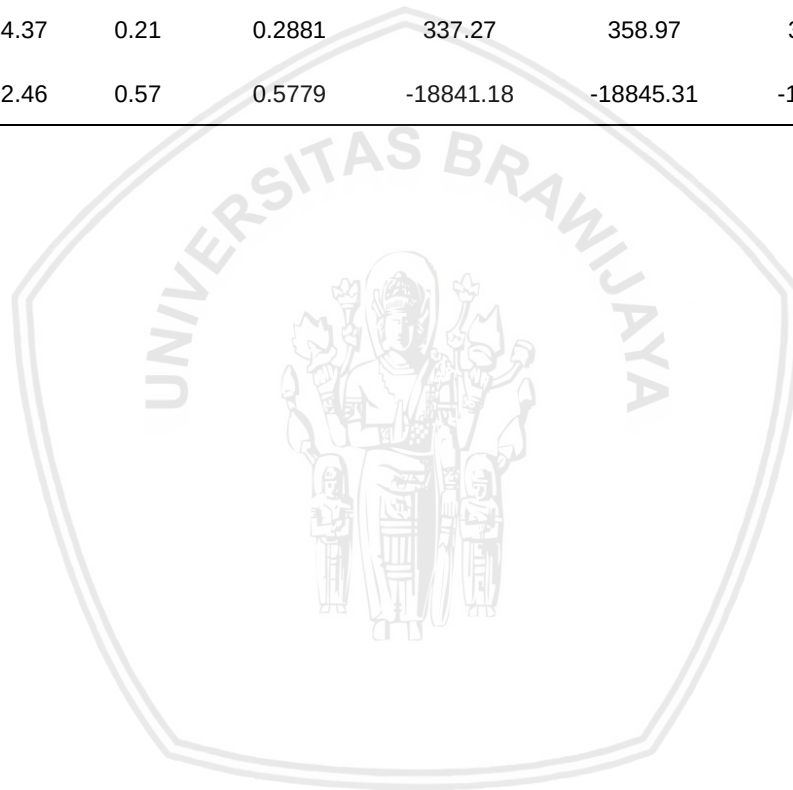


Gambar 21. Pediksi laju perubahan garis pantai 5 tahun mendatang

Berdasarkan hasil dari prediksi, wilayah yang mengalami akresi yang terjadi pada masa mendatang akan terus maju mengalami penambahan daratan kearah laut pada setiap tahunnya. Wilayah yang mengalami abrasi juga akan mengalami pengikisan dari arah daratan di setiap tahunnya. Desa Ujung Piring di prediksi akan mengalami penambahan daratan. Desa Pandan Lanjang tahun 2018 telah dibangun sistem bangunan pelindung pantai sea wall yang menjadikan tahun berikutnya tidak mengalami perubahan yang cukup besar. Desa Moarah dan Labuhan mengalami akresi 15-20 m/tahun. Dan desa Tlaga Biru mengalami abrasi -5 m/tahun.

Tabel 11. Rata-rata hasil perhitungan prediksi laju perubahan garis pantai 5 tahun mendatang

Lokasi	LRR	LR2	R ²	Rata-rata Prediksi Perubahan (Meter)					Laju Prediksi (m/tahun)
				2019	2020	2021	2022	2023	
Ujung Piring	37.64	0.51	0.3956	505.47	541.44	577.41	613.38	649.34	28.77
Pandan Panjang	3.49	0.1	0.1903	-16120.92	-16124.53	-16128.2	-16131.77	-16135.4	-2.89
Moarah	8.63	0.38	0.4178	306.66	328.13	349.61	371.09	392.56	17.18
Labuhan	14.37	0.21	0.2881	337.27	358.97	380.67	402.38	424.08	17.36
Telaga/Tlaga Biru	-12.46	0.57	0.5779	-18841.18	-18845.31	-18849.4	-18853.57	-18857.7	-3.3



Dari hasil jarak yang diperoleh pada 5 Lima desa yang telah di teliti dilakukan prediksi 5 tahun kedepan dari tahun 2019-2023 dari hasil prediksi didapatkan nilai laju akresi tertinggi terdapat pada desa Ujung Piring sebesar 28.77 m/tahun dan nilai abrasi tertinggi terdapat pada desa Tlaga Biru sebesar -3.3m/tahun. Terjadinya prediksi ditahun mendatang akan dapat berubah dan terus berlangsung sesuai kondisi yang akan terjadi dimasa mendatang, serta jika adanya bangunan –bangunan yang mendukung terjadinya perubahan prediksi garis pantai yang dapat sewaktu-waktu berubah atau berhenti jika terdapat campur tangan manusia di kemudian hari.

Prediksi perubahan garis pantai untuk masa mendatang digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam merencanakan pengelolaan yang berhubungan dengan wilayah pesisir maupun antisipasi dalam terjadinya bencana yang dapat terjadi oleh perubahan garis pantai. Dalam melakukan prediksi dari garis pantai yang dipergunakan yaitu garis pantai yang dapat mengakibatkan perubahan dari pantai yang belum atau tidak terdapat pelindung pantai serta lokasi garis pantai yang dekat dengan muara sungai, bangunan dekat pantai, bangunan tambak yang berdekatan dengan pantai atau berlokasi pada garis pantai serta bangunan pelindung pantai yang tidak permanen juga dapat mengakibatkan perubahan garis pantai. Bangunan pelindung pantai yang bersifat permanen pada prediksi garis pantai tidak diperhitungkan karena diduga tidak akan mengalami perubahan besar kecuali terjadi pengembangan wilayah pesisir.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat di ambil dari penelitian ini:

1. Selama ± 50 tahun dari tahun 1973-2016 Kabupaten Bangkalan mengalami dinamika garis pantai baik abrasi maupun akresi, namun didapati Desa Ujung Piring mengalami akresi dan Desa Tlaga Biru terjadi abrasi
2. Laju dan jarak selama ± 50 , Desa Ujung Piring mengalami akresi tertinggi 50.2 m dengan jarak -691.36 m dan Desa Tlaga Biru mengalami abrasi tertinggi -16.05 m dengan jarak -691.36 m. Desa Moarah, Labuhan dan Tlaga Biru mengalami dinamika perubahan garis pantai. Prediksi untuk 5 tahun mendatang lima desa didapati akresi tertinggi terdapat pada desa Ujung Piring sebesar 28.77 m/tahun dan nilai abrasi tertinggi terdapat pada desa Tlaga Biru sebesar -3.3 m/tahun.

5.2 Saran

Penelitian ini masih memiliki kekurangan, serta diiharapkan penelitian selanjutnya dapat mengembangkan penelitian terkait garis pantai dan perubahan prediksi tahun mendatang dan memperbaiki kekurangan yang terdapat pada penelitian ini. Diharapkan penelitian mendatang dapat menggunakan cintra satelit dengan akuisi data yang sama serta di tambahkan penyebab terjadinya perubahan garis pantai seperti pasang surut, kemiringan pantai. Mengingat dari perubahan pantai yang terjadi secara garis besar terdapat dimuara sungai dengan perubahan musiman yang tidak menentu serta jika sewaktu-waktu terdapat bangunan pelindung juga akan dapat berubah perubahan garis pantai yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, T., 2015. Principles And Applications 46.
- Akbar, A.A., Sartohadi, J., Djohan, T.S., Ritohardoyo, S., 2017. Erosi Pantai, Ekosistem Hutan Bakau Dan Adaptasi Masyarakat Terhadap Bencana Kerusakan Pantai Di Negara Tropis (*coastal erosion, mangrove ecosystems and community adaptation to coastal disasters in tropical countries*). J. Ilmu lingkungan. 15, 1. <https://doi.org/10.14710/jil.15.1.1-10>
- Andriani, G.F., Walsh, N., 2007. Rocky Coast Geomorphology And Erosional Processes: A Case Study Along The Murgia Coastline South Of Bari, apulia—se italy. Geomorphology 87, 224–238.
- Bird, E.C.F., 2008. Coastal Geomorphology: An Introduction, 2nd Ed. Ed. Wiley, Chichester, England ; Hoboken, Nj.
- Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S.P., 2001. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir Dan Lautan Secara Terpadu (Integrated Coastal And Ocean Resources Development). Jakarta. Pradnya Paramita Publishers. 328 pp.
- Daniel Louhenapessy Dan H.J.D Waas, 2014. Aplikasi Teknologi Remote Sensing Satelit Dan Sig 13.
- Gautam, V.K., Gaurav, P.K., Murugan, P., Annadurai, M., 2015. Assessment Of Surface Water Dynamicsin Bangalore Using Wri, Ndw, Mndwi, Supervised Classification And K-T Transformation. Aquat. Procedia 4, 739–746. <https://doi.org/10.1016/J.aqpro.2015.02.095>
- Hidayat, N., 2012. Konstruksi Bangunan Laut Dan Pantai Sebagai Alternatif Perlindungan Daerah Pantai. Smartek 4.
- Hilmi, 2011. Hilmi 2011 Analisis Respon Spektral Dan Ekstraksi Nilai Spektral Terumbu Karang Pada Citra Digital Multispektral Satelit Alos-Avni Di Perairan Gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta. - (Accessed 4.2.19).
- Husein, R., 2006. Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis (Geographics Information System). Ilmu Komputer. Com.
- Jalan Terjal Pejuang Lokal Melawan Abrasi Pesisir Utara Pulau Madura - semua halaman - nationalgeographic.grid.id [www document], n.d. Url <https://nationalgeographic.grid.id/read/131268706/jalan-terjal-pejuang-lokal-melawan-abrasi-pesisir-utara-pulau-madura> (accessed 4.7.19).
- Kasim, F., Salam, A., 2015. Identifikasi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Serta Korelasinya Dengan Penutup Lahan Di Sepanjang Pantai Selatan Provinsi Gorontalo. J. Nike 3.

- Muchlisin Arief, Gathot Winarso, 2011. Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit Lansat Di Kabupaten Kendal. Scribd.
- Oktaviani, A., Johan, Y., 2016. Perbandingan Resolusi Spasial, Temporal Dan Radiometrik Serta Kendalanya. J. Enggano 1, 74–79. <https://doi.org/10.31186/jenggano.1.2.74-79>
- Oyedotun, T.D.T., 2014. Shoreline Geometry: DSAS As A Tool For Historical Trend Analysis. Geomorphol. Tech. 12.
- Peraturan Daerah Kabupaten Bangkalan Nomor 12 Tahun 2010 Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah Kabupaten Bangkalan Tahun 2005 – 2025, N.D.
- Prahasta, E., 2009. Sistem Informasi Geografis Konsep-Konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Informatika.
- Pranoto, S., 2008. Prediksi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Model Genesis. Prediksi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Model Genes. 1–10.
- Pratikto, W.A., Haryo, A., Suntoyo, D., 1997. Perencanaan Fasilitas Pantai Dan Laut. Bpfe Yogyakarta. 0103200 U.
- Purba, M., Jaya, I., 2004. Analisis Perubahan Garis Pantai Dan Penutupan Lahan Antara Way Penet Dan Way Sekampung, Kabupaten Lampung Timur 11, 109–121.
- Seibold, E., Berger, W.H., 2013. The Sea Floor: An Introduction To Marine Geology. Springer Science & Business Media.
- Sisinggih, D., Marsudi, S., 2013. Studi Perencanaan Bangunan Pengendalian Akresi Dan Abrasi Di Pantai Tanjungwangi Kabupaten Banyuwangi 10.
- Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., Ergul, A., 2009a. The Digital Shoreline Analysis System (Dsas) Version 4.0-An Arcgis Extension For Calculating Shoreline Change. Us Geological Survey.
- Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., Ergul, A., 2009b. The Digital Shoreline Analysis System (Dsas) Version 4.0-An Arcgis Extension For Calculating Shoreline Change. Us Geological Survey.
- Undang Undang No. 22 Tahun, R., 1999. Undang Undang No. 22 Tahun 1999 Tentang: Pemerintahan Daerah. Lembaran Negara RI 60.
- Wahyu, S.P., Candrawati, M., 2013. Perencanaan Bangunan Pelindung Pantai Tambakharjo, Semarang. Diponegoro University.

- 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>
- Yulianti, R., Ikhwan, M., Zaman, N., 2015. Urgensi Pengaturan Reklamasi Pantai Di Wilayah Pesisir Selatan Madura. *Yust. J. Huk.* 4. <https://doi.org/10.20961/yustisia.v4i1.8626>



LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Lapangan



Lokasi Penelitian 1. Desa Ujung Piring Kecamatan Bangkalan: terletak diujung barat dekat dengan selat Madura, disekitar masih terdapat mangrove yang masih lebat.



Lokasi Penelitian 2. Desa Pandan Lantang Kecamatan Arosbaya: terletak di pantai pocokan yang dimanfaatkan sebagai pantai wisata dihari libur, terdapat groin yang berdiri sejak tahun 2016, dan dekat dengan muara sungai.



Lokasi Penelitian 3. Desa Moarah Kecamatan Klampis: terletak dibelakan dari rumah penduduk, dekat dengan daerah persawahan dan lahan kosong dan sebagian lagi tumbuhan mangrove



Lokasi Penelitian 4. Desa Labuhan Kecamatan Sapuluh: terletak dekat dengan pelabuhan yang ada beberapa kapal segang paker. Terdapat taman pendidikan mangrove yang tidak beroperasi lagi pada saat itu. Terdapat pelindung pantai dari batu dan kayu yang dibuat oleh masyarakat pesisir



Lokasi Penelitian 5. Desa Tlaga Biru Kecamatan Tanjungbumi: terletak tidak jauh dengan jalan raya, terdapat muara sungai besar menuju ke laut, dekat pantai dimanfaatkan sebagai wisata, lokasi ini merupakan lokasi dengan akses yang mudah.



Pengambilan Tracking dilakukan pada tiap desa yang mewakili terjadinya perubahan garis pantai dilihat dari hasil pengolahan dari DSAS.



Lampiran 2. Hasil Survei Lapangan Tracking Garis Pantai

Desa Ujung Piring

interval jarak (m)	Latitude (m) E	Longitude (m) S
0	685976	9222191
10	685964	9222159
20	685964	9222163
30	685958	9222168
40	685957	9222175
50	685955	9222183
60	685955	9222192
70	685947	9222201
80	685939	9222200
90	685930	9222194
100	685919	9222187
110	685911	9222179
120	685902	9222172
130	685895	9222164
140	685888	9222158
150	685880	9222151
160	685872	9222144
170	685864	9222137
180	685856	9222128
190	685848	9222120
200	685836	9222112
210	685827	9222106
220	685821	9222099
230	685813	9222093
240	685804	9222085
250	685795	9222078
260	685787	9222074
270	685777	9222071
280	685769	9222076
290	685769	9222082
300	685774	9222074
310	685785	9222077
320	685798	9222082
330	685811	9222091
340	685834	9222105
350	685845	9222114
360	685855	9222122

interval jarak (m)	Latitude (m) E	Longitude (m) S
370	685862	9222132
380	685872	9222139
390	685881	9222152
400	685903	9222167
410	685915	9222179
420	685930	9222197
430	685943	9222205
440	685950	9222212
450	685957	9222219
460	685967	9222231
470	685974	9222238
480	685984	9222246
490	685992	9222255
500	686000	9222267
510	686008	9222274
520	686016	9222284
530	686023	9222298
540	686023	9222311
550	686012	9222331
560	686002	9222334
570	685956	9222351
580	685942	9222354
590	685933	9222362
600	685923	9222366
610	685913	9222372
620	685903	9222375
630	685914	9222369
640	685923	9222363
650	685931	9222355
660	685936	9222352
670	685956	9222340
680	685961	9222336

Lampiran 3. *Transect Intersect Tahun 1973-2016*

OBJECTID	TransectId	Baselineld	Shorelineld	Distance	IntersectX	IntersectY
1	1	1	07/29/1973	706.2854442	685143.6	9220646.3
2	1	1	08/04/2001	2645.711304	686043.3	9222364.4
3	1	1	05/22/2003	2665.037968	686052.3	9222381.5
4	1	1	07/28/2013	2618.754877	686030.8	9222340.5
5	1	1	08/21/2016	2649.253186	686045	9222367.5
6	2	1	07/29/1973	757.4920281	685237.6	9220635.8
7	2	1	08/04/2001	2681.37881	686106.4	9222352.3
8	2	1	05/22/2003	2694.7682	686112.5	9222364.3
9	2	1	07/28/2013	2674.869897	686103.5	9222346.5
10	2	1	08/21/2016	2689.257448	686110	9222359.4
11	3	1	07/29/1973	789.9449629	685323	9220608.6
12	3	1	05/24/1995	2721.082451	686173.6	9222342.3
13	3	1	08/04/2001	2718.324023	686172.4	9222339.8
14	3	1	05/22/2003	2735.278113	686179.9	9222355
15	3	1	07/28/2013	2732.846674	686178.8	9222352.8
16	3	1	08/21/2016	2743.89323	686183.7	9222362.7
17	4	1	07/29/1973	798.5955547	685398.3	9220559.6
18	4	1	05/24/1995	2757.210785	686241.2	9222327.6
19	4	1	08/04/2001	2756.308576	686240.8	9222326.7
20	4	1	05/22/2003	2828.496434	686271.9	9222391.9
21	4	1	07/28/2013	2781.846316	686251.8	9222349.8
22	4	1	08/21/2016	2814.383291	686265.8	9222379.2
23	5	1	07/29/1973	807.2520909	685474.1	9220510.3
24	5	1	03/28/1989	2890.170459	686351.4	9222399.5
25	5	1	05/24/1995	2794.147362	686310.9	9222312.4
26	5	1	08/04/2001	2795.147904	686311.4	9222313.3
27	5	1	05/22/2003	3038.114095	686413.7	9222533.7
28	5	1	07/28/2013	2826.464478	686324.5	9222341.7
29	5	1	08/21/2016	2741.878738	686288.9	9222265
30	6	1	07/29/1973	815.9048426	685550.4	9220460.7
31	6	1	03/28/1989	2923.609849	686420.4	9222380.5
32	6	1	05/24/1995	2831.753716	686382.4	9222296.9
33	6	1	08/04/2001	2834.697219	686383.7	9222299.5
34	6	1	05/22/2003	3189.265934	686530	9222622.5
35	6	1	07/28/2013	2871.916088	686399	9222333.4
36	6	1	08/21/2016	2796.774708	686368	9222265
37	7	1	07/29/1973	825.4630146	685622.4	9220413.9
38	7	1	03/28/1989	2954.629044	686471.5	9222366.5

OBJECTID	TransectId	Baselineld	Shorelineld	Distance	IntersectX	IntersectY
39	7	1	05/24/1995	2865.999567	686436.2	9222285.2
40	7	1	08/04/2001	2870.389551	686437.9	9222289.2
41	7	1	05/22/2003	3190.091192	686565.4	9222582.4
42	7	1	07/28/2013	2911.910706	686454.5	9222327.3
43	7	1	08/21/2016	2843.998927	686427.4	9222265
44	8	1	07/29/1973	835.3354875	685693.8	9220367.5
45	8	1	10/05/1979	3124.074025	686573.5	9222480.5
46	8	1	03/28/1989	2986.017916	686520.4	9222353
47	8	1	05/24/1995	2900.450285	686487.5	9222274
48	8	1	08/04/2001	2906.211938	686489.7	9222279.3
49	8	1	05/22/2003	3186.123083	686597.3	9222537.7
50	8	1	07/28/2013	3166.933836	686589.9	9222520
51	8	1	08/21/2016	2944.277632	686504.4	9222314.5
52	9	1	07/29/1973	845.2727628	685765.8	9220320.7
53	9	1	10/05/1979	3150.222909	686620.7	9222461.3
54	9	1	03/28/1989	3018.415911	686571.8	9222338.9
55	9	1	05/24/1995	2935.997545	686541.2	9222262.3
56	9	1	08/04/2001	2943.188324	686543.9	9222269
57	9	1	05/22/2003	3180.45485	686631.9	9222489.4
58	9	1	07/28/2013	3185.236521	686633.7	9222493.8
59	9	1	08/21/2016	3069.686686	686590.8	9222386.5
60	10	1	07/29/1973	855.2533548	685838.3	9220273.6
61	10	1	10/05/1979	3176.974993	686670.3	9222441.1
62	10	1	03/28/1989	3051.661709	686625.4	9222324.2
63	10	1	05/24/1995	2972.472929	686597	9222250.2
64	10	1	08/04/2001	3005.972408	686609	9222281.5
65	10	1	05/22/2003	3173.133681	686668.9	9222437.6
66	10	1	07/28/2013	3203.70215	686679.8	9222466.1
67	10	1	08/21/2016	3138.588207	686656.5	9222405.3
68	11	1	07/29/1973	865.2605455	685911.3	9220226.2
69	11	1	10/05/1979	3204.219465	686722	9222420.1
70	11	1	03/28/1989	3085.623573	686680.9	9222308.9
71	11	1	05/24/1995	3009.738385	686654.6	9222237.7
72	11	1	08/04/2001	3085.114714	686680.7	9222308.4
73	11	1	05/22/2003	3198.761415	686720.1	9222415
74	11	1	07/28/2013	3222.258636	686728.3	9222437
75	11	1	08/21/2016	3170.74453	686710.4	9222388.7
76	12	1	07/29/1973	853.0116818	685986.6	9220177.2
77	12	1	10/05/1979	3210.013132	686777.7	9222397.5
78	12	1	03/28/1989	3098.591205	686740.3	9222292.5

OBJECTID	TransectId	Baselineld	Shorelineld	Distance	IntersectX	IntersectY
79	12	1	05/24/1995	3026.195204	686716	9222224.4
80	12	1	08/04/2001	3145.373167	686756	9222336.6
81	12	1	05/22/2003	3228.583397	686783.9	9222415
82	12	1	07/28/2013	3218.661181	686780.6	9222405.7
83	12	1	08/21/2016	3181.805939	686768.2	9222370.9
84	13	1	07/29/1973	820.215402	686064.5	9220126.6
85	13	1	10/05/1979	3196.105135	686837.5	9222373.2
86	13	1	03/28/1989	3092.357033	686803.8	9222275.1
87	13	1	05/24/1995	3023.657876	686781.4	9222210.1
88	13	1	08/04/2001	3167.639902	686828.3	9222346.3
89	13	1	05/22/2003	3213.413365	686843.2	9222389.6
90	13	1	07/28/2013	3194.606096	686837	9222371.8
91	13	1	08/21/2016	3173.551661	686830.2	9222351.9
92	14	1	07/29/1973	787.193011	686143.5	9220075.2
93	14	1	10/05/1979	3182.414315	686899.8	9222347.9
94	14	1	03/28/1989	3086.612069	686869.5	9222257
95	14	1	05/24/1995	3031.797524	686852.2	9222205
96	14	1	08/04/2001	3155.761403	686891.3	9222322.6
97	14	1	05/22/2003	3185.794487	686900.8	9222351.1
98	14	1	07/28/2013	3170.322024	686895.9	9222336.4
99	14	1	08/21/2016	3165.729448	686894.5	9222332.1
100	15	1	07/29/1973	753.9457721	686223.6	9220023.2
101	15	1	10/05/1979	3168.88478	686964.1	9222321.8
102	15	1	03/28/1989	3081.278233	686937.2	9222238.4
103	15	1	05/24/1995	3046.205036	686926.5	9222205
104	15	1	08/04/2001	3144.106176	686956.5	9222298.2
105	15	1	05/22/2003	3157.779965	686960.7	9222311.2
106	15	1	07/28/2013	3145.788541	686957	9222299.8
107	15	1	08/21/2016	3158.265351	686960.8	9222311.7
108	16	1	07/29/1973	720.4769631	686304.5	9219970.5
109	16	1	10/05/1979	3155.471462	687030.4	9222294.8
110	16	1	03/28/1989	3076.290705	687006.8	9222219.3
111	16	1	05/24/1995	3061.357254	687002.4	9222205
112	16	1	08/04/2001	3132.62438	687023.6	9222273
113	16	1	05/22/2003	3129.366912	687022.6	9222269.9
114	16	1	07/28/2013	3123.697004	687020.9	9222264.5
115	16	1	08/21/2016	3148.641009	687028.4	9222288.3
116	17	1	07/29/1973	686.7912928	686386.4	9219917.4
117	17	1	10/05/1979	3142.137976	687098.5	9222267.2
118	17	1	03/28/1989	3071.595438	687078	9222199.7

OBJECTID	TransectId	BaselineId	ShorelineId	Distance	IntersectX	IntersectY
119	17	1	05/24/1995	3077.165921	687079.6	9222205
120	17	1	08/04/2001	3134.503736	687096.3	9222259.9
121	17	1	05/22/2003	3129.097546	687094.7	9222254.7
122	17	1	07/28/2013	3132.82664	687095.8	9222258.3
123	17	1	08/21/2016	3129.50664	687094.8	9222255.1
124	18	1	07/29/1973	652.8944659	686468.9	9219863.7
125	18	1	10/05/1979	3128.854925	687168.2	9222238.9
126	18	1	03/28/1989	3067.147187	687150.8	9222179.7
127	18	1	05/24/1995	3093.555561	687158.2	9222205
128	18	1	08/04/2001	3142.848493	687172.1	9222252.3
129	18	1	05/22/2003	3156.101695	687175.9	9222265
130	18	1	07/28/2013	3142.460783	687172	9222251.9
131	18	1	08/21/2016	3124.828628	687167	9222235
132	19	1	07/29/1973	659.862158	686560.1	9219850
133	19	1	10/05/1979	3117.441324	687223.8	9222216.3
134	19	1	03/28/1989	3062.780383	687209	9222163.6
135	19	1	05/24/1995	3105.735614	687220.6	9222205
136	19	1	08/04/2001	3148.607326	687232.2	9222246.3
137	19	1	05/22/2003	3168.050862	687237.5	9222265
138	19	1	07/28/2013	3149.236736	687232.4	9222246.9
139	19	1	08/21/2016	3136.893238	687229	9222235
140	20	1	07/29/1973	680.1223107	686651.1	9219850
141	20	1	10/05/1979	3108.599848	687264.5	9222199.7
142	20	1	03/28/1989	3059.087457	687252	9222151.8
143	20	1	05/24/1995	3108.051275	687264.4	9222199.2
144	20	1	08/04/2001	3152.229954	687275.5	9222241.9
145	20	1	05/22/2003	3176.055128	687281.5	9222265
146	20	1	07/28/2013	3153.587502	687275.9	9222243.3
147	20	1	08/21/2016	3145.049751	687273.7	9222235

Lampiran 4. *Transect Rates Tahun 1973-2016*

SCE	NSM	LM S	WLR	WR2	WSE	WCI9 0	LRR	LR2	LSE	LCI90
1958.7	1942.9	1.1	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM	46.9	0.8	387.3	26.78
5	6	9	!	!	!	!	9	5	1	5
1937.2	1931.7	0.4	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM	46.8	0.8	378.1	26.14
8	7	2	!	!	!	!	7	6	2	9
1953.9	1953.9	0.9	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM	44.4	0.7		27.40
5	5	3	!	!	!	!	1	5	443.8	6
	2015.7	1.3	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM	45.7	0.7	448.7	27.71
2029.9	8	7	!	!	!	!	6	6	9	5
2230.8	1934.6	2.6	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM	38.5	0.5	580.3	32.38
6	3	2	!	!	!	!	6	4	7	3
2373.3	1980.8	2.1	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM	39.8	0.5	597.2	33.32
7	7	3	!	!	!	!	6	4	2	3
2364.6	2018.5	1.7	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM		0.5	595.7	
3	4	4	!	!	!	!	40.5	5	3	33.24
2350.7	2108.9	1.2	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM	31.0	0.3	675.8	
8	4	3	!	!	!	!	3	6	8	32.53
2339.9	2224.4	6.2	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM	32.2	0.3	670.7	32.28
7	2	9	!	!	!	!	6	9	4	3
2348.4	2283.3	7.2	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM	32.8	0.3	672.3	32.36
5	4	2	!	!	!	!	6	9	9	2
	2305.4	5.6	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM	33.1	0.3	679.3	32.69
2357	8	2	!	!	!	!	8	9	1	5
2375.5		1.8	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM	33.6	0.3		33.11
7	2328.8	1	!	!	!	!	3	9	688	3
2393.1	2353.3	1.8	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM	33.9	0.3	696.2	
9	3	9	!	!	!	!	2	9	3	33.51
	2378.5	1.6	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM	34.0	0.3	703.8	33.87
2398.6	4	1	!	!	!	!	5	9	9	8
2414.9	2404.3	5.0	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM	34.1	0.3	712.2	34.28
3	2	9	!	!	!	!	8	8	6	1
2434.9	2428.1	2.9	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM		0.3		34.70
9	6	2	!	!	!	!	34.3	8	721.1	7
2455.3	2442.7	2.1	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM	34.7	0.3		
5	2	3	!	!	!	!	9	8	730.1	35.14
2503.2	2471.9	0.6	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM		0.3		35.56
1	4	5	!	!	!	!	35.6	9	738.9	3

SCE	NSM	LM		WCI9					LRR	LR2	LSE	LCI90
		S	WLR	WR2	WSE	0						
2508.1	2477.0		#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.9	0.3	733.8	35.31
9	3	0.6	!	!	!	!			1	9	1	8
2495.9	2464.9		#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.9		724.9	34.89
4	3	1	!	!	!	!			2	0.4	3	1
2484.6	2452.1	1.6	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.9	0.4	715.0	34.41
4	1	6	!	!	!	!			4	1	7	7
2456.1	2424.3	2.3	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.6	0.4	707.7	34.06
4	8	3	!	!	!	!			4	1	9	6
2454.5	2411.4	2.2	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.4	0.4		33.87
7	6	3	!	!	!	!			9	1	703.8	4
2441.1	2402.2	1.9	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.3	0.4	700.3	33.70
4	1	5	!	!	!	!			2	1	5	8
2430.2	2396.3		#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.1	0.4		33.58
5	3	1.8	!	!	!	!			9	1	697.8	5
2425.8	2395.7	1.8	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.1	0.4	697.2	33.56
3	4	7	!	!	!	!			4	1	9	1
	2397.7	1.6	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.1	0.4	699.0	33.64
2427.8	7	7	!	!	!	!			4	1	3	5
2432.7	2402.7	1.4	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.1	0.4	701.6	
2	2	9	!	!	!	!			8	1	5	33.77
2440.6	2410.6	1.3	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.2		705.0	33.93
2	1	3	!	!	!	!			6	0.4	2	3
2450.7		1.6	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.5	0.4	703.6	33.86
4	2420.7	1	!	!	!	!			4	1	4	6
2462.2	2419.0	2.7	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.6	0.4	703.9	
8	7	6	!	!	!	!			8	1	3	33.88
2446.3	2417.0	2.3	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.5	0.4	702.9	33.83
1	6	4	!	!	!	!			4	1	7	4
2451.2	2416.4	2.7	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.4	0.4	703.3	33.85
5	9	6	!	!	!	!			2	1	9	4
2446.8	2417.3	2.3	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.3	0.4	705.4	33.95
9	7	6	!	!	!	!			5	1	9	5
2443.7	2419.7	1.8	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM					708.1	34.08
7	1	7	!	!	!	!			35.3	0.4	4	3
2451.0	2423.5	1.3	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.2		711.3	34.23
7	4	7	!	!	!	!			6	0.4	4	7
2471.5	2428.8	1.1	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.2		714.9	34.40
4	5	1	!	!	!	!			5	0.4	1	9
2493.6	2435.6	1.3	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.2		718.7	34.59
5	6	3	!	!	!	!			6	0.4	2	2
2517.4	2435.3	1.6	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.1	0.3	723.8	
2	8	6	!	!	!	!			9	9	6	34.84
2542.9	2432.4	1.3	#NUM	#NUM	#NUM	#NUM			35.0	0.3	729.9	35.13
4	9	3	!	!	!	!			7	9	1	1

SCE	NSM	LM S	WLR	WR2	WSE	WCI9 0	LRR	LR2	LSE	LCI90
2447.7 3	2422.2 3	- 0.3 8	#NUM !	#NUM !	#NUM !	#NUM !	34.2 3	0.3 7	730.7 1	35.16 9
2398.8 2	2338.9 7	- 1.3 7	#NUM !	#NUM !	#NUM !	#NUM !	32.7	0.3 6	717.9 6	34.55 5
2351.7 1	2255.5 3	- 2.2 6	#NUM !	#NUM !	#NUM !	#NUM !	31.1 5	0.3 5	705.9 2	33.97 6
2303.4 1	2165.3 5	- 3.2 9	#NUM !	#NUM !	#NUM !	#NUM !	29.4 6	0.3 3	693.9 6	33.4
2253.7	2081.1 1	- 4.0 4	#NUM !	#NUM !	#NUM !	#NUM !	27.7 6	0.3 1	680.9 2	32.77 3
2202.3 8	2009.4 9	- 4.4 1	#NUM !	#NUM !	#NUM !	#NUM !	26.1 3	0.2 9	667.0 4	32.10 5
2149.2	1933.6 4	- 6.2 4	#NUM !	#NUM !	#NUM !	#NUM !	24.6 3	0.2 8	654.1 6	31.48 5
2093.9 1	1852.9 9	- 6.3 9	#NUM !	#NUM !	#NUM !	#NUM !	23.2 6	0.2 6	641.5 1	30.87 6
2036.2 5	1778.4 1	- 7.1 1	#NUM !	#NUM !	#NUM !	#NUM !	21.9 4	0.2 5	627.9 3	30.22 2

Lampiran 5. Prediksi Perubahan Garis Pantai

Desa	Distance (m)	Prediksi (m)					Laju Prediksi (m/Tahun)	R ²
		2019	2020	2021	2022	2023		
Ujung Piring	3136.89	505.47	541.44	577.41	613.38	649.3	28.77	0.39
Pandan Panjang	868.21	-16120.92	-16124.53	-16128.2	-16131.77	-16135.4	-2.89	0.19
Moarah	2086.4	306.66	328.13	349.61	371.09	392.56	17.18	0.41
Labuhan	2146.08	337.27	358.97	380.67	402.38	424.08	17.36	0.28
Tlaga Biru	1109.77	-18841.18	-18845.31	-18849.4	-18853.57	-18857.7	-3.3	0.57

