ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DI PESISIR BAGIAN UTARA KABUPATEN SUMENEP, MADURA DENGAN MEMANFAATKAN DATA CITRA SATELIT BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)

SKRIPSI

Oleh:

WIDYANING UTARI

NIM. 135080601111022

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2018

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DI PESISIR BAGIAN UTARA KABUPATEN SUMENEP, MADURA DENGAN MEMANFAATKAN DATA CITRA SATELIT BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar

Sarjana Kelautan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Universitas Brawijaya

Oleh:

WIDYANING UTARI

NIM. 135080601111022

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2018

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DI PESISIR BAGIAN UTARA KABUPATEN SUMENEP, MADURA DENGAN MEMANFAATKAN DATA CITRA SATELIT BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)

OLEH:

WIDYANING UTARI

NIM. 135080601111022

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbin II
M. Arif Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc	**Andik Isdianto, S.T., M.T**
NIP.19801005 200501 1 002	**NIP. 201309 820928 1 001**
Tanggal : 17 DEC 2018	**Tanggal :** 17 DEC 2018

Mengetahui,

Ketua Jurusan PSPK

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

NIP. 19780717 200502 1 004

Tanggal: 17 DEC 2018

Judul : ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DI PESISIR BAGIAN UTARA KABUPATEN SUMENEP, MADURA DENGAN MEMANFAATKAN DATA CITRA SATELIT BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)

Nama Mahasiswa : WIDYANING UTARI

NIM : 135080601111022

Program Studi : Ilmu Kelautan

PENGUJI PEMBIMBING

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

Pembimbing 2 : Andik Isdianto, ST., M.Sc

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

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

Dosen Penguji 2 : M. Arif As'adi, S.Kel., M.Sc

Tanggal Ujian : 3 Desember 2018

repository.ub.ac.id

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini penulis 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 penulis bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 12 November 2018

Penulis

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi ini dengan baik. Tidak lupa sholawat serta salam tetap tercurahkan pada Nabi Muhammad SAW yang telah menunjukkan jalan kebenaran yakni Islam. Terima kasih yang tidak terhingga penulis ucapkan kepada kedua orang tua dan adik tercinta yang selalu memberikan do'a dan dukungannya selama proses penyelesaian laporan Skripsi ini. Tidak lupa penulis secara khusus mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini, diantaranya:

1. Bapak M. Arif Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc,selaku dosen pembimbing Iskripsiyang memberikan dukungan dan arahan bimbingannya sehingga laporan ini dapat terselesaikan
2. Bapak Andik Isdianto, ST., M.Sc, selaku dosen pembimbing II skripsi ini, yang memberikan saran serta masukannyadalam penyusunan laporan skripsi
3. Saudari Masaji Faiz Dani A., yang telah membantu, memberikan semangat serta dukungan dalam proses penelitian hingga penulisan laporan skripsi
4. Teman-teman saya Billjune, Rangga, Alif, Yosie dan Nadia yang sudah mau susah payah membantu dalam penelitian di lapang
5. Teman-teman yang setopik skripsi Masaji, Prima, dan Rahmad yang memberikan saran, masukan dan dukungannya serta seluruh teman-teman Ilmu Kelautan 2013 atas do'a, dukungan dan semangatnya.
6. Pihak-pihak lain yang belum sempat ditulis namanya yang ikut membantu baik dalam penyelesaian laporan skripsi ini

Malang, 12 November 2018

Penulis

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

RINGKASAN

WIDYANING UTARI. Analisis Perubahan Garis Pantai di Pesisir Bagian Utara Kabupaten Sumenep, Madura dengan Memanfaatkan Data Citra Satelit Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). (di bawah bimbingan **M. Arif Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc** dan **Andik Isdianto, ST., M.Sc.**)

Perubahan terhadap garis pantai adalah proses yang terjadi secara terus-menerus melaluiproses pengikisan (abrasi) maupun penambahan (akresi) pantai yang diakibatkan oleh adanya pergerakan sedimen, arus susur pantai maupun penggunaan lahan. Salah satu kawasan pesisir yang rentan terhadap kerusakan lingkungan akibat abrasi adalah kawasan pesisir bagian utara Kabupaten Sumenep, Madura dimana dampak abrasi yang telah terjadi adalah hancurnya kawasan wisata pantai utara Kabupaten Sumenep Madura sehingga perlu sekali membutuhkan perlindungan dan perhatian.

Digital Shoreline Analysis System (DSAS) merupakan perangkat Sistem Informasi Geografis yang dapat bekerja pada perangkat lunak *ArcGis* yang digunakan untuk mengitung laju perubahan garis pantai.Data yang diperlukan untuk menjalankan DSAS terdiri dari *baseline, shoreline,* dan *transect.* Data garis pantai (*shoreline*) yang digunakan yaitu garis pantai tahun 1965, 1979, 1989, 1996, 2002, dan 2015 dimana data tahun 1965 didapatkan dari peta *U.S. Army Map Service* dan 1979-2015 didapatkan dari citra satelit Landsat. Metode perhitungan garis pantai menggunakan DSAS digunakan pada penelitian ini yaitu metode *Net Shoreline Movement* (NSM), *End Point Rate* (EPR), dan *Linear Regression Rate* (LRR). Metode NSM digunakan untuk mengetahui jarak antar garis pantai yang terlama dan garis pantai terbaru. Metode EPR digunakan untuk menghitung laju perubahan garis pantai tiap tahun. Metode LRR digunakan untuk menganalisa secara stastistik tingkat perubahan garis pantai dimana dapat digunakan untuk memprediksi perubahan garis pantai di masa mendatang.

Selama kurun waktu 10 tahunan dari tahun 1965-1979 maupun tahun 2002-2015 terjadi perubahan garis pantai yang dominan terjadi abrasi.Namun pada tahun 1979-1989, 1989-1996 maupun 1996-2002 dominan terjadi akresi. Sedangkan dalam kurun waktu 50 tahunan maka dapat disimpulkan terjadi penambahan dan pengurangan dengan jarak sejauh 28,76 meter dan -187,17 meter dan laju perubahannya sebesar 0,57 m/thn dan -8,04 m/thn.Pada prediksi garis pantai selama 20 tahun mendatang dengan pengolahan data yang telah dilakukan manggunakan DSAS terdapat tiga kecamatan yaitu Kecamatan Pasongsongan, Ambunten, dan Dasuk yang dapat diprediksi akan mengalami perubahan. Peristiwa ini diprediksi akan terus berlangsung dan dapat sewaktu-waktu berubah ataupun berhenti jika terdapat campur tangan manusia di kemudian hari.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allas SWT yang selalu memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga Laporan Skripsi yang berjudul "Analisis Perubahan Garis Pantai di Pesisir Utara Kabupaten Sumenep, Madura dengan Memanfaatkan Data Citra Satelit Berbasis SIG dapat terselesaikan tepat waktu. Laporan ini merupakan salah satu persyaratan untuk menerima gelar Sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan. Maka dari itu diharapkan dari hasil penelitian ini dapat dijadikan informasi referensi untuk akademisi dan khususnya untuk msyarakat umum yang tinggal di daerah pesisir utara Kabupaten Sumenep, Madura.

Malang, 12 November 2018

Mahaiswa

Widyaning Utari

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

DAFTAR ISI

Halaman

PERNYATAAN ORISINALITAS ii
UCAPAN TERIMA KASIH iii
RINGKASAN iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR LAMPIRAN x
1. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan 4
2. TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian 5
2.2 Definisi Garis Pantai 5
2.3 Perubahan Garis Pantai 6
2.3.1 Abrasi dan Akresi 7
2.4 Penginderaan Jauh 7
2.4.1 Citra Satelit Landsat 8
2.5 *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) 9
3. METODE PENELITIAN 11
3.1 Lokasi Penelitian 11
3.2 Alat dan Bahan 12
3.2.1 Alat 12
3.2.2 Bahan 13
3.3 Prosedur Penelitian 14
3.4 Pengumpulan Data 16
3.4.1 Data Primer 16
3.4.2 Data Sekunder 16
3.5 Proses Pengolahan Data 18
3.5.1 Lembar Peta *U.S. Army Map Service* 18
3.5.2 Data Citra Satelit Landsat 18
3.5.3 Pengolahan DSAS pada *ArcGis* 20
3.5.4 Prediksi Perubahan Garis Pantai 22
3.6 Analisa Hasil 23
4. HASIL DAN PEMBAHASAN 25
4.1 Perubahan Garis Pantai 25
4.2 Hubungan Pasang Surut dengan Perubahan Garis Pantai 41
4.3 Prediksi Perubahan Garis Pantai 41

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

5. PENUTUP 44
5.1 Kesimpulan 44
5.2 Saran 44
DAFTAR PUSTAKA 45
LAMPIRAN 47

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

Gambar 1. Peta lokasi penelitian 11
Gambar 2. Diagram Alir Prosedur Penelitian 15
Gambar 3. Peta Distribusi Transek 21
Gambar 4. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 1965-1979 27
Gambar 5. Peta perubahan garis pantai tahun 1979-1989 30
Gambar 6. Peta perubahan garis pantai tahun 1989-1996 32
Gambar 7. Peta perubahan garis pantai tahun 1996-2002 34
Gambar 8. Peta perubahan garis pantai tahun 2002-2015 36
Gambar 9. Peta grafik perubahan garis pantai tahun 1965-2017 38

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

Tabel 1. Perkembangan Landsat 8
Tabel 2. Alat - alat yang digunakan untuk penelitian 12
Tabel 3. Bahan - bahan yang digunakan untuk penelitian 13
Tabel 4. Data Sekunder yang digunakan dalam Penelitian 17
Tabel 5. Data Citra Landsat yang digunakan dalam penelitian 17
Tabel 6. Tabel perhitungan jarak dan laju perubahan garis pantai 25
Tabel 7. Prediksi perubahan garis pantai 42

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

Lampiran 1. Hasil Perhitungan DSAS Transect Rates Tahun 1965-2015.....47
Lampiran 2. Hasil Perhitungan DSAS Transect Intersect Tahun 1965-2015 48
Lampiran 3. *Sheet* (Lembar Kerja EPR) untuk proses perhitungan prediksi perubahan garis pantai tahun mendatang.....49
Lampiran 4. *Sheet* (Lembar Kerja) NSM untukk perhitungan prediksi perubahan garis pantai tahun mendatang.....50
Lampiran 5. *Sheet* (Lembar Kerja) LRR untuk perhitungan prediksi perubahan garis pantai di tahun mendatang.....51
Lampiran 6. *Sheet* (Lembar Kerja) Model Rgresi dan Rumus untuk perhitungan prediksi perubahan garis pantai tahun mendatang.....52
Lampiran 7. Perhitungan Pasang Surut 52
Lampiran 8. Peta *U.S. Army Map Services*.....53
Lampiran 9. Dokumentasi lapang 53

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara kepulauan dan memiliki garis pantai yang terpanjang nomor dua di dunia (setelah Kanada) dengan panjang 99.093 km yang telah bertambah dari sebelumnya sekitar 91.000 km. Namun dari banyaknya pulau yang berada di Indonesia tidak semua pantainya terjaga dengan baik sehingga banyak mengalami kerusakan, salah satu penyebabnya adalah terjadinya abrasi pantai(Syafi'i *et al*., 2016).

Pada dekade terakhir ini, erosi dan abrasi pantai telah menyebabkan kemunduran garis pantai di berbagai wilayah pantai di Indonesia yang mengancam kehidupan dan penghidupan masyarakat pesisir.Kerusakan pantai di kawasan pesisir berdampak terhadap terganggunya aktifitas sehari-hari dari masyarakat, terganggunya sistem transportasi, industri dan perdagangan, serta dampak lingkungan dan kesehatan masyarakat.

Perubahan terhadap garis pantai adalah satu proses tanpa henti (terus-menerus) melalui berbagai proses baik pengikisan (abrasi) maupun penambahan (akresi) pantai yang diakibatkan oleh pergerakan sedimen, arus susur pantai (*longshore current*), tindakan ombak dan penggunaan lahan. Perubahan pada garis pantai yang diakibatkan oleh faktor-faktor tersebut di atas dapat menunjukkan kecenderungan garis pantai tersebut terkikis (mengarah ke daratan) atau bertambah (menjorok ke laut) (Arief *et al*., 2011).

Salah satu kawasan pesisir yang rentan terhadap kerusakan lingkungan akibat abrasi adalah kawasan pesisir wilayah bagian utara Kabupaten Sumenep, Madura. Pesisir Kabupaten Sumenep merupakan salah satu kota pesisir di kawasan Pantai Utara (Pantura) Jawa yang juga dimanfaatkan sebagai pemukiman, pelabuhan, pertambakan, perikanan, pariwisata dan sebagainya

juga rentan terhadap abrasi. Dampak abrasi yang telah terjadi di pesisir wilayah bagian utara Kabupaten Sumenep adalah hancurnya kawasan wisata pantai utara Kecamatan Ambunten, Dasuk dan Batu Putih.Selain karena faktor alam, abrasi juga dipercepat oleh aktifitas manusia yang berada di sekitarnya. Oleh sebab itu, pantai utara Sumenep yang mempunyai potensi sangat besar utamanya di daerah Pesisir Kecamatan Ambunten, Dasuk, dan Batu Putih perlu sekali membutuhkan perlindungan dan perhatian, sehingga perlu adanya kajian perubahan garis pantai di pesisir utara Kabupaten Sumenep, Madura (Sutrisno, 2016).

Berdasarkan kondisi yang terjadi pada pesisir utara Kabupaten Sumenep, Madura, maka diperlukan kajian atau penelitian terhadap perubahan garis pantai di sepanjang pesisir utara Kabupaten Sumenep, Madura untuk memberikan informasi secara spasial dan akurat.Penginderaan jauh merupakan salah satu alternatif dalam melakukan pemantauan terhadap perubahan garis pantai di kawasan pesisir utara Kabupaten Sumenep, Madura.Metode penginderaan jauh dapat mengamati fenomena perubahan garis pantai untuk setiap tahunnya. Keunggulan metode pengideraan jauh dibandingkan dengan metode lain yaitu dapat menggambarkan objek, daerah dan gejala permukaan bumi yang mirip dengan wujud dan letak obyek yang mirip dengan bumi dan dapat dibuat dengan cepat meskipun daerahnya sulit dijangkau maupun luas, sehingga penelitian perubahan garis pantai di pesisirutara Kabupaten Sumenep, Madura penting untuk dilakukan dan menjadi kajian yang menarik. Selain itu dapat mengetahui perubahan pada tahun-tahun sebelumnya dan mengetahui pula prediksi di tahun mendatang(Rohmah *and* Taufik, 2013).

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang terjadi adalah perubahan garis pantai yang terjadi di wilayah pesisir bagian utara Kabupaten Sumenep, Madura, dimana terjadi

karena proses oseanografi maupun oleh aktifitas manusia. Namun dengan kurangnya ketersediaan data terkait perubahan garis pantai di wilayah tersebut maka perlu adanya penelitian perubahan garis pantai di wilayah pesisir utara Kabupaten Sumenep, Madura dalam 50 tahun terakhir dan memprediksikan perubahan garis pantai serta dampak yang ditimbulkan selama kurun waktu 10 tahun ke depan.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini lebih fokus dan tidak meluas dari pembahasan yang dimaksud, maka diperlukan batasan masalah atau ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

1. Daerah penelitian mencakup wilayah bagian utara Kabupaten Sumenep, Madura yang meliputi Kecamatan Pasongsongan, Kecamatan Ambunten, Kecamatan Dasuk, Kecamatan Batu Putih, dan Kecamatan Batang-Batang
2. Penelitian ini menggunakan Peta AMS 1959 Kabupaten Sumenep Madura dan data citra satelit Landsat 2tahun 1978, Landsat 4 tahun 1989, Landsat 5 tahun 1996, Landsat 7 tahun 2002 dan Landsat 8 tahun 2015
3. Penelitian yang dilakukan adalah analisis perubahan garis pantai di daerah pesisir bagian Utara Kabupaten Sumenep, Madura tahun 1959-2017
4. Metode dalam ekstraksi garis pantai dengan menggunakan metode *rationing band*
5. Analisis perhitungan dan prediksi perubahan garis pantai dengan menggunakan metode ERP, NSM, dan LRR pada *Digital Shorelines Analysis System* (DSAS)
6. Hasil prediksi garis pantai untuk mengetahui perubahan garis pantai selama dekadal 50 tahun dan 20 tahun mendatang, yang mana untuk

prediksi 20 tahun mendatang hanya untuk mengetahui daerah mana yang dapat mengalami perubahan bukan menjurus pada dampak sosial masyarakat

7. Hasil yang dicapai adalah berupa peta perubahan garis pantai yang terjadi tiap dekade dalam waktu 50 tahun di wilayah pesisir bagian utara Kabupaten Sumenep, Madura
8. Analisa pembahasan pada penelitian ini berdasarkan visualisasi peta yang telah dibuat, hasil survei lapangan dan perhitungan perubahan garis pantai menggunakan DSAS secara deskriptif

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui laju perubahan garis pantai yang terjadi di pesisir Utara Sumenep, Madura dalam kurun waktu 50 tahun terakhir
2. Mengetahui prediksi perubahan garis pantai yang terjadi di pesisir Utara Kabupaten Sumenep, Madura pada 20 tahun ke depan

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kabupaten Sumenep merupakan salah satu dari 4 (empat) kabupaten yang berada di Pulau Madura Provinsi Jawa Timur yang terletak diantara 1130 32’ 54” – 1160 16’ 48” BT dan 40 55’ – 70 24’ LS dengan luas wilayah 2.093,458 Km^2, yang terbagi dalam 27 Kecamatan, 328 Desa dan 4 Kelurahan. Batas wilayah Kabupaten Sumenep adalah sebalah utara berbatasan dengan Laut Jawa, sebelah selatan berbatasan dengan Selat Madura, sebelah timur berbatasan dengan Laut Jawa/ Laut Flores, dan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Pamekasan. Adapun untuk wilayah pesisirnya juga dikatakan pesisir bagian utara dan pesisir bagian selatan, dimana beberapa pesisir utara meliputi Kecamatan Pasongsongan, Ambunten, Dasuk, dan Batu Putih.Pesisir utaranya terkenal juga dengan potensinya sebagai wisata.Namun permasalahan yang terjadi adalah terjadinya abrasi yang kuat pada wilayah tersebut.Selain abrasi yang dikarenakan adanya faktor alam, yang menyebabkan terjadinya abrasi adalah faktor dari manusia yang terjadi di sekitar pantai yang dilakukan.Hal ini membuat masyarakat pun juga merasa khawatir terjadinya abrasi yang dapat merusak lingkungan. Sehingga dengan adanya hal tersebut perlu diadakannya penelitian yang mengkaji analisisperubahan garis pantai yang terjadi di pesisir utara Sumenep (Bappedajatimprov, 2015).

2.2 Definisi Garis Pantai

Pantai merupakan bagian wilayah pesisir yang bersifat dinamis, artinya ruang pantai (bentuk dan lokasi) berubah dengan cepat sebagai respon terhadap proses alam dan aktivitas manusia. Faktor-faktor yang mempengaruhi dinamisnya lingkungan pantai diantaranya adalah iklim (temperatur, hujan), Hidro-Oseanografi (gelombang, arus, pasang surut), pasokan sedimen (sungai,

erosi pantai), perubahan muka air laut (tektonik, pemanasan global) dan aktivitas manusia seperti reklamasi pantai dan penambangan pasir (Solihuddin, 2011).

Pantai adalah suatu zona yang begitu dinamik yang merupakan zona persinggungan dan interaksi antar tiga fasa yang rumit yaitu antara lautan, daratan, dan udara. Oleh karena itu zona pantai senantiasa memiliki proses penyesuaian yang terus menerus menuju keseimbangan alami terhadap dampak dari pengaruh eksternal dan internal yang alami maupun campur tangan manusia/buatan.

Begitu juga dengan garis pantai yaitu merupakan garis interaksi atau batas pertemuan antara daratan dengan bagian laut saat terjadi air laut pasang tertinggi dan memiliki sifat yang dinamis. Garis pantai ini bisa berubah karena beberapa hal seperti abrasi dan sedimentasi yang terjadi di pantai, pengikisan ini akan menyebabkan berkurangnya areal daratan, sehingga menyebabkan berubahnya garis pantai (Putra *et al*., 2015).

2.3 Perubahan Garis Pantai

Perubahan garis pantai adalah proses tanpa henti (terus menerus) melalui berbagai proses baik pengikisan (abrasi) maupun penambahan (akresi) pantai yang diakibatkan oleh pergerakan sedimen, tindakan ombak dan penggunaan lahan. Gelombang yang terjadi akibat pergeseran lempeng dasar laut atau *tsunami* menyapu daratan, sehingga dapat merubah daratan pantai dan penutupan lahan yang ada di pesisir daratan tersebut. Perubahan daratan pantai itu sendiri akibat tumpukan sedimen yang terbawa oleh gelombang maupun sedimen pantai yang terkikis dan terbawa oleh gelombang atau arus laut(Lubis *et al*., 2017).

Perubahan garis pantai selain dipengaruhi oleh faktor alam seperti: sedimentasi pantai, erosi pantai, dan gelombang pantai juga dipengaruhi dari faktor manusia. Faktor manusia yang mempengaruhi diantaranya: penggalian,

aktifitas manusia yang menyebabkan sedimentasi pantai dan laut, reklamasi (pengurungan pantai), perlindungan pantai (*shore protection*), penggundulan dan penanaman hutan pantai, pengaturan pola aliran sungai (Putra *et al*., 2016).Kajian perubahan garis pantai sendiri penting dilakukan sebagai acuan dalam pembangunan wilayah pesisir dan pelabuhan, pariwisata serta kegiatan penangkapan dan budidaya perikanan.

2.3.1 Abrasi dan Akresi

Abrasi pantai adalah proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus yang bersifat merusak. Perbedaan antara erosi pantai dengan abrasi pantai yaitu dimana erosi pantai diartikan sebagai proses mundurnya garis pantai dari kedudukan semula yang disebabkan oleh tidak adanya keseimbangan antara pasokan dan kapasitas angkutan sedimen. Sedangkan abrasi pantai diartikan dengan proses terkikisnya batuan atau material keras seperti dinding atau tebing batu yang biasanya diikuti oleh longsoran dan runtuhan material. Kemudian akresi atau sedimentasi adalah pendangkalan atau penambahan daratan pantai akibat adanya pengendapan sedimen yang dibawa oleh air laut(Wibowo, 2012). Akresi juga dapat merugikan masyarakat pesisir, karena selain mempengaruhi ketidakstabilan garis pantai juga dapat menyebabkan pendangkalan muara sungai tempat lalu lintas perahu-perahu nelayan yang hendak melaut (Putra *et al*., 2016).

2.4 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau fenomena yang dikaji. Alat yang dimaksud dalam pengambilan data pengideraan jauh adalah citra satelit.

Penerapan penginderaan jauh atau SIG (Sistem Informasi Geografis) dapat mengintegrasikan berbagai karakteristik lingkungan wilayah pesisir baik secara spasial maupun deskriptif.Dengan memperhatikan hal tersebut maka diperlukan data-data spasial kawasan pesisir yang berguna dalam pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya dan ruang di kawasan pesisir yang direncanakan secara berkelanjutan. Sehingga diperlukan adanya penelitian mengenai kajian/ analisa perubahan garis pantai menggunakan citra penginderaan jauh dengan tujuan mengetahui laju perubahan garis pantai yang terjadi dan tingkat kerusakannya di suatu kawasan pesisir (Lubis *et al*., 2017).

2.4.1 Citra Satelit Landsat

Menurut (Putra *et al*., 2015)Landsat merupakan salah satu citra penginderaan jauh yang dikembangkan oleh *National Aeronautics and Space Administartion* (NASA) dan *United States Geological Survey* (USGS), yang dapat dilihat perkembangannya mulai dari Landsat 1 hingga 8 sesuai dengan tanggal peluncuran dan tanggal dinonaktifkannya seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Perkembangan Landsat

Nama satelit	Tanggal Peluncuran	Tanggal dinonaktifkan
Landsat 1 (*Earth ResourcesTechnology Satellite* 1)	23 Juli 1972	6 januari 1978
Landsat 2	22 Januari 1975	22 Januari 1981
Landsat 3	5 Maret 1978	31 Maret 1983
Landsat 4	16 Juli 1982	1993
Landsat 5	1 Maret 1984	26 Desember 2012
Landsat 6	5 Oktober 1993	Gagal mencapai orbit
Landsat 7	15 Desember 1999	-

Nama satelit	Tanggal Peluncuran	Tanggal dinonaktifkan
Landsat 8	11 Februari 2013	-

Landsat merupakan salah satu satelit berorbit polar, yang dimulai dengan Landsat-4 MSS *(Multi Spectral Scanner)* dengan resolusi spasial 80 meter, Landsat-5 TM *(Thematic Mapper)* hingga satelit Landsat-7 ETM *(Enchanced Thematic Mapper)* dengan resolusi spasial 30 meter dan 15 meter. Satelit seri Landsat merupakan orbit polar dengan ketinggian 900 km dan meliput bumi setiap 16 hari (Arief *et al*., 2011).

2.5 *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS)

Perubahan garis pantai tidak bisa dilihat dalam waktu pendek, namun perubahan bisa dilihat dalam waktu 10 – 20 tahun.Teknologi penginderaan jauh merupakan salah satu teknologi modern yang bisa dimanfaatkan untuk melakukan pengamatan perubahan garis pantai.Namun dalam pengolahan data perubahan garis pantai diperlukan suatu metode dalam analisis hasil perubahan yang terjadi, dan banyak macam metode yang bisa digunakan.Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan analisis perubahan garis pantai adalah metode *Digital Shoreline Analysis System*(DSAS).Dimana metode yang digunakan adalah ekstraksi garis pantai dengan nilai ambang batas (*threshold)* dan band ratio. Validasi dilakukan dengan menghitung jarak rata-rata antar garis pantai hasil ekstraksi dengan *validator* menggunakan transek yang dibuat (Nugraha *et al*., 2016).

Analisis dengan menggunakan DSAS terdiri dari tiga tahapan utama yaitu: membuat garis pantai sebagai garis acuan *(baseline),* membuat garis transek tegak lurus dengan *baseline* yang membagi pias-pias garis pantai, dan

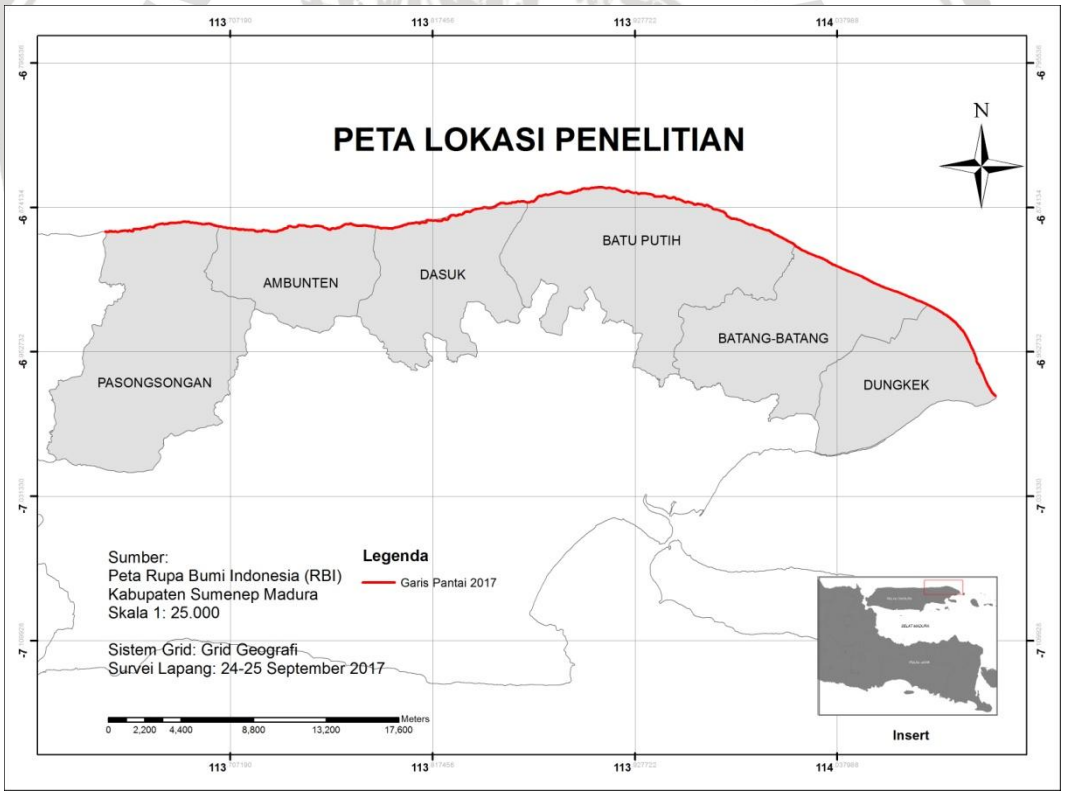
menghitung tingkat perubahan garis pantai (Hakim*et al*., 2014). Adapun metode analisis statistik dengan menggunakan DSAS antara lain:

1. *Shoreline Change Envelope* (SCE) digunakan untuk mengukur total perubahan garis pantai dengan caramempertimbangkan semua posisi garis pantai yang tersedia dan mengetahui jarak perubahan tanpa mengacu pada waktu tertentu.
2. *Net Shoreline Movement* (NSM) digunakan untuk mengukur jarak perubahan garis pantai antara garis yang terlama dan garis pantai terbaru.
3. *End Point Rate* (EPR) digunakan untuk menghitung laju perubahan garis pantai dengan membagi jarak antara garis pantai terlama dan garis pantai terkini dengan waktunya.
4. *Linear Regression Rate* (LRR) digunakan untuk menganalisa secara statistik tingkat perubahan dengan menggunakan regresi linear bisa juga ditentukan dengan menggunakan garis regresi *least-square* (metode statistik untuk analisis *time series)* terhadap semua titik perpotongan garis pantai dengan transek

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian untuk menganalisis perubahan garis pantaidilakukandi sepanjang Pesisir Bagian Utara Kabupaten Sumenep, Madurapada tanggal 24 September 2017. Daerah penelitian meliputi beberapa kecamatan diantaranya Kecamatan Pasongsongan, Ambunten, Dasuk, Batu Putih dan Batang-batang.Pada lokasi penelitian dilakukan *tracking* garis pantaidengan jarak kurang lebih 2km yang mewakili dari masing-masing kecamatan dengan titik lokasi yang telah ditentukan berdasarkan pada pengolahan data yang dilakukan sebelum ke lapang.Adapun lokasi penelitian perubahan garis pantai dan rute *tracking* di Kecamatan Ambunten dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam Penelitian mengenai Analisis Perubahan Garis Pantai di Pesisir Utara Kabupaten Sumenep, Madura terdiri dari banyak macam, ada yang termasuk perangkat keras (*Hardware*) dan termasuk juga perangkat lunak (*Software*).Adapun peralatan selengkapnya beserta fungsinya yang digunakan dalam penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat - alat yang digunakan untuk penelitian

No	Alat	Fungsi
1	*Global Positioning System* (GPS)	*Tracking* garis pantai
2	Kamera Digital	Proses dokumentasi
3	Alat tulis	Mencatat kondisi lapang yang terjadi
4	Laptop	Media yang menampilkan pengolahan data, analisis dan penyusunan laporan
5	Perangkat lunak *(Software) MapSource*	Memindahkan data hasil *tracking* garis pantai dari GPS pada laptop
6	Perangkat lunak *(Software) Google Earth*	Memperoleh citra satelit untuk pembuatan peta lokasi penelitian
7	Perangkat lunak *(Software) Envi 5.1*	Koreksi geometrik dan radiometrik citra satelit Landsat pada saat pengolahan data
8	Perangkat lunak *(Software) ArcGis 10.3*	Pengolahan data citra satelit untuk mendeteksi perubahan garis pantai
9	Perangkat lunak *(Software) Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*	Analisis laju perubahan garis pantai

No	Alat	Fungsi
10	Perangkat lunak *(Software)* *Microsoft Excel 2007*	Pengolahan data *tracking* garis pantai
11	Perangkat lunak *(Software)* *Microsoft Word 2007*	Melakukan penulisan laporan hasil penelitian

3.2.2 Bahan

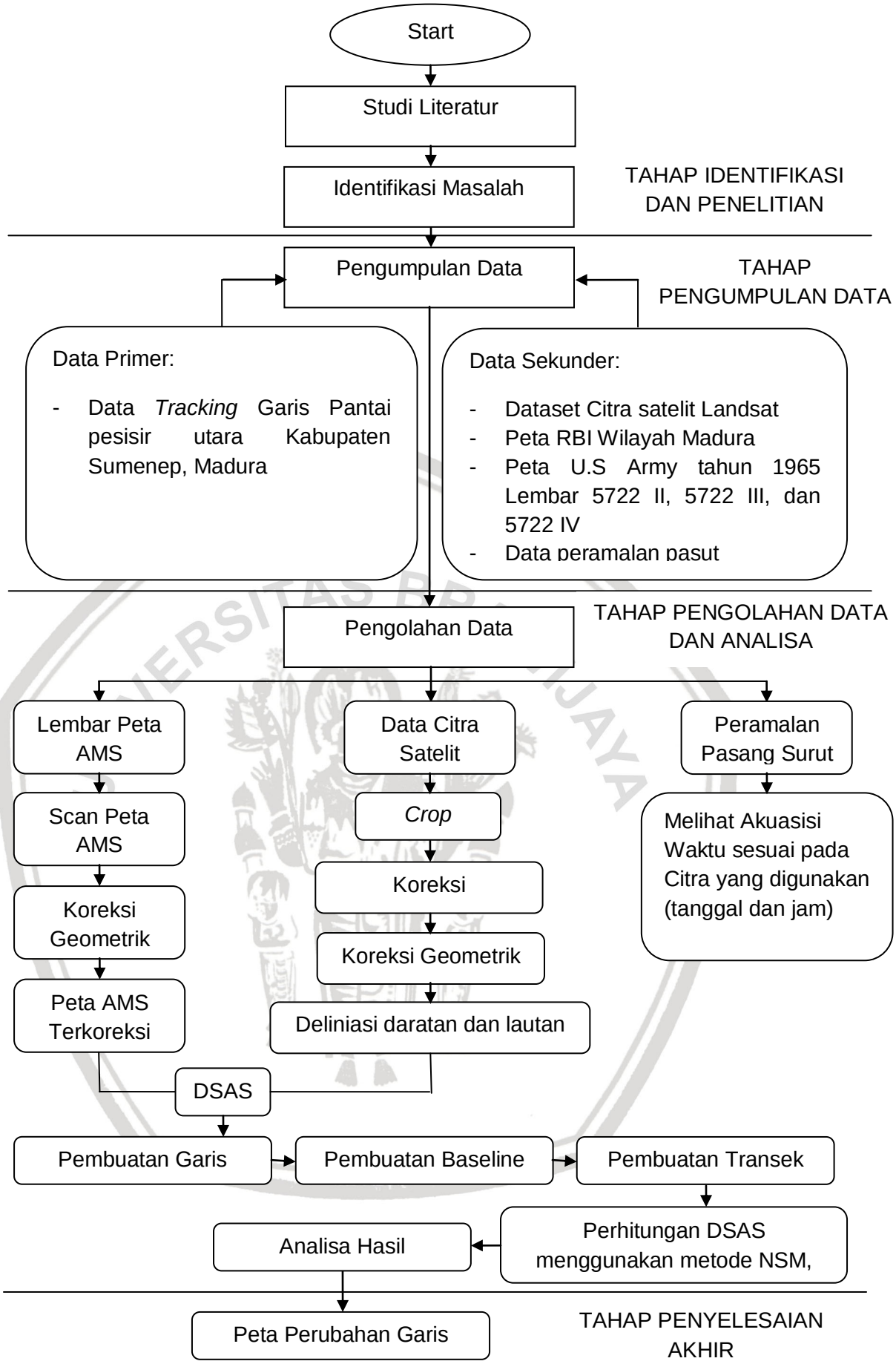
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian mengenai Analisis Perubahan Garis Pantai di Pesisir Utara Kabupaten Sumenep, Madura terdiri dari data primer dan data sekunder.Adapun bahan-bahan selengkapnya beserta fungsinya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Bahan - bahan yang digunakan untuk penelitian

No	Bahan	Fungsi
1	Data Landsat	Citra satelit yang digunakan untuk mendeteksi perubahan garis pantai
2	Peta Rupa Bumi Indonesia Wilayah Pulau Madura skala 1:25.000	Sebagai peta dasar dan untuk keperluan koreksi geometri pada saat pengolahan data
3	*U.S. Army Map* Tahun 1965 skala 1:50.000	Sebagai data garis pantai untuk tahun 1965
4	Hasil *tracking* garis pantai	Sebagai data garis pantai tahun 2017
5	Data peramalan pasang surut	Koreksi garis pantai terhadap pasang surut

3.3 Prosedur Penelitian

Pada pelaksanaan penelitian tentang ini tidak berbeda jauh dengan penelitian lainnya, dimana sesuai dengan prosedur penelitian pada umumnya. Suatu prosedur penelitian memerlukan beberapa tahapan penelitian diantaranya tahap identifikasi dan penelitian, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data dan analisa hasilhingga tahap penyelesaian akhir.Adapun skematis diagram alir prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Prosedur Penelitian

3.4 Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer didapat dengan cara pengukuran secara langsung di lokasi penelitian, dimana data yang diambil yaitu data *tracking* garis pantai dengan menggunakan GPS. Sedangkan data sekunder yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari sumber lain yaitu data citra satelit Landsat. Adapun untuk rincian data yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

3.4.1 Data Primer

1. Data *Tracking Garis Pantai*

Tracking garis pantai dilakukan disepanjang pantai bagian utara Kabupaten Sumenep, Madura yaitu dari Kecamatan Pasongsongan, Ambunten, Dasuk, Batu Putih, Batang-batang dan Dungkek. Adapun panjang pantai yang akan disusuri sejauh ± 60 km. Perolehan data dilakukan untuk mendapatkan garis pantai pada tahun 2017 sehingga dapat mengetahui perbandingan pada tahun sebelumnya. Proses *tracking* garis pantai dilakukan dengan menggunakan *Global Positioning System*(GPS).Ketika *tracking* dimulai, jarak yang telah ditempuh dapat disimpan titik koordinatnya pada GPS.

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari berbagai sumber lainnya yang merupakan data pendukung dalam proses penelitian. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Data Citra Landsat selama dekadal 50 tahun, Peta *U.S ArmyMap Service* (Peta AMS) Tahun 1965, Peta RBI wilayah Madura, dan data peramalan pasut. Adapun untuk rincian jenis dan sumber data untuk pengumpulan data sekunder yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Sekunder yang digunakan dalam Penelitian

No.	Jenis Data	Sumber Data
1	Citra Satelit Landsat	*United States Geological Survey* https://earthexplorer.usgs.gov/
2	Peta *U.S. Army* Tahun 1965 Lembar 5722 II dan 5722 III, Skala 1:50.000	Badan Geologi
3	Peta RBI Madura dengan Skala 1:25.000	*Badan Informasi Geospasial http://www.tanahair.indonesia.go.id/*
4	Data Peramalan Pasut	*Tide Model Driver (TMD)*

Pada pengumpulan data citra satelit diperoleh dari citra Landsat 1 hingga Landsat 8, dimana bertujuan untuk pengolahan perubahan garis pantai setiap 10 tahunan dalam dekadal 50 tahun. Adapun dalam pengumpulan data citra Landsat diperlukan suatu pertimbangan yaitu kualitas gambar citra memiliki tutupan awan dibawah 40% agar gambarnya cukup baik.Adapun data citra Landsat yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Citra Landsat yang digunakan dalam penelitian

Citra Landsat	Tanggal Akuisisi (dd/mm/yyyy)	Jenis Sensor
L2: LM21269651979278AAA05	5/10/1979	*Multispectral Scanner* (MSS)
L4: LT41180651989087AAA06	28/03/1989	*Thematic Mapper*(TM)
L5: LT51180651996243DK100	30/08/1996	*Thematic Mapper*(TM)
L7: LE7118065200223556S00	23/08/2002	*Enhanced Thematic MapperPlus* (ETM+)

Citra Landsat	Tanggal Akuisisi (dd/mm/yyyy)	Jenis Sensor
L8: LC81180652015167LGN00	21/07/2015	*Operational Land Imager* (OLI)

3.5 Proses Pengolahan Data

Proses pengolahan data sesuai dengan diagram alir prosedur penelitian pada Gambar 2 sebelumnya terdiri dari pengolahan peta *U.S. Army Map Service* (Peta AMS), data citra satelit dan peramalan pasang surut, koreksi garis pantai terhadap peramalan pasut yang telah dibuat, perhitungan menggunakan metode DSAS yang terdiri dari metode NSM, ERP dan LRR hingga didapatkan hasilpeta perubahan garis pantai. Berikut ini beberapa penjelasan terkait proses pengolahan data.

3.5.1 Lembar Peta *U.S. Army Map Service*

Lembar Peta *U.S. Army Map Service* (Peta AMS) yang digunakan tahun 1965 dengan skala 1:50.000 digunakan untuk mendapatkan data garis pantai tahun 1965. Proses pengolahan data dari lembar Peta AMS ini dimulai dengan melakukan *scanning* peta dalam bentuk format *JPEG Image(*.jpg)*. Setelah didapatkan hasil peta dalam bentuk *JPEG Image* dilakukan proses koreksi geometrik dengan menggunakan perangkat lunak *(software) ArcGIS 10.3.* setelah didapatkan hasil Peta AMS yang terkoreksi dapat dilakukan digitasi untuk mendapatkan data garis pantai tahun 1965 yang akan dioalah selanjutnya pada DSAS.

3.5.2 Data Citra Satelit Landsat

Pada proses pengolahan data citra satelit Landsat memalui beberapa tahap yang dimulai dengan melakukan pemotongan citra *(cropping image)*, koreksi radiometrik, koreksi geometrik, hingga deliniasi daratan dan lautan.

Adapun penjelasannya mengenai proses pengolahan data citra satelit Landsat adalah sebagai berikut:

1. Pemotongan Citra *(Cropping Image)*

   Cropping merupakan tahapan yang dilakukan dalam pengolahan data citra dengan memotong citra ke dalam ukuran yang lebih kecil. Tujuan pemotongan ini adalah agar didapatkan hasil citra sesuai dengan daerah yang dibutuhkan dalam penelitian dan untuk mempercepat proses pengolahan berikutnya dengan hasil kapasitas citra yang lebih kecil.

2. Koreksi Geometrik

   Koreksi geometrik dilakukan untuk memperbaiki posisi objek dalam citra sesuai dengan posisi sebenarnya di lapangan.Rujukan untuk posisi sebenarnya di lapangan mengacu pada Informasi Geospasial Dasar yaitu peta Rupa Bumi Indonesia (RBI).

3. Koreksi Radiometrik

   Koreksi radiometrikdimaksudkan untuk memperbaiki kualitas citra akibat gangguan partikel atmosfer dengan mengubah nilai digital dari masing-masing piksel citra kedalam nilai radian dan reflektan dengan rumus algoritma.

4. Deliniasi batas daratan dan lautan

   a. Pendekatan *Threshold*

      Disebut juga ambang batas merupakan pendekatan yang digunakan untuk memisahkan daratan dan lautan

   b. Pendekatan *Band Ratio*

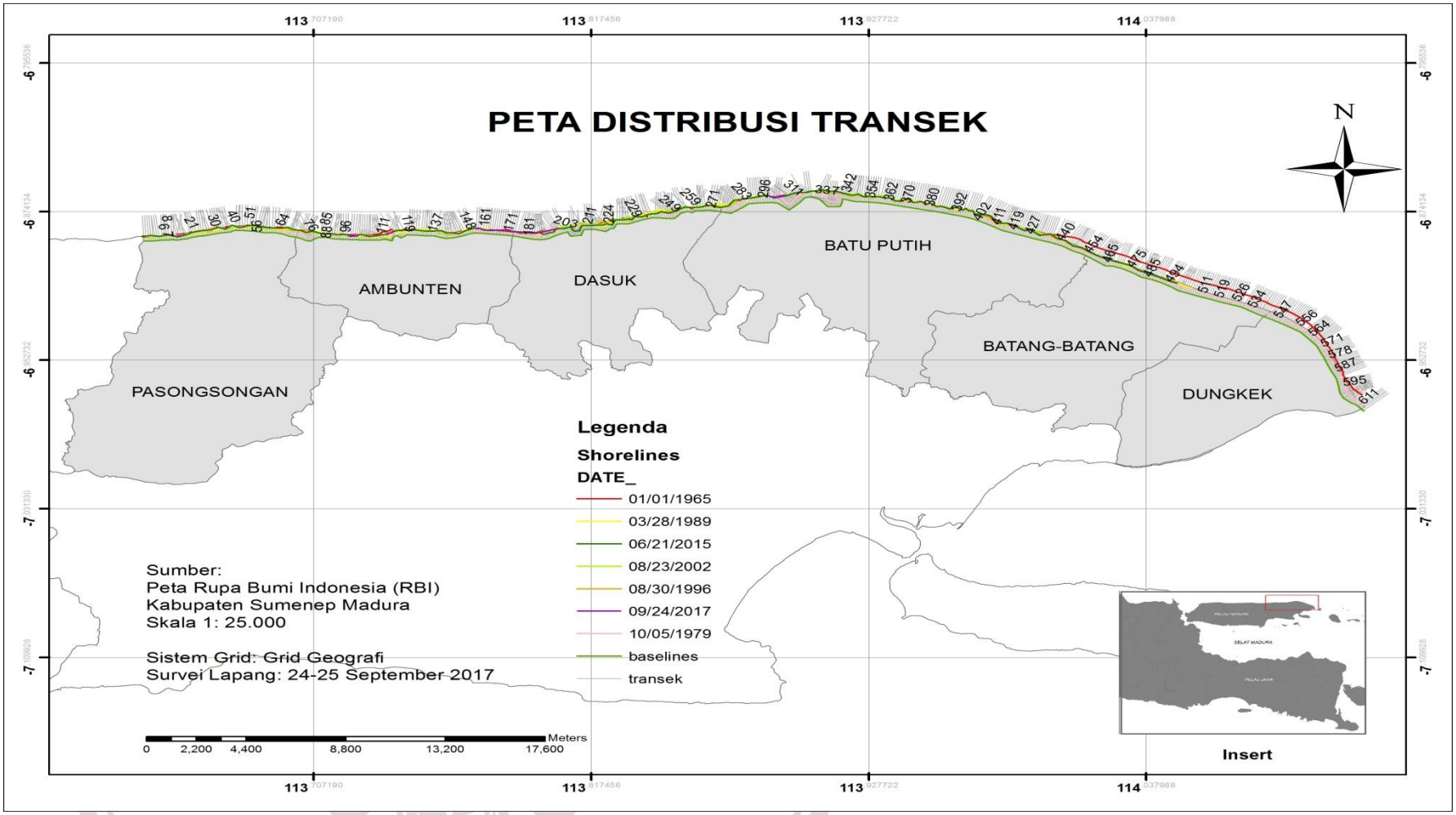
      Merupakan pendekatan yang digunakan untuk menutupi kelemahan yang dihasilkan oleh pendekatan *threshold.*Kelemahan pendekatan *threshold* adalah tidak akurat digunakan pada pantai berlumpur dan bervegetasi. Rasio gelombang *near-infrared* dengan gelombang hijau (*band* 5 dan *band* 3) menghasilkan batas darat-air pada daerah pantai yang

tertutupi 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 kemudian dikonversi kedalam bentuk vektor untuk mendapatkan garis pantai.

3.5.3 Pengolahan DSAS pada *ArcGis*

Pengolahan DSAS pada *ArcGis* dilakukan setelah proses deliniasi garis pantai dan didapatkan garis pantai dari masing-masing citra yang telah digunakan. Langkah yang pertama dilakukan yaitu menampilkan semua garis pantai mulai tahun 1965-2017 dimana dilakukan *tracing shoreline* yaitu menyatukan semua garis pantai sehingga menjadi satu kesatuan untuk memudahkan dalam pengolahan dan menjadi satu *layer* yang disebut *shoreline.*setelah itu dibuatlah *baseline* sebagai garis acuan untuk pengolahan garis pantai. Kemudian membuat transek secara otomatis dengan bantuan *plug-in* DSAS pada *ArcGis* dengan memasukkan data jarak antar transek dan panjang transek. Pada penelitian ini, jarak antar transek yang digunakan yaitu 100 m dan panjang transek yang dibuat sepanjang kurang lebih 60 km. setelah memasukkan kedua data tersebut DSAS secara otomatis akan membuat transek di sepanjang garis pantai. berdasarkan hasil *running* DSAS, di sepanjang garis pantai penelitian ini telah terbentuk sebanyak 611 transek seperti yang terlihat pada Gambar 3.

repository.ub.ac.id



Gambar 3.Peta Distribusi Transek

3.5.4 Prediksi Perubahan Garis Pantai

Setelah dilakukan *running* data statistik yang dilakukan dengan metode DSAS pada perangkat lunak *ArcGis* didapatkan hasil data berupa tabel *trasect intersect* dan *transect rate*, dimana data tersebut dieksport untuk dapat dibuka selanjutkan pada *Ms. Excel.* Data transect intersect dan transect rate dibuka pada *Ms. Excel* adalahdilakukan proses prediksi perubahan garis pantai pada tahun medatang. Setelah data *transek intersect* dan *transect rate* terbuka pada *Ms. Excel* selanjutnya dibuat *sheet* (lembar kerja) baru yaitu *sheet* EPR, NSM, LRR, Model Regresi, Rumus, dan Prediksi. Pada *sheet* (lembar kerja) EPR berisi kolom transek dan nilai EPR dari *sheet* transek rate.Kemudian nilai EPR diurutkan berdasarkan nilai yang tertinggi hingga terkecil sehingga dapat diketahui nilai akresi tertinggi maupun abrasi tertingginya. Begitu pula dengan *sheet* NSM yang berisi kolom transek dan nilai NSM yang didapatkan dari *sheet transect rate* dan diurutkan juga dari nilai tertinggi hingga terendahnya sehingga dapat diketahui pula akresi tertinggi dan abrasi tertingginya. Kemudian untuk *sheet* LRR demikian pula berisi transek, nilai LRR dan LR^2yang didapatkan pula dari *sheet transect intersect* dan diurutkan pula nilainya dari yangterbesar hingga yang terkecil. Kemudian untuk mengetahui transek mana yang dapat dilakukan prediksi dapat dilihat dari nilai LR^2yang memiliki nilai >0,7 dan disesuaikan juga dengan hasil kondisi lapang apakah dapat diprediksi. Kemudian setelah itu pada *sheet* model regresi dan *sheet* rumus ini saling berpengaruh dimana rumus didapatkan dari nilai x dan y yaitu nilai x adalah merupakan tahun sedangkan nilai y adalah jarak garis pantai dengan *baseline* pada *sheet transect rate*. Jarak itu sendiri yang digunakan dan dimasukkan pada rumus adalah jarak pada tahun terakhir namun yang memiliki tahun

lengkap yaitu dari tahun 1965-2015 ada semua.sehingga setelah dimasukkan pada diagram regresi didapatkan hasil yang lengkap. Setelah didapatkan hasil regresi dan rumus yang ada kemudian dapat diketahui daerah mana yang dapat diprediksi mengalami perubahan pada tahun mendatang.Adapun untuk *sheet* (lembar kerja) perhitungan prediksi dapat dilihat pada Lampiran 1-6.

3.6 Analisa Hasil

Pada analisa hasil metode yang akan digunakan adalah metode analisa dektiptif, dimana hasil perubahan garis pantai dianalisa secara langsung berdasarkan hasil pengolahan menggunakanmetode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) yaitu analisa statistik secara otomatis. Metode DSAS terdiri dari tiga tahapan utama yaitu: membuat garis pantai sebagai garis acuan *(baseline),* membuat garis transek tegak lurus dengan *baseline* yang membagi pias-pias garis pantai, dan menghitung tingkat perubahan garis pantai yang dihasilkan, sehingga diketahui mengalami perubahan tertinggi dan terendahnya (Hakim *et al*., 2014).

Laju perubahan garis pantai dianalisis dengan pendekatan statistik *End Point Rate* (EPR).Dimana metode ini diturunkan dengan membagi jarak gerakan garis pantai pada waktu yang telah berlalu antara posisi garis paling terlama dan terbaru.Selain itu juga menggunakan metode *Net Shoreline Movement* (NSM) yang melaporkan jarak antara garis pantai terlama dan terbaru.Selanjutkan untuk mengetahui prediksi di masa mendatang dilakukan dengan metode *Linear Regression Rate* (LRR) digunakan untuk menganalisa secara statistik tingkat perubahan dengan menggunakan regresi *linear* bisa juga ditentukan dengan menggunakan garis regresi *least-square*.Prediksi dilakukan dengan pembuatan garis *least-square* dilakukan untuk melihat nilai koefisien determinasi (R^2 / R *square*) dari hasil regresi yang dihasilkan pada tiap transek untuk mengetahui

lokasi telah mengalami perubahan atau tidak.Nilai determinan didapatkan dari pengolahan DSAS pada *Ms. Excel*, dimana nilai determinan (LR2/ R^2/ R square) merupakan output dari nilai LRR pada DSAS. Selain itu juga dapat dilihat dengan nilai koefisien korelasi (R) antara dua variabel dari tahun dan jarak garis pantai dengan *baseline* pada tahun yang digunakan. Jadi korelasi (R) dipakai tujuannya adalah melihat hubungan di setiap transek antara tahun dan jarak apakah terdapat perubahan yang signifikan. Kalau perubahannya dari tahun ke tahun signifikan dimana memenuhi kriteria R>0,7 maka transek tersebut dapat digunakan untuk bahan prediksi perubahan garis pantai di tahun mendatang. Nilai R (korelasi) sendiri didapatkan dari akar R^2 (nilai determinan). Menurut (Sarwono, 2006)nilai R>0,7 digunakan sebagai prediksi karena dianggap memiliki korelasi sangat kuat. Data dengan koefisien determinan mendekati 1 dapat digunakan sebagai pertimbangan bahwa daerah tersebut di masa mendatang akan mengalami perubahangarispantai.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perubahan Garis Pantai

Pesisir bagian utara Kabupaten Sumenep, Madura berdasarkan hasil analisa perubahan garis pantai menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) telah mengalami perubahan garis pantai pada beberapa area tertentu selama kurun waktu kurang lebih 50 tahun yaitu tahun 1965 hingga 2015 beserta hasil survei lapangan tahun 2017. Hasil perubahan garis pantai yang terjadi dapat diketahui dengan melihat nilai perhitungan jarak perubahan garis pantai (NSM) dan nilai laju perubahan garis pantai (EPR) untuk menentukan lokasi abrasi dan akresi yang dominan berdasarkan nilai tiap transek pengukuran yang mencakup wilayah penelitian.Adapun hasil perhitungan nilai jarak perubahan garis pantai (NSM) dan laju perubahan garis pantai(ERP) dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini

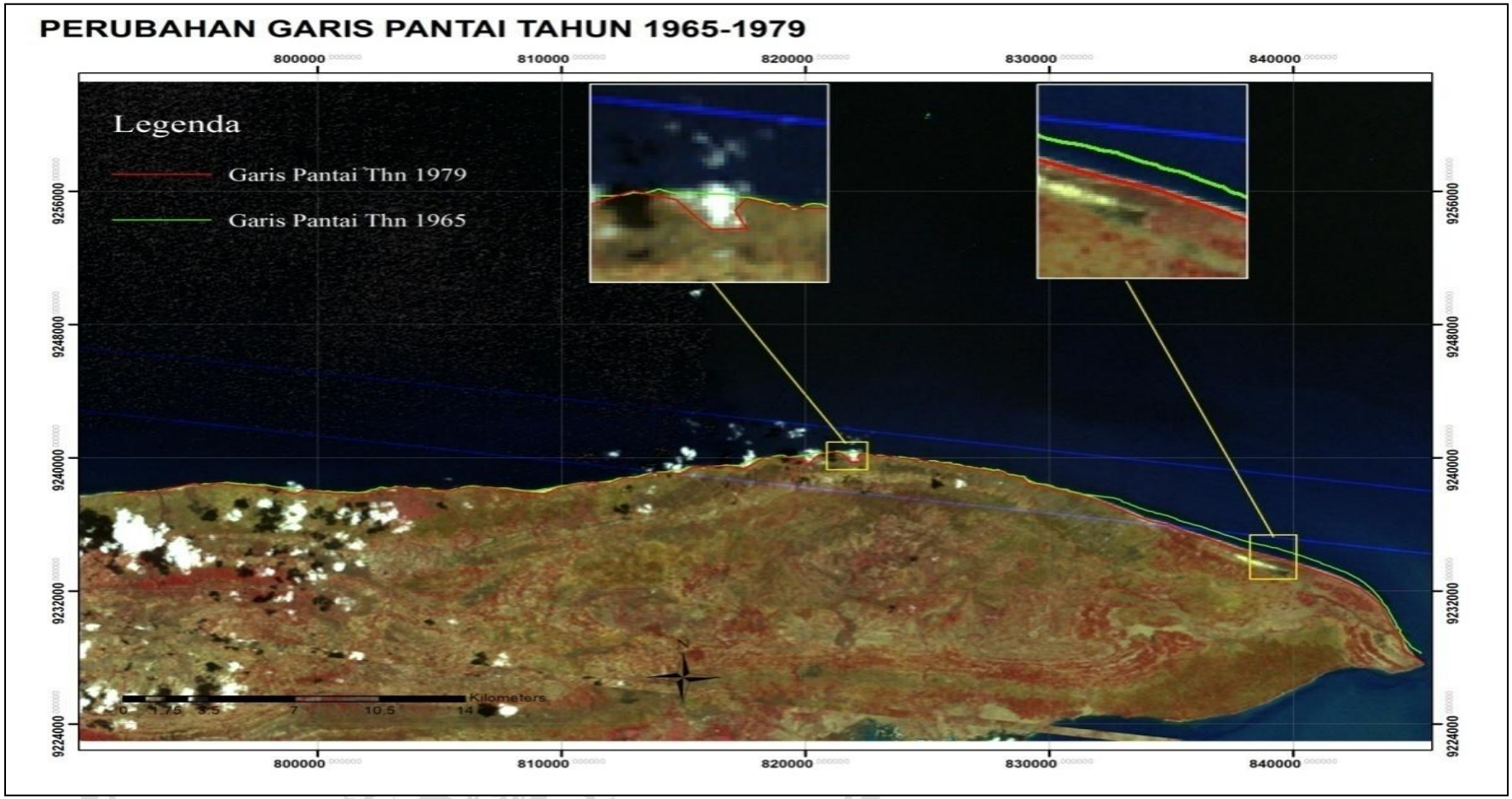
Tabel 6. Tabel perhitungan jarak dan laju perubahan garis pantai

Tahun	NSM (m)				EPR (m/thn)			
	Tertinggi	Terendah	Rata-Rata		Tertinggi	Terendah	Rata-Rata	
			(+)	(-)			(+)	(-)
1965-2017	124,01	-608,01	28,76	-187,17	2,46	-41,20	0,57	-8,04
1965-1979	123,60	-804,01	25,01	-214,22	8,37	-54,48	1,69	-14,52
1979-1989	802,89	-237,41	99,55	-55,12	84,72	-25,05	10,50	-5,82
1989-1996	292,73	-200,63	52,50	-45,47	39,41	-27,01	7,07	-6,12
1996-2002	152,49	-86,65	41,21	-26,29	25,51	-14,49	6,89	-4,40
2002-2015	134,70	-375,82	34,14	-55,86	10,50	-29,3	2,66	-4,35
2015-2017	161,15	-41,06	51,67	-18,00	71,30	-18,17	22,86	-7,96

4.1.1 Perubahan Garis Pantai Tahun 1965-1979

Selama periode tahun 1965-1979 perubahan garis pantai yang terjadi berdasarkan perhitungan menggunakan DSASsesuai pada Tabel 6 perhitungan nilai NSM dan EPRdidapatkan rata-rata nilai akresi sebesar 25,01 m dengan nilai akresi tertinggi sebesar 123,6 m terletak pada transek 237. Sedangkan rata-rata nilai abrasi didapatkan sebesar -214,22 m dengan nilai abrasi tertinggi sebesar -804,01 m yang terletak pada transek 302.Adapun untuk peta perubahan garis pantai tahun 1965-1979 dapat dilihat pada Gambar 4.

repository.ub.ac.id



Gambar 4. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 1965-1979

Pada dekade pertama tahun 1965-1979 bertujuan untuk mengetahui perubahan garis pantai sebelum adanya pembangunan atau dikatakan belum adanya masa pembangunan yang ada di wilayah pesisir bagian utara Kabupaten Sumenep, Madura.Berdasarkan peta perubahan garis pantai tahun 1965-1979 dapat dilhat bahwa perubahan dominan mengalami abrasi atau kemunduran garis pantai dari tahun 1965.Di kecamatan Pasongsongan lebih banyak terjadi abrasi meskipun juga terdapat akresi, sedangkan di kecamatan Ambunten lebih dominan besar mengalami abrasi dan tertinggi terjadi di wilayah kecamatan Ambunten yang dekat atau berbatasan dengan kecamatan Pasongsongan.Sedangkan di kecamatan yang lainnya pun tidak jauh berbeda bahwa ditemukan lebih dominan abrasi yang tinggi.Laju abrasi tertinggi terjadi di kecamatan Batuputih yang berlokasi ditemukannya sungai.

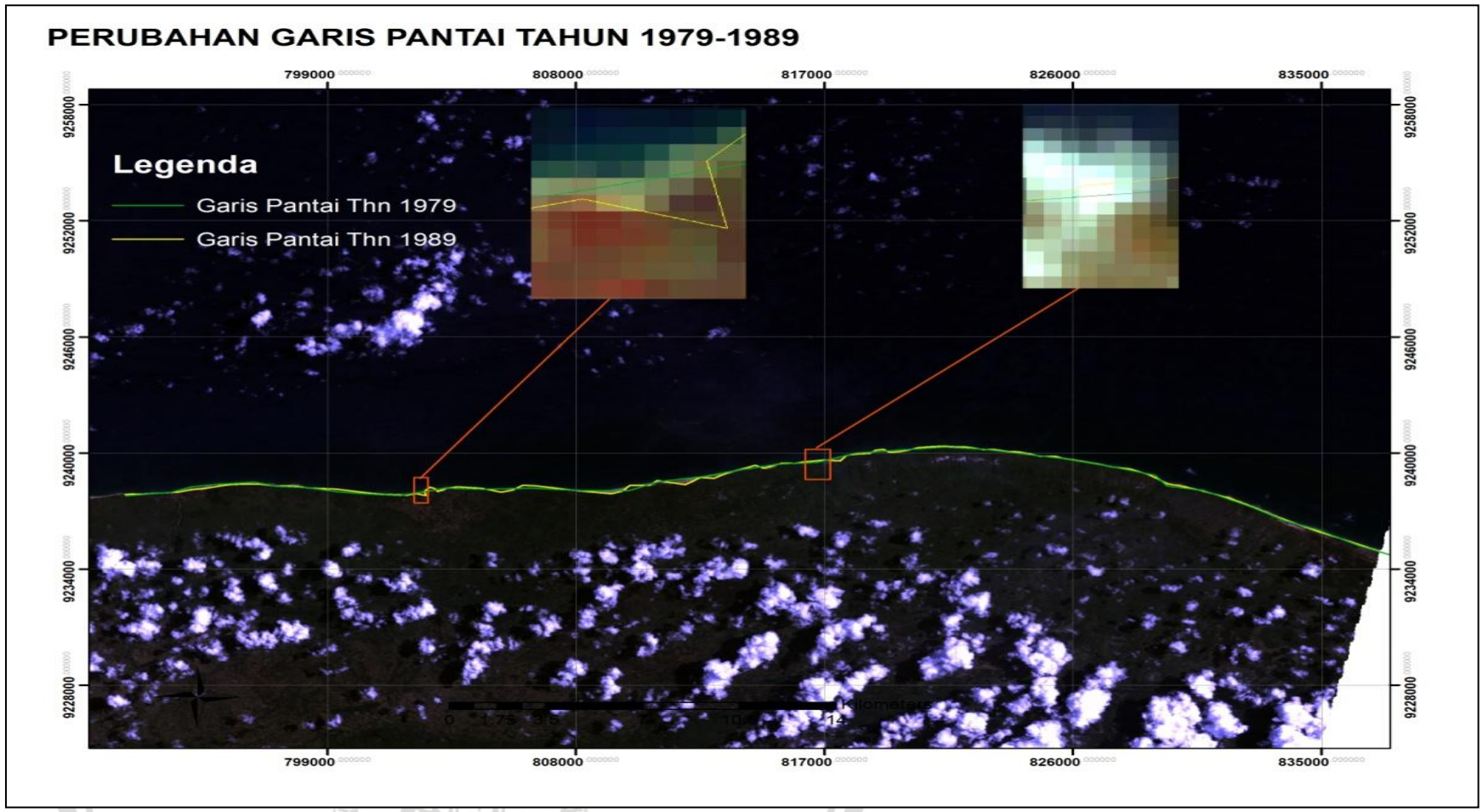
Perubahan garis pantai tinggi tidak hanya disebabkan adanya faktor alam yang terjadi di daerah tersebut, namun dapat juga disebabkan karena adanya perbedaan sumber data yang digunakan. Sumber data yang digunakan untuk peta tahun 1965 menggunakan lembar peta *U.S. Army MapService*(Peta AMS)sedangkan untuk peta tahun 1979 menggunakan data citra Landsat pertama, sehingga dikatakan sumber data menggunakan jenis satelit yang berbeda. Selain perbedaan sumber data perubahan yang terjadi bisa jadi masih terpengaruh adanya perbedaan kondisi muka air laut, karena data tahun 1979 yang didapatkan dari citra satelit yang sudah dilakukan peramalan pasut perairan dalam keadaan surut.

4.1.2 Perubahan Garis Pantai Tahun 1979-1989

Selama periode tahun 1965-1979 perubahan garis pantai yang terjadi berdasarkan perhitungan menggunakan DSAS sesuai pada Tabel 6 perhitungan nilai NSM dan EPRdidapatkan rata-rata nilai akresi sebesar 99,55 m dengan nilai

akresi tertinggi sebesar 802,89 m terletak pada transek 302. Sedangkan rata-rata nilai abrasi didapatkan sebesar -55,12 m dengan nilai abrasi tertinggi sebesar -237,41m yang terletak pada transek 115.Adapun peta perubahan garis pantai tahun 1979-1989 dapat dilihat pada Gambar 5.

repository.ub.ac.id



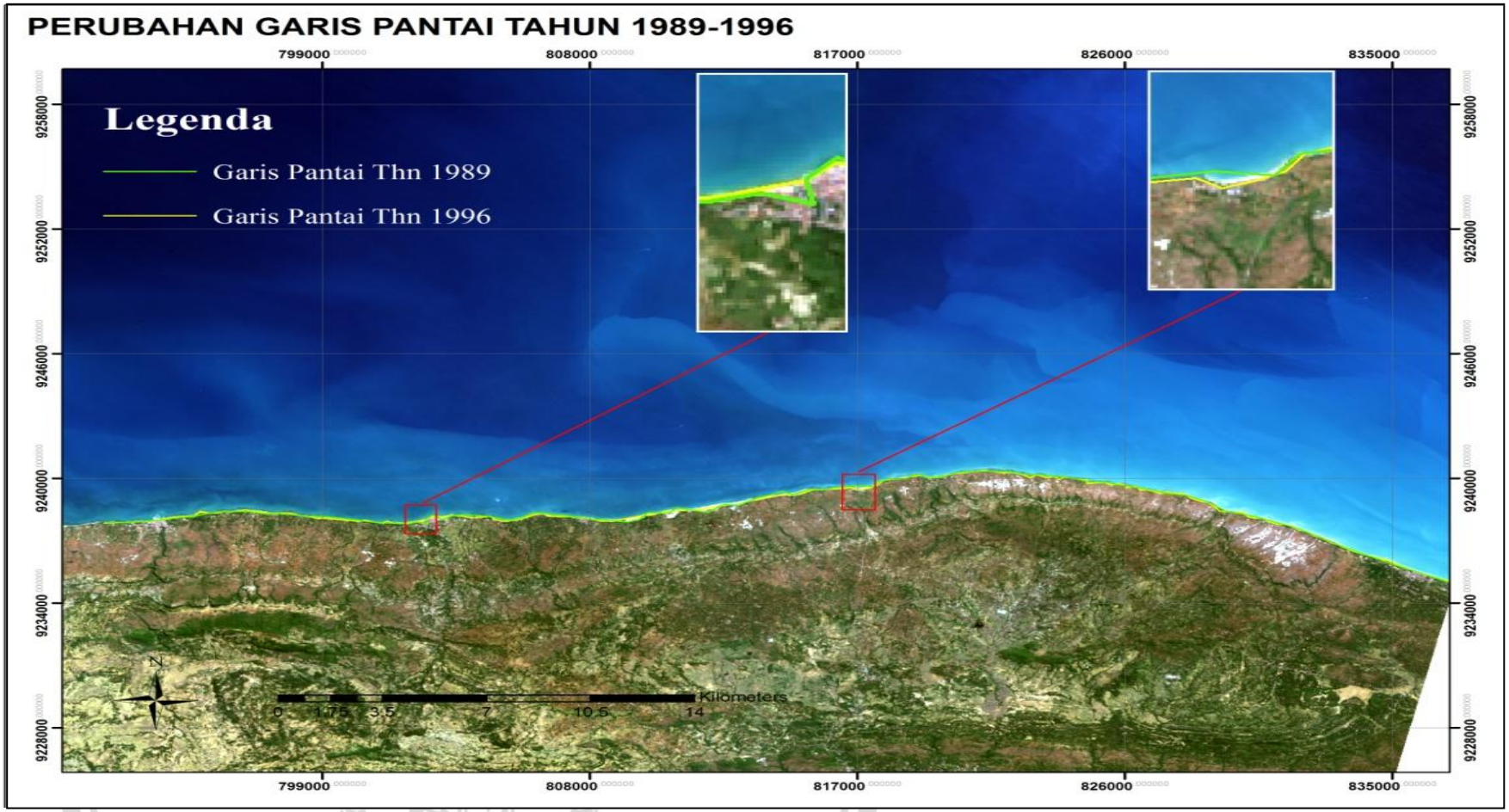
Gambar 5. Peta perubahan garis pantai tahun 1979-1989

Pada periode kedua tahun 1979-1989 terjadi perubahan garis pantai dominan akresi.Pada dekade ini pula baru bisa benar-benar dianalisa, karena perubahan alam seperti faktor oseanografi menyebabkan perubahan garis pantai yang terjadi.Pada tahun ini merupakan tahun mulainya pembangunan atau bisa dikatakan mulainya pengembangan wilayah, namun belum banyak pembangunan yang dilakukan. Selain hal tersebut, diduga perubahan yang terjadi masih dipengaruhi oleh pasang surut mengingat kondidi pasang surut pada citra yang diambil pada kondisi yang sama, dimana pada tahun 1979 dan 1989 memiliki kesamaan pada citra yang digunakan yaitu menggunakan data citra Landsat dengan kondisi data yang sama-sama pengambilannya dilakukan ketika dalam kondisi surut. Hal tersebut diketahui dari proses peramalan pasut yang telah dilakukan dengan mengetahui waktu akuisisi dari data citra Landsat tersebut masing-masing.

4.1.3 Perubahan Garis Pantai Tahun 1989-1996

Selama periode tahun 1989-1996 perubahan garis pantai yang terjadi berdasarkan perhitungan menggunakan DSAS didapatkan rata-rata nilai akresi sebesar 52,50 m dengan nilai akresi tertinggi sebesar 292,73 m terletak pada transek 115. Sedangkan rata-rata nilai abrasi didapatkan sebesar -45,47 m dengan nilai abrasi tertinggi sebesar -200,63 m yang terletak pada transek 271.Adapun peta perubahan garis pantai tahun 1989-1996 dapat dilihat pada Gambar 6.

repository.ub.ac.id



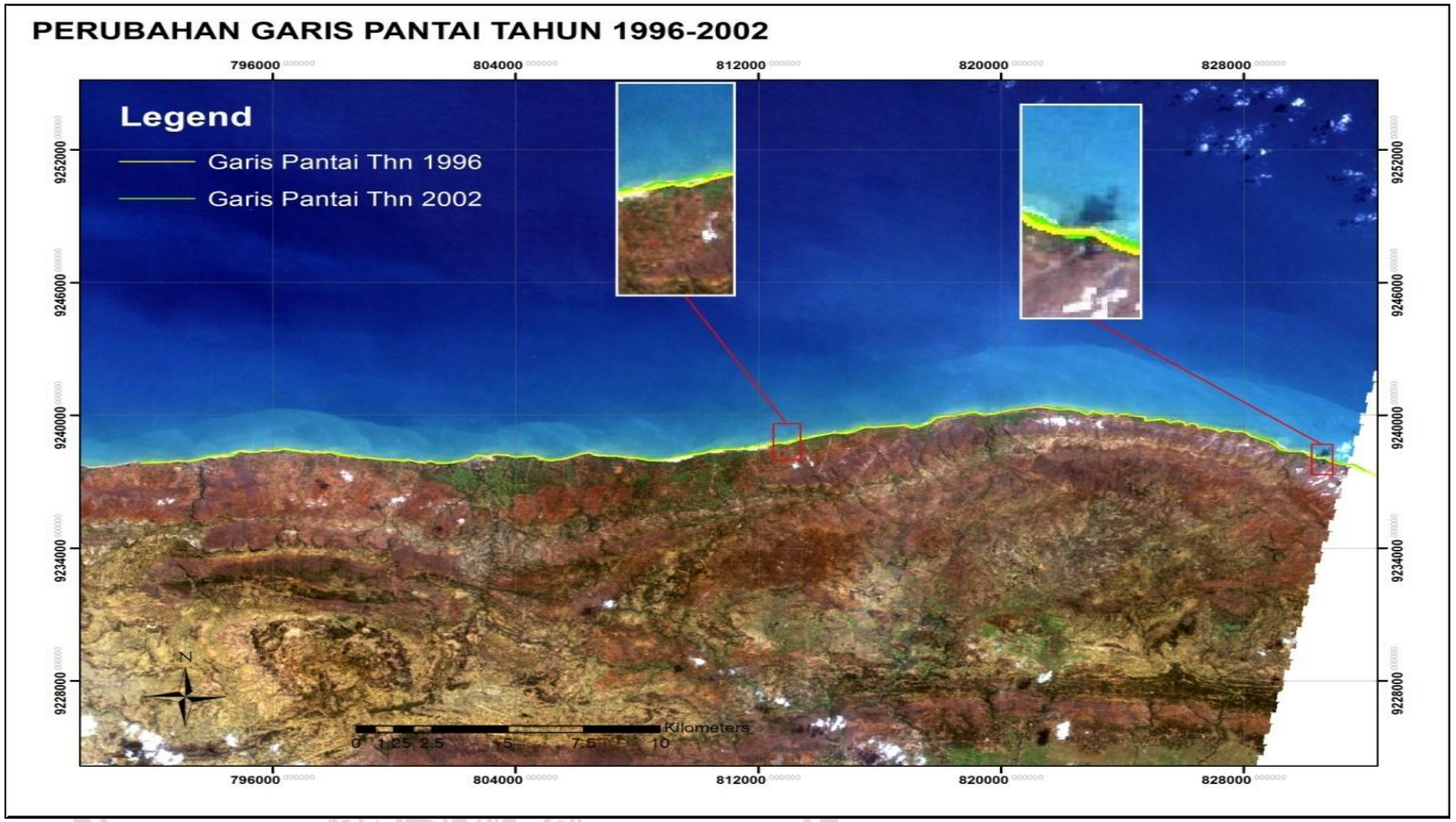
Gambar 6. Peta perubahan garis pantai tahun 1989-1996

Pada dekade ketiga tahun 1989-1996didominasi dengan peristiwa akresi, dimana didukung dengan pada tahun ini memasuki masa puncak pembangunan.Biasanya mulai banyak pembangunan yang dilakukan, jadi perubahan karena aktifitas pembangunan dan faktor alam pun juga termasuk.Terbukti bahwa kondisi di Kecamatan Pasongsongan dominan akresi karena adanya pembangunan pelabuhan, namun terjadi abrasi tinggi pada kecamatan Ambunten walaupun juga terjadi dominan akresi pada kecamatan tersebut.Tidak jauh berbeda dengan kecamatan yang lainnya pun juga laju abrasi dominan dibandingan akresi yang terjadi.

4.1.4 Perubahan Garis Pantai Tahun 1996-2002

Selama periode tahun 1996-2002 perubahan garis pantai yang terjadi berdasarkan perhitungan menggunakan DSAS dapat pada Tabel 6 perhitungan nilai jarak perubahan garis pantai (NSM) dan laju perubahan garis pantai(EPR)didapatkan rata-rata nilai akresi sebesar 41,21 m dengan nilai akresi tertinggi sebesar 152,49 m terletak pada transek 220. Sedangkan rata-rata nilai abrasi didapatkan sebesar -26,29 m dengan nilai abrasi tertinggi sebesar -86,65 m yang terletak pada transek 420.Adapun untuk peta perubahan garis pantai tahun 1996-2002 dapat dilihat pada Gambar 7.

repository.ub.ac.id



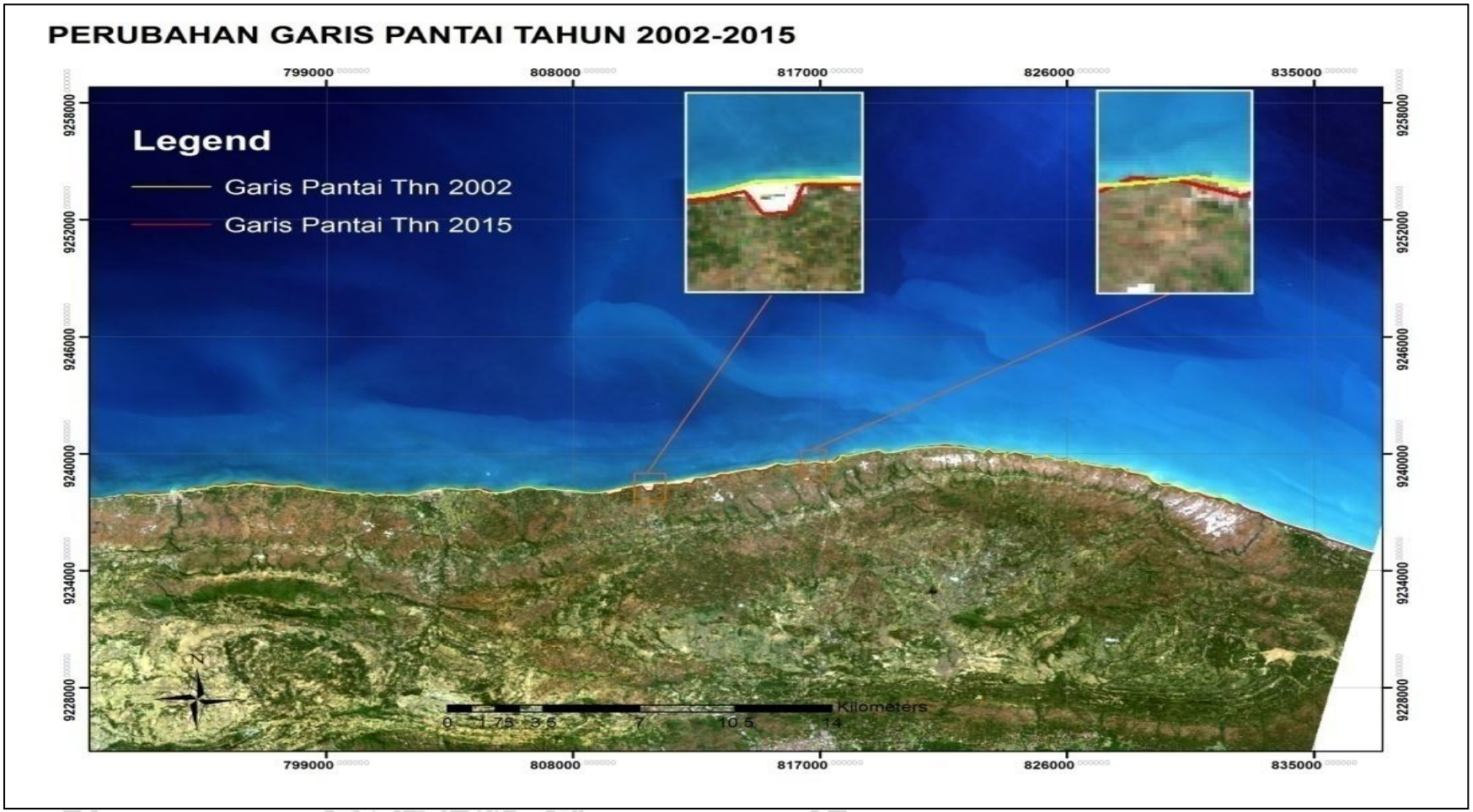
Gambar 7. Peta perubahan garis pantai tahun 1996-2002

Pada dekade keempattahun 1996-2002 garis pantai dominan mengalami akresi.Hal ini disebabkan karena pada tahun 1996-2002 merupakan masa pembangunan yang cukup tinggi di wilayah pesisir bagian utara kabupaten Sumenep, Madura.Hal tersebut juga didukung dengan hasil perhitungan DSAS yang telah dilakukan.Namun tingkat abrasi dan akresi yang terjadi tidak begitu berbeda jauh.Pembangunan pelabuhan yang dilakukan di Kecamatan Pasongsongan masih terus berkembang, selain itu pengembangan pantai wisata juga dilakukan antara kecamatan Ambunten, Dasuk hingga Batuputih.Kondisi perairan ketika pengambilan data citra satelit keduanya dalam keadaan surut, sehingga tidak terdapat pengaruh pasut pada perubahan garis pantai yang terjadi.

4.1.5 Perubahan Garis Pantai Tahun 2002-2015

Selama periode tahun 2002-2015 perubahan garis pantai yang terjadi berdasarkan perhitungan menggunakan DSAS sesuai pada Tabel 6 perhitungan nilai jarak perubahan garis pantai (NSM) dan laju perubahan garis pantai (EPR)didapatkan rata-rata nilai akresi sebesar 34,14 m dengan nilai akresi tertinggi sebesar 134,7 m terletak pada transek 275. Sedangkan rata-rata nilai abrasi didapatkan sebesar -55,86 m dengan nilai abrasi tertinggi sebesar -375,82 m yang terletak pada transek 200.Adapun peta perubahan garis pantai pada tahun 2002-2015 dapat dilihat pada Gambar 8.

repository.ub.ac.id

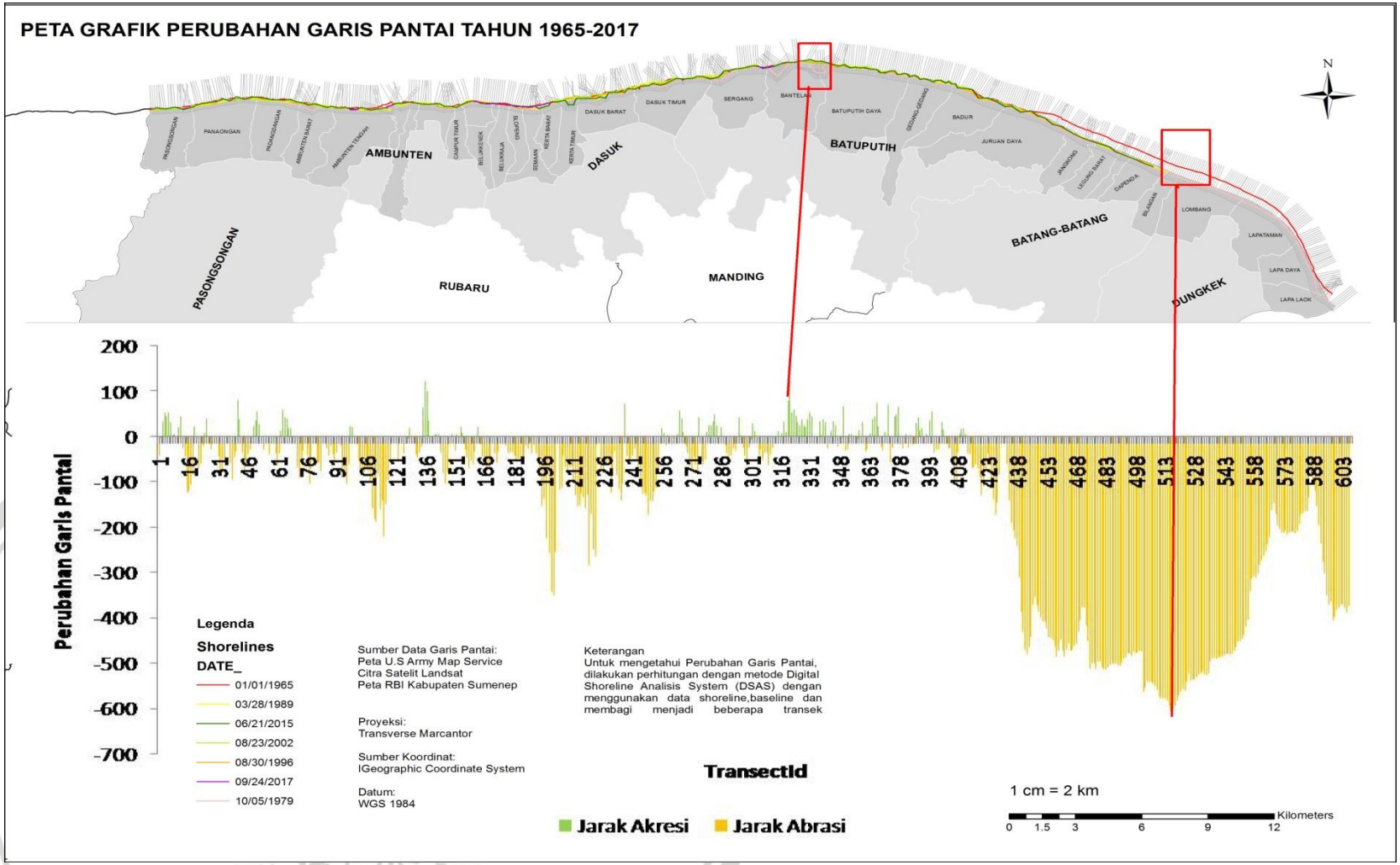


Gambar 8. Peta perubahan garis pantai tahun 2002-2015

Pada periode 2002-2015 perubahan pantai yang terjadi dominan mengalami abrasi.Hal tersebut dikarenakan pada dekade tersebut sudah mulai berkurangnya pembangunan namun mulai digunakannya bangunan yang terdapat di sekitar pantai misalnya bangunan pelindung pantai yang kondisinya semakin mengikis akibat adanya faktor alam seperti gelombang maupun arus.

4.1.6 Perubahan Garis Pantai Tahun 1965-2017

Perubahan garis pantai yang terjadi pada kurun waktu 50 tahun dapat dilihat pada Tabel 6, dapat diketahui berdasarkan nilai akresi tertinggi, abrasi tertinggi dan nilai rata-rata dari nilai akresi dan abrasi yang didapatkan dari pengolahan dan perhitungan DSAS. Selama tahun 1965-2017 didapatkan rata-rata nilai akresi sebesar 28,76 m dengan nilai akresi tertinggi sebesar 124,01 m terletak pada transek 321. Sedangkan rata-rata nilai abrasi didapatkan sebesar -187,17 m dengan nilai abrasi tertinggi sebesar -608,01 m yang terletak pada transek 516. Adapun untuk perubahan garis pantai tersebut dengan transek yang mengalami perubahan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Peta grafik perubahan garis pantai tahun 1965-2017

Keadaan garis pantai selama dekadal 50 tahun yaitu tahun 1965-2017 di wilayah pesisir bagian utara Kabupaten Sumenep, Madura didominasi oleh adanya abrasi.Namun demikian juga ditemukan adanya akresi yang terjadi di wilayah kecamatan Pasongsongan karena adanya pembangunan pelabuhan sekaligus adanya pelebaran pelabuhan yang dapat menyebabkan arah arus maupun gelombang pun bisa berubah.Selain itu di kecamatan Ambunten dan Dasuk yang dimanfaatkan sebagai pantai wisata juga mengalami abrasi tinggi sebelumya yang kemudian selanjutnya dilakukan pembangunan bangunan pelindung pantai.Kemudian pada beberapa wilayah juga terdapat banyak sungai yang terbendung, sehingga hal ini pun juga dapat mempengaruhi keadaan garis pantai mengalami akresi, dimana yang tadinya garis pantai tidak terdeteksi kemudian menjadi terdeteksi ada karena adanya sungai yang terbendung atau sengaja dibendung akibat penambahan luasan daratan.Adanya sungai yang sengaja dibendung pun terjadi di wilayah perbatasan anatara kecamatan Dasuk dan Batuputih karena akibat adanya pembangunan jembatan. Proses perubahan garis pantai yang terjadi menunjukkan bahwa pada setiap kecamatan memiliki faktor abrasi yang hampir sama seperti adanya faktor alam maupun aktifitas manusia.

Berdasarkan gambar grafik perubahan garis pantai yang menunjukkan jarak akresi dan jarak abrasi sesuai dengan pengolahan menggunakan DSAS bahwa jarak akresi tertinggi terdapat pada transek 321 yang terdapat di daerah Bantelan tepatnya di kecamatan Batuputih, sedangkan abrasi tertinggi terdapat pada transek 516 tepatnya daerah Lombang tepatnya di kecamatan Dungkek. Namun sumberdata yang menyebabkan terjadinya perbedaan perubahan garis pantai tidak mendukung sebab pada kecamatan Dungkek garis pantai terdeteksi hanya tahun 1965 dan 1979 karena data Landsat yang digunakan terpotong dan tidak tersedia untuk tahun yang lainnya.

Kondisi pada dekade terakhir yaitu tahun 2002-2017 garis pantai sebagian besar mengalami abrasi.Hal ini masih berkaitan dengan dengan masa puncak-puncaknya pembangunan jadi perubahan dari aktifitas pembangunan dan pasca pembangunan.Dimana aktifitas pembangunan seperti adanya pengerukan ataupun penambahan daratan.Sedangkan pasca pembangunan dimana setelah adanya bangunan pantai seperti contohnya adanya pelabuhann Biasanya berefek pada arah arus atau gelombang yang berbeda.Hal ini dibuktikan dengan pada saat survei lapangan garis pantai 2017 di kecamatan Pasongsongan sedang terjadi aktifitas pelebaran pelabuhan dan bangunan pelindung pantai untuk mengatasi terjadinya abrasi.Sedangkan kondisi untuk pantai wisata maupun pemukiman di pesisir utara Kabupaten Sumenep Madura tidak terjadi lagi aktifitas pembangunan, namun bangunan pelindung pantai yang terdapat disana telah mengikis oleh gempuran gelombang. Hal tersebut didukung dengan penelitian menurut (Sutrisno, 2016)yaitu *PemetaanKebutuhanTangkisLautdi WilayahDaratan – Kecamatan Ambunten,Dasuk, dan Batu Putih Kabupaten Sumenep*bahwa dampak abrasi yang telah terjadi di Kabupaten Sumenep mengakibatkan hancurnya wisata pantai utara Kecamatan Ambunten, Dasuk dan Batuputih. Kecepatan abrasi tergantung pada faktor alam yaitu besarnya energi gelombang laut dan jenis batuan pada kawasan pesisir dan karena aktifitas manusia yang ada di sekitarnya.Selain itu saat survei lapangan juga ditemukan sedang ada aktifitas pembangunan jembatan yang berkaitan dengan adanya sungai yang terbendung.Beberapa sungai yang ditemukan banyak yang terbendung baik itu tidak sengaja maupun sengaja dibendung.Adanya pembangunan jembatan terjadi di salah satu daerah di kecamatan Dasuk.

4.2 Hubungan Pasang Surut dengan Perubahan Garis Pantai

Perubahan garis pantai juga berkaitan erat dengan kondisi pasang surut, karena pasang surut mempunyai pengaruh terhadap kondisi perubahan garis pantai, sebab keadaan garis pantai dapat berubah-ubah sesuai keadaan muka air laut.Hal ini dapat dilihat dalam pengambilan data citra satelit yang digunakan, dimana menggunakan lembar Peta *U.S. Army Map Service*(Peta AMS) dan data dari citra Landsat.Data garis pantai lembar Peta AMS diperoleh dalam keadaan muka air laut dalam kedudukan *Mean Sea Level* (MSL) sedangkan data citra satelit yang digunakan bergantung pada waktu akuisisi yang didapatkan dengan melakukan peramalan gelombang.Namun demikan waktu akuisisi yang ada pada citra yang digunakan harus dalam kondisi muka air laut yang seragam agar meminimalisir terdeteksinya perubahan yang masih diakibatkan oleh pengaruh dari pasut.Jika kondisi muka air laut pada pengambilan data yang digunakan tidak seragam maka perlu adanya koreksi pasang surut.Waktu yang baik dalam pengukuran garis pantai sebaiknya dilakukan pada saat surut berlangsung sehingga didapatkan hasil perubahan garis pantai yang akurat.

4.3 Prediksi Perubahan Garis Pantai

Perhitungan prediksi perubahan garis pantai dilakukan selama kurun waktu 20 tahun mendatang menggunakan pengolahan metode DSAS.Hasil prediksi bahwa tidak semua daerah dapat dilakukan prediksi, meskipun kesemua daerah sebagian besar mengalami perubahan baik itu akresi maupun abrasi.Adapun hasil prediksi yang dilakukan dengan DSAS dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Prediksi perubahan garis pantai

Kecamatan	*TransectId*	*Distance* (m)	Prediksi (m)		Laju perubahan (m/thn)
			2025	2035	
Pasongsongan	44	181,97	-37,12	-54,38	-1,73
Ambunten	145	197,23	-17,56	-32,09	-1,45
Ambunten	146	180,19	-23,59	-43,35	-1,98
Ambunten	147	208,43	-24,61	-39,08	-1,45
Dasuk	235	177,42	-5,92	-31,32	-2,54
Dasuk	236	206,64	-14,99	-37,53	-2,25

Berdasarkan hasil prediksi yang dilakukan dengan metode DSAS sesuai dengan Tabel 7 pada hasil prediksi bahwa Kecamatan Pasongsongan memiliki tingkat abrasi paling tinggi dibandingan Kecamatan Ambunten dan Dasuk dengan yaitu sebesar -37,12 m pada tahun 2025 mendatang secara otomatis untuk prediksi tahun 2035 pun juga. Pada hasil prediksi daerah yang konstan mengalami perubahan dapat dilakukan prediksi terdapat pada tiga kecamatan yaitu Kecamatan Pasongsongan, Ambunten dan Dasuk.Hal ini berkaitan juga dengan perubahan garis pantai pada pantai berpasir dimana ketiganya merupakan pantai berpasir.Sesuai dengan ketika melakukan survei lapangan bahwa ketiga kecamatan tersebut dikatakan padat pemukiman, terdapat pelabuhan maupun kegiatan perikanan.

Beberapa usaha untuk menangulangi abrasi dan mundurnya garis pantai yang telah dilakukan adalah dengan ditemukannya bangunan berupa dinding pelindung pantai ketika survei lapangan.Namun adanya abrasi yang tinggi membuat semakin terkikisnya dinding pelindung pantai yang ada.Hal tersebut sesuai dengan penelitian menurut(Setyandito *and* Triyanto, 2007) yaitu *Analisa Erosi dan Perubahan Garis Pantai Pada Pantai Pasir dan Sekitarnya di Takisung, Provinsi Kalimantan Selatan*yaitu beberapa kerusakan terjadi pada fungsi groin

yang ada pada pantai pasir dapat mengakibatkan garis pantai yang ada di sebelahnya tererosi, sehingga terjadi kemunduran garis pantai yang membahayakan daerah pemukiman nelayan di belakangnya, dan pembangunan *groin* penahan pantai pasir yang kurang sempurna sebagai pelindung, tererosinya pasir karena serangan gelombang dan arus. Berdasarkan hasil prediksi didapatkan hanya tiga kecamatan yang dilakukan dapat diprediksi karena berdasarkan analisa DSAS mulai tahun 1965-2017 yang konstan selalu berubah adalah daerah tersebut, sedangkan pada daerah yang lain perubahannya tidak begitu signifikan.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolan data dan penelitian lapang yang dilakukan dalam penelitian ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Selama kurun waktu 10 tahunan dari tahun 1965-1979 dan tahun 2002-2015 terjadi perubahan garis pantai yang dominan terjadi abrasi, namun pada tahun 1979-1989, 1989-1996 maupun 1996-2002 dominan terjadi akresi. Selama kurun waktu 50 tahunan maka dapat disimpulkan terjadi penambahan dan pengurangan dengan jarak sejauh 28,76 meter dan -187,17 meter dan laju perubahannya sebesar 0,57 m/thn dan -8,04 m/thn.
2. Pada prediksi garis pantai selama 20 tahun mendatang dengan pengolahan data yang telah dilakukan manggunakan DSAS terdapat tiga kecamatan yaitu Kecamatan Pasongsongan, Ambunten, dan Dasuk yang dapat diprediksi akan mengalami perubahan. Peristiwa ini diprediksi akan terus berlangsung dan dapat sewaktu-waktu berubah ataupun berhenti jika terdapat campur tangan manusia di kemudian hari.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dengan adanya penelitian ini adalah perlu dilakukan penanganan abrasi di wilayah bagian utara Kabupaten Sumenep Madura utamanya pada tiga kecamatan yang diprediksi dapat mengalami perubahan yaitu di Kecamatan Pasongsongan, Ambunten, dan Dasuk.Selain itu, diharapkan agar penelitian selanjutnya dapat mengembangkan dan memperbaiki kekurangan yang terdapat pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Arief, A., Winarso, G., Prayogo, T., 2011. Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit Landsat di Kabupaten Kendal. LAPAN Jkt.

Bappedajatimprov, 2015. Kabupaten Sumenep. Bappedajatimprov 1–10.

Hakim, A.R., Sutikno, S., Fauzi, M., 2014. Analisis laju Abrasi Pantai Pulau Rangsang di Kabupaten Kepuluan Meranti dengan Menggunakan Data Satelit. J. Sains Dan Teknol. Univ. Riau 13, 57–62.

Lubis, D.P., Pinem, M., Simanjuntak, M.A.N., n.d. Analisis Perubahan Garis Pantai dengan Menggunakan Citra Penginderaan Jauh (Studi Kasus di Kecamatan Talawi Kabupaten Batubara). J. Geogr. Jur. Geogr. Fak. Ilmu Sos. Univ. Nergeri Medan 9.

Nugraha, I.N.J., Karang, I.W.G.A., Dharma, I.G.B.S., 2016. Ekstraksi Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Landsat di Pesisir Tenggara Bali (Studi Kasus Kabupaten Gianyar dan Klungkung). Pros. Semnas Kelaut. Univ. Trunojoyo Madura Fak. Kelaut. Dan Perikan. Univ. Udayana 159–166.

Putra, H., Prasetyo, L.B., Santoso, N., 2016. Monitoring Perubahan Garis Pantai dengan Citra Satelit di Muara Gembong Bekasi. J. Pengelolaan Sumberd. Alam Dan Lingkung. Hidup Dep. Konserv. Hutan Dan Ekowisata Fak. Kehutan. Inst. Pertan. Bogor 2, 178–186.

Putra, I.M.A.W., Susanto, A., Soesanti, I., 2015. Pemodelan Perubahan Garis Pantai dengan Metode End Point Rate pada Citra Satelit Landsat. Semin. Nas. Teknol. Inform. Dan Multimed. STMIK AMIKOM Yogyak. Univ. Gajah Mada Yogyak. 4, 19–24.

Rohmah, M.N., Taufik, M., 2013. Studi Perubahan Fisik Kawasan Pesisir Surabaya dan Madura Pasca Pembangunan Jembatan Suramadu Menggunakan Citra Satelit. J. Tek. Pomits Inst. Teknol. Sepuluh Novemb. Surabaya XX.

Sarwono, J., 2006. Metode Penelitian Kuantitatif & Kualitatif. Graha Ilmu Yogyak.

Setyandito, O., Triyanto, J., 2007. Analisa Erosi dan Perubahan Garis Pantai Pada Pantai Pasir Buatan dan Sekitarnya di Takisung, Provinsi Kalimantan Selatan 7, No.3, 224–235.

Solihuddin, T., 2011. Karakterisik Pantai dan Proses Abrasi di Pesisir Padang Pariaman, Sumatera Barat. Puslitbang Sumberd. Laut Dan Pesisir Balitbang Kelaut. Perikan. -KKP 13.

Sutrisno, I., 2016. Pemetaan Kebutuhan Tangkis Laut di wilayah Daratan-Kecamatan Ambunten, Dasuk, dan Batu Putih Kabupaten Sumenep. J. Mitsu Media Inf. Tek. Sipil Fak. Tek. Univ. Wiraraja Sumenep-Madura 4.

Syafi'i, M., Chayati, C., Sutrisno, 2016. Penanggulangan Abrasi Pantai di Desa Gersik Putih Kecamatan Gapura. J. Mitsu Media Inf. Tek. Sipil Fak. Tek. Univ. Wiraraja Sumenep-Madura 4.

Wibowo, Y.A., 2012. Dinamika Pantai (Abrasi dan Sedimentasi). J.Oseografi. Fak. Tek. Dan Ilmu Kelaut. Univ. Hang Tuah Surabaya.

repository.ub.ac.id

LAMPIRAN

Hasil Perhitungan DSAS

Lampiran 1. Hasil Perhitungan DSAS Transect Rates Tahun 1965-2015

OBJECTID	TransectId	TCD	EPR	ECI	NSM	LRR	LR2	LSE	LCI99_9
1	1	0	-0,82	0,12	-41,24	-0,22	0,01	45,73	9,94
2	2	100	0	0,12	0,17	0,49	0,05	41,65	9,05
3	3	200	0,65	0,12	32,96	1,04	0,20	41,37	8,99
4	4	300	1,05	0,12	53,18	1,17	0,28	37,06	8,05
5	5	400	0,90	0,12	45,44	0,64	0,13	32,68	7,10
6	6	500	1,06	0,12	53,73	0,63	0,17	27,85	6,05
7	7	600	0,62	0,12	31,35	0,29	0,09	18,27	3,97
8	8	700	0,07	0,12	3,73	-0,18	0,07	13,29	2,89
9	9	800	0,13	0,12	6,32	-0,17	0,03	20,63	4,48
10	10	900	0,04	0,12	2,07	-0,20	0,02	27,62	6,00
11	11	1000	0,40	0,12	20,06	0,22	0,03	24,96	5,42
12	12	1100	0,88	0,12	44,63	0,65	0,21	25,11	5,46
13	13	1200	-0,54	0,12	-27,24	-0,53	0,23	19,31	4,20
14	14	1300	-0,87	0,12	-43,97	-0,85	0,93	4,76	1,03
15	15	1400	-2,43	0,12	-122,77	-2,24	0,95	9,69	2,11
16	16	1500	-2,42	0,12	-122,34	-2,23	0,94	11,36	2,47
17	17	1600	-2,00	0,13	-105,49	-2,05	0,92	12,65	1,87
18	18	1700	-1,67	0,12	-84,27	-1,68	0,89	11,86	2,58
19	19	1800	0,45	0,15	23,57	-0,47	0,06	40,01	5,91
20	20	1900	0,01	0,15	0,49	-0,78	0,13	42,85	6,33
21	21	2000	-1,4	0,12	-70,59	-1,22	0,57	21,01	4,57
22	22	2100	-1,16	0,12	-58,44	-0,92	0,25	31,92	6,94
23	23	2200	-0,39	0,12	-19,77	-0,58	0,11	32,09	6,97
24	24	2300	0,18	0,12	8,95	0,09	0	31,27	6,79
25	25	2400	0,81	0,12	40,96	0,82	0,13	41,16	8,94
26	26	2500	-0,16	0,12	-8,18	-0,28	0,02	42,52	9,24
27	27	2600	-0,55	0,12	-27,81	-0,94	0,14	46,19	10,03
28	28	2700	-0,35	0,12	-17,86	-0,93	0,12	50,46	10,96
29	29	2800	-0,13	0,12	-6,58	-0,94	0,09	58,95	12,81
30	30	2900	-0,25	0,12	-12,85	-1,16	0,11	64,84	14,09
31	31	3000	-0,88	0,12	-44,22	-1,83	0,19	74,20	16,12
32	32	3100	-1,52	0,12	-76,79	-2,10	0,29	65,18	14,16
33	33	3200	-1,46	0,12	-73,91	-1,79	0,22	66,57	14,47
34	34	3300	-1,05	0,12	-53,06	-1,01	0,09	65,47	14,23
35	35	3400	0	0,12	0	-0,25	0,01	52,12	11,33
36	36	3500	-0,07	0,12	-3,36	-0,39	0,06	30,91	6,72

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lampiran 2. Hasil Perhitungan DSAS Transect Intersect Tahun 1965-2015

OBJECTID	TransectId	BaselineId	ShorelineId	Distance	IntersectX	IntersectY
1	1	1	1/1/1965	300,28	791714,50	9237916
2	1	1	10/5/1979	176,98	791721,10	9237793
3	1	1	3/28/1989	245,05	791717,40	9237861
4	1	1	8/30/1996	222,66	791718,60	9237839
5	1	1	8/23/2002	254,13	791717	9237870
6	1	1	6/21/2015	259,04	791716,70	9237875
7	2	1	1/1/1965	283,29	791815,30	9237905
8	2	1	10/5/1979	186,56	791820,40	9237808
9	2	1	3/28/1989	242,55	791817,40	9237864
10	2	1	8/30/1996	224,42	791818,40	9237846
11	2	1	8/23/2002	269,10	791816	9237890
12	2	1	6/21/2015	283,46	791815,20	9237905
13	3	1	1/1/1965	274,92	791915,60	9237902
14	3	1	10/5/1979	196,15	791919,80	9237823
15	3	1	3/28/1989	240,06	791917,40	9237867
16	3	1	8/30/1996	226,17	791918,20	9237853
17	3	1	8/23/2002	284,07	791915,10	9237911
18	3	1	6/21/2015	307,88	791913,80	9237935
19	4	1	1/1/1965	265,05	792015,90	9237897
20	4	1	10/5/1979	205,74	792019,10	9237838
21	4	1	3/28/1989	237,56	792017,40	9237870
22	4	1	8/30/1996	227,89	792017,90	9237860
23	4	1	8/23/2002	265,13	792015,90	9237897
24	4	1	6/21/2015	318,23	792013,10	9237950
25	5	1	1/1/1965	251,88	792116,50	9237889
26	5	1	10/5/1979	215,32	792118,50	9237853
27	5	1	3/28/1989	235,06	792117,40	9237873
28	5	1	8/30/1996	228,78	792117,70	9237866
29	5	1	8/23/2002	213,05	792118,60	9237851
30	5	1	6/21/2015	297,32	792114,10	9237935
31	6	1	1/1/1965	225,51	792200,80	9237869
32	6	1	10/5/1979	221,61	792201,30	9237865
33	6	1	3/28/1989	231,32	792200	9237875
34	6	1	8/30/1996	227,83	792200,50	9237871
35	6	1	8/23/2002	195,19	792204,60	9237839
36	6	1	6/21/2015	279,24	792193,90	9237922

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lampiran 3.*Sheet* (Lembar Kerja EPR) untuk proses perhitungan prediksi perubahan garis pantai tahun mendatang

TransectId	EPR	TransectId	EPR
1	-0,82	335	-1.#IND00000000000
2	0	336	-1.#IND00000000000
3	0,65	337	-1.#IND00000000000
4	1,05	607	-1.#IND00000000000
5	0,9	608	-1.#IND00000000000
6	1,06	321	2,46
7	0,62	136	2,42
8	0,07	137	1,97
9	0,13	41	1,63
10	0,04	320	1,57
11	0,40	367	1,50
12	0,88	237	1,45
13	-0,54	373	1,41
14	-0,87	378	1,33
15	-2,43	350	1,32
16	-2,42	135	1,27
17	-2,00	64	1,19
18	-1,67	323	1,19
19	0,45	265	1,15
20	0,01	51	1,10
21	-1,40	395	1,08
22	-1,16	322	1,07
23	-0,39	6	1,06
24	0,18	4	1,05
25	0,81	331	1,04
26	-0,16	283	0,97
27	-0,55	324	0,95
28	-0,35	377	0,95
29	-0,13	5	0,90
30	-0,25	332	0,89
31	-0,88	376	0,89
32	-1,52	12	0,88
33	-1,46	366	0,88
34	-1,05	388	0,85

Lampiran 4.*Sheet* (Lembar Kerja) NSM untukk perhitungan prediksi perubahan garis pantai tahun mendatang

TransectId	NSM	TransectId	NSM
1	-41,24	321	124,01
2	0,17	136	122,09
3	32,96	137	99,67
4	53,18	41	82,12
5	45,44	320	79,25
6	53,73	367	75,78
7	31,35	237	72,94
8	3,73	373	71,26
9	6,32	378	66,95
10	2,07	350	66,81
11	20,06	135	63,92
12	44,63	64	59,85
13	-27,24	323	59,84
14	-43,97	265	57,90
15	-122,77	51	55,51
16	-122,34	395	54,56
17	-105,49	322	53,95
18	-84,27	6	53,73
19	23,57	4	53,18
20	0,49	331	52,66
21	-70,59	283	49,05
22	-58,44	377	48,15
23	-19,77	324	47,77
24	8,95	5	45,44
25	40,96	332	45,02
26	-8,18	376	44,85
27	-27,81	12	44,63
28	-17,86	366	44,27
29	-6,58	295	43,25
30	-12,85	388	42,70
31	-44,22	65	42,20
32	-76,79	275	41,37
33	-73,91	25	40,96
34	-53,06	266	40,80
35	0	66	40,26

repository.ub.ac.id

Lampiran 5.*Sheet* (Lembar Kerja) LRR untuk perhitungan prediksi perubahan garis pantai di tahun mendatang

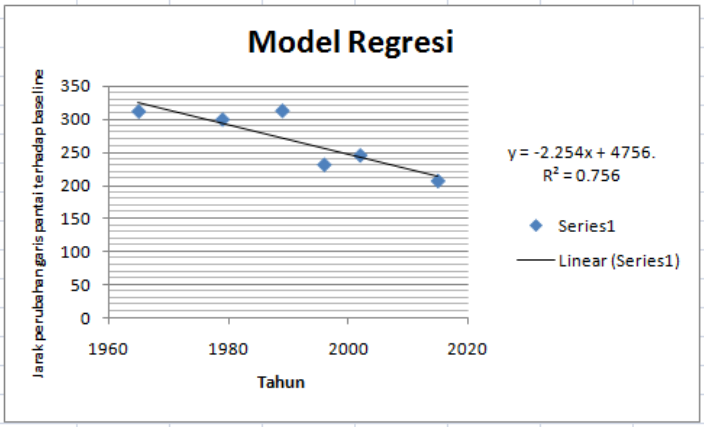
TransectId	LRR	LR2	TransectId	LRR	LR2	
						tidak diprediksi karena sedang dibangun pelindung pantai karena
111	-2,46	0,41	15	-2,24	0,95	adanya pelebaran pelabuhan,
112	-0,99	0,09	16	-2,23	0,94	sehingga kemungkinan di masa depan tidak terjadi perubahan
113	-1,93	0,13	14	-0,85	0,93	Sda
114	-1,94	0,19	17	-2,05	0,92	Sda
115	-3,07	0,13	146	-1,97	0,91	bisa diprediksi karena keadaannya berpasir terjadi abrasi
116	-1,96	0,31	18	-1,68	0,89	pelabuhan yang sudah ada
117	-1,35	0,06	147	-1,45	0,80	bisa diprediksi karena keadaannya berpasir terjadi abrasi
118	-0,57	0,02	235	-2,53	0,78	bisa diprediksi karena keadaannya berbatu terjadi abrasi
119	0,24	0,01	145	-1,45	0,77	bisa diprediksi karena keadaannya berpasir terjadi abrasi
120	0,30	0,01	236	-2,24	0,76	bisa diprediksi karena keadaannya berbatu terjadi abrasi
121	-0,01	0	44	-1,71	0,75	bisa diprediksi karena keadaannya berpasir terjadi abrasi
122	-0,76	0,09	37	-1,35	0,74	
123	0,06	0	494	-21,32	0,73	
124	-0,14	0,02	501	-21,25	0,73	
125	-0,46	0,10	495	-21,51	0,72	
126	-0,07	0	196	-2,31	0,71	
127	-0,13	0	496	-21,68	0,71	
128	0,13	0	497	-21,32	0,71	
129	-0,04	0	500	-21,26	0,71	
130	0	0	498	-21,48	0,70	
131	-0,47	0,05	499	-21,48	0,70	
132	-0,46	0,05	210	-1,09	0,69	

Berdasarkan DSAS r^2sudah memprediksi terjadinya perubahan

Lampiran 6.*Sheet* (Lembar Kerja) Model Rgresi dan Rumus untuk perhitungan prediksi perubahan garis pantai tahun mendatang

tahun	jarak
1965	310.9786909
1979	298.7569439
1989	311.9037188
1996	231.0009259
2002	244.958609
2015	206.6383497

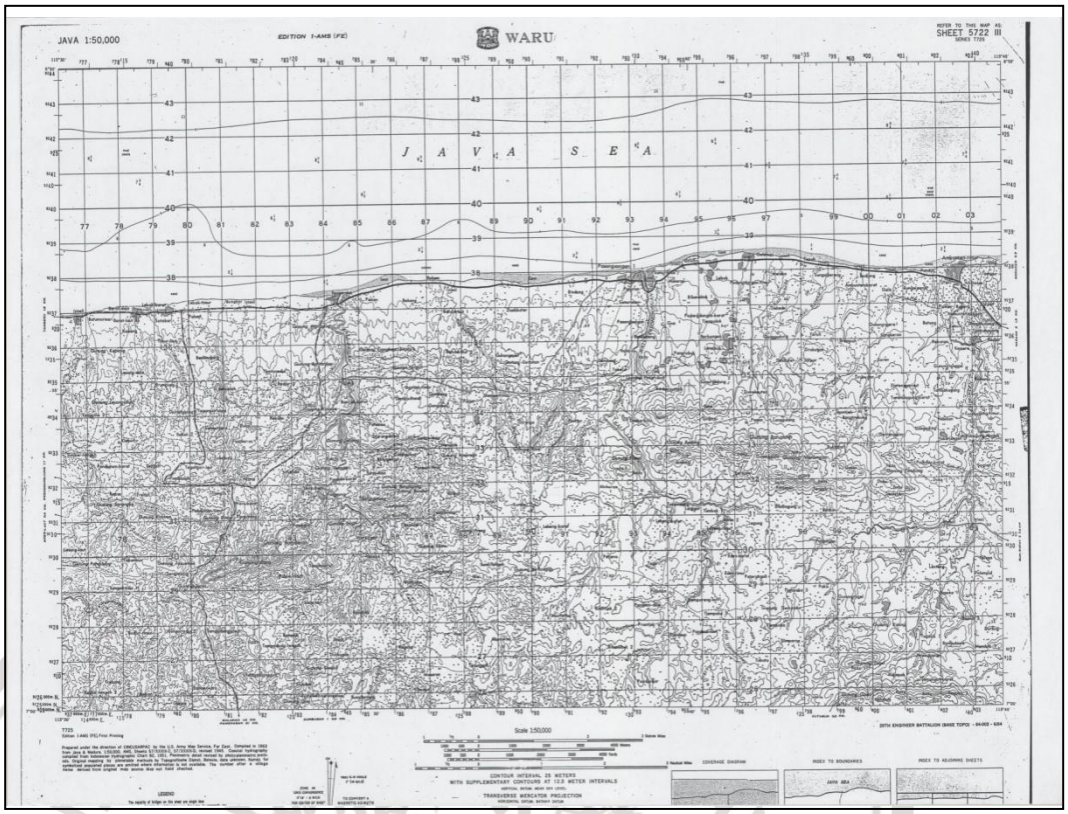
Rumus	
146	y = -1.976x + 4158
147	y = -1.447x + 3114.
235	y = -2.540x + 5315
145	y = -1.453x + 3122
236	y = -2.254x + 4756
44	y = -1.726x + 3640

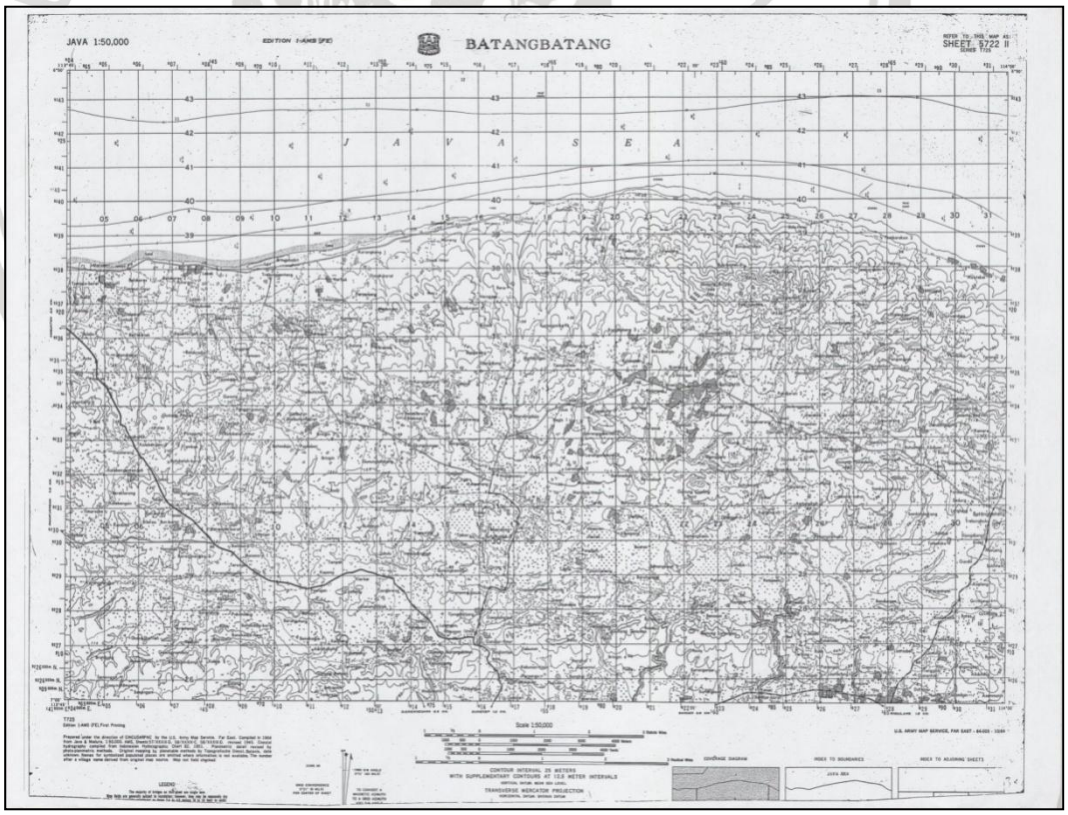


Lampiran 7. Perhitungan Pasang Surut

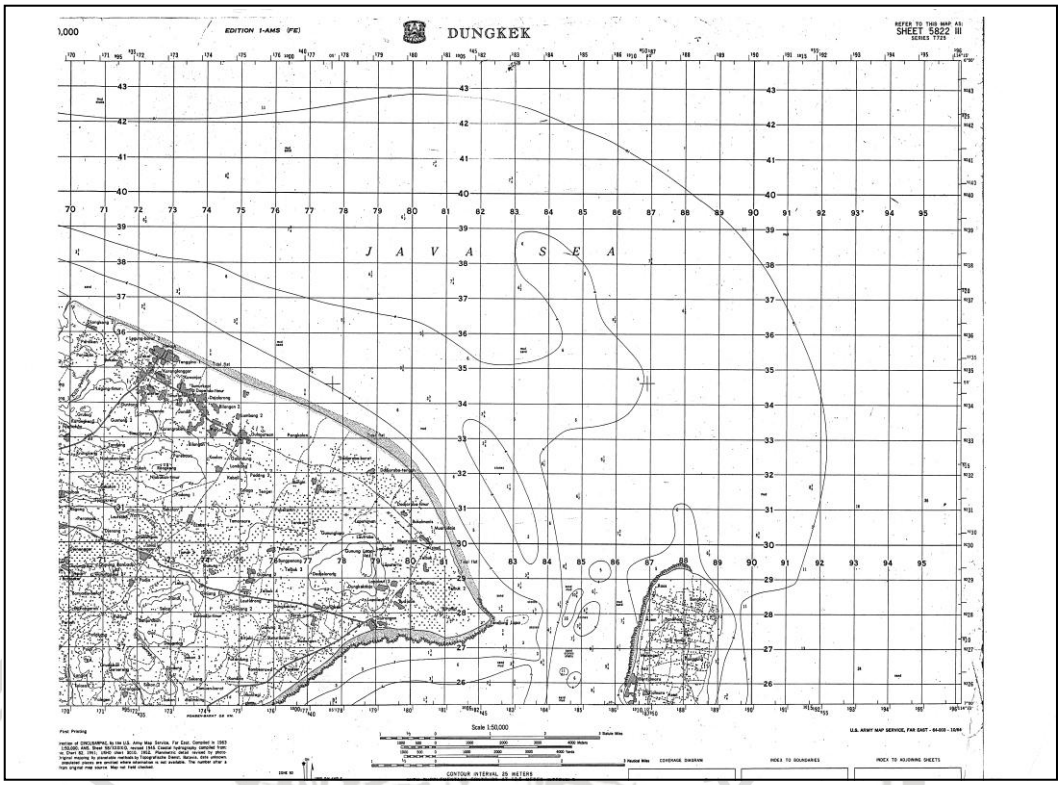
Landsat	Waktu Akuisisi	Waktu Akuisisi Data (UTC 0)	Waktu Akuisisi Data (UTC +7)	Kedalaman (meter)	Kedudukan Muka Air Laut
L2 MMS	5 Oktober 1979	1:47:44	8:47:44	-0,35	Surut
L4 TM	28 Maret 1989	2:08:36	10:08:36	0,07	Mean Sea Level
L5 TM	30 Agustus 1996	1:52:35	8:52:35	-0,24	Surut
L7 ETM+	23 Agustus 2002	2:23:50	10:23:50	-0,71	Surut
L8 OLI	21 Agustus 2015	2:35:52	10:35:52	-0,36	Surut

Lampiran 8. Peta *U.S. Army Map Services*





repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 9. Dokumentasi lapang

Wilayah pelabuhan Pasongsongan

Daerah kampung nelayan

Kondisi jarang pemukiman

Kondisi sungai terbendung

Daerah dekat pemukiman pantai wisata

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA