

**ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI CAMPLONG KABUPATEN
SAMPANG MENGGUNAKAN METODE NUMERIK**

SKRIPSI

Oleh :

QODLI ZAKA AL HAQ

NIM. 125080600111056



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

**ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI CAMPLONG KABUPATEN
SAMPANG MENGGUNAKAN METODE NUMERIK**

SKRIPSI

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

Oleh :

QODLI ZAKA AL HAQ

NIM. 125080600111056



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

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI CAMPLONG KABUPATEN
SAMPANG MENGGUNAKAN METODE NUMERIK

Oleh :

QODLI ZAKA AL HAQ
NIM. 12508060011106

Menyetujui
Dosen Pembimbing I

Nurin Hidayati, ST., M.Sc.
NIP. 19781102 200502 2 001
Tanggal : 18 JUL 2019

Dosen Pembimbing II

Rarasrum Dyah K. S.Kel., M.Sc., M.Si
NIP. 201304 840127 2 001
Tanggal : 18 JUL 2019

Mengetahui

Ketua Jurusan PSPK



Dr. Eng. Abu Bakar Sambah, S.Pi.MT
NIP. 19780717 200502 1 004
Tanggal: 18 JUL 2019



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Qodli Zaka Al Haq

NIM : 125080600111056

Prodi : Ilmu Kelautan

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Penelitian saya dengan judul “Analisis Perubahan Garis Pantai Camplong Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Numerik” 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 skripsi ini hasil penjiplakan atau plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, Juli 2019

Penulis

Qodli Zaka Al Haq

NIM. 125080600111056

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan rasa syukur penulis ucapkan terima kasih kepada beberapa pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan apapun sehingga Laporan Skripsi dengan judul “Analisis Perubahan Garis Pantai Camplong Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Numerik” bisa terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu dalam kesempatan yang baik ini perkenankanlah penulis untuk mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT karena berkat rahmat-Nya laporan ini dapat selesai dengan baik dan benar pada waktu yang tepat.
2. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan semangat dan doa yang takperna berhenti kepada penulis.
3. Ibu Nurin Hidayati, ST., M.Sc. dan Rarasrum Dyah K. S. Kel., M.Sc., M. Si selaku dosen pembimbing yang telah membantu penulis dalam proses penelitian maupun dalam penyusunan skripsi ini.
4. Caesar Dungga dan Arsyah Hutahun sebagai senior dalam bertukar pikiran
5. Kawan-kawan Sulono Kos yang tanpa lelah menemani dan membantu dalam proses penyusunan skripsi.

RINGKASAN

QODLI ZAKA AL HAQ. 125080600111056. Analisis Perubahan Garis Pantai Camplong Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Numerik. (dibawah bimbingan **Nurin Hidayati, ST., M.Sc. Dan Rarasrum Dyah K. S. Kel., M.Sc., M. Si**)

Penelitian ini tentang Analisis Perubahan Garis Pantai Camplong Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Numerik. Fenomena perubahan garis pantai perlu untuk diperhatikan mengingat fenomena ini berdampak besar pada kehidupan sosial dan lingkungan Pantai Camplong guna untuk mengetahui pemanfaatan lahan wilayah pesisir secara optimal. Erosi dan abrasi pada Pantai Camplong diakibatkan oleh beberapa faktor seperti pembangunan bangunan di bibir pantai untuk pemukiman, pembangunan break water untuk mengurangi energi gelombang, dan isu global seperti kenaikan muka air laut yang berpengaruh pada kondisi luasan pantai seperti menyusutnya area pantai, faktor tersebut dapat mengakibatkan kerusakan sarana dan prasarana pemukiman baik kerusakan secara fisik maupun secara ekonomi pada Pantai Camplong.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perubahan garis pantai yang terjadi pada Pantai Camplong. Waktu penelitian dilaksanakan mulai dari bulan Januari hingga Juni 2019. Lokasi penelitian terletak di Pantai Camplong Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur yang dibagi menjadi empat area stasiun, area wisata, muara sugai, pemukiman dan dekat dermaga. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif analitik, yaitu metode yang mendeskripsikan kondisi yang sebenarnya dengan menganalisis hasil dari pengolahan data. Metode ini digunakan dalam menganalisis perubahan garis pantai dari hasil pengolahan data citra satelit. Kemudian, dilakukan analisis pola perubahan garis pantai dari hasil *tracking* garis pantai yang diolah menggunakan rumus Manohar.

Hasil penelitian ini menunjukkan perubahan garis pantai pada citra satelit secara umum sedimentasi, kondisi sedimen didominasi oleh pasir sangat halus 71,84, rata-rata periode gelombang 3 dt, dan Hasil prediksi perubahan garis pantai secara numerik darap jangka waktu 20 tahun menggunakan rumus Manohar menunjukkan, stasiun yang mengalami erosi terbesar adalah stasiun B dengan nilai -17,22 m/tahun sedangkan nilai erosi terrendah berada pada stasiun C nilai -8,11 m/tahun.

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan memberikan bimbingan serta petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan usulan skripsi yang berjudul “Analisis Perubahan Garis Pantai Camplong Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Numerik”.

Adapun Tujuan dalam pembuatan laporan ini untuk memenuhi persyaratan agar dapat meraih gelar Sarjana Kelautan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Penulis menyadari bahwa penyusunan usulan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan isi dari usulan skripsi ini. Semoga Laporan yang penulis buat ini dapat memberikan manfaat dan informasi baru bagi para pembacanya.

Malang, Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

RINGKASAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Kegunaan.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pantai.....	5
2.1.1 Definisi Pantai.....	5
2.1.2 Garis Pantai	5
2.1.3 Perubahan Garis Pantai.....	6
2.2 Hidro Oseanografi	7
2.2.1 Gelombang	7
2.2.2 Pasang Surut	11
2.3 Sedimen	12
2.3.1 Sumber Sedimen	13
2.3.2 Klasifikasi Ukuran Butir dan Jenis Sedimen	14
2.4 Transpor Sedimen	15
3. METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.3 Metode Penelitian.....	18
3.4 Prosedur Penelitian	18
3.4.1 Pengolahan Data Peta Citra Satelit.....	21
3.4.2 Pengambilan Data Garis Pantai	21
3.4.3 Pengukuran Kemiringan Pantai.....	22
3.4.4 Pengukuran Gelombang	22



3.4.5 Pengambilan dan Pengujian Sampel Sedimen	23
3.4.6 Pengolahan Data Gelombang	25
3.4.7 Perhitungan Numerik	25
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Gambaran Umum Pantai Camplong	27
4.2 Hasil Analisis Peta Citra Satelit Perubahan Garis Pantai	28
4.3 Ukuran Butir dan Jenis Sedimen	33
4.4 Hidro Oseanografi	37
4.4.1 Gelombang	37
4.4.2 Pasang Surut	38
4.5 Kemiringan Pantai	41
4.6 Prediksi Perubahan Garis Pantai	41
5. KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	52



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi ukuran butir sedimen menurut skala Wentworth	14
Tabel 2. Rumus transpor sedimen	16
Tabel 3. Alat dan bahan	18
Tabel 4. Lokasi pengambilan sampel dan area penelitian	19
Tabel 5. Laju perubahan garis pantai citra satelit dari tahun 2002 - 2018.....	29
Tabel 6. Persentase jenis dan ukuran butir sedimen	33
Tabel 7. Berat jenis sedimen tiap titik pengambilan.	36
Tabel 8. Data gelombang.....	37
Tabel 9. Data gelombang hasil peramalan.....	38
Tabel 10. Kemiringan pantai	41
Tabel 11. Jarak perubahan garis pantai.....	42
Tabel 12. Laju perubahan garis pantai pertahun	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Penentuan Tinggi Gelombang Pecah.....	11
Gambar 2. Penentuan kedalaman gelombang pecah	11
Gambar 3. Peta area penelitian dan pengambilan titik sampel sedimen	17
Gambar 4. Diagram alir penelitian.....	20
Gambar 5. Pengambilan data gelombang.....	23
Gambar 6. Kondisi lokasi Pantai Camplong	27
Gambar 7. Garis pantai dari citra satelit setiap tahun.....	30
Gambar 8. Perubahan garis pantai citra satelit tiap stasiun.....	31
Gambar 9. Hasil digitasi citra satelit tahun 2002-2018	32
Gambar 10. Grafik fraksi jenis sedimen	35
Gambar 11. Pasang surut 12 Maret 2019	39
Gambar 12. Grafik pasang surut Pantai Campong bulan Maret	40
Gambar 13. Prediksi perubahan garis pantai stasiun A.....	43
Gambar 14. Prediksi perubahan garis pantai stasiun B.....	44
Gambar 15. Prediksi perubahan garis pantai stasiun C	45
Gambar 16. Prediksi perubahan garis pantai stasiun D	46
Gambar 17. Grafik perubahan garis Pantai Camplong.....	47

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pantai merupakan batas antara darat dan laut dan merupakan adalah suatu wilayah yang terdiri dari pasir dan terdapat di daerah pesisir. Daerah pantai merupakan batas antara daratan dan perairan laut. Panjang garis pantai diukur mengelilingi seluruh pantai yang merupakan daerah teritorial suatu negara. Kawasan pantai merupakan bagian yang dinamik terhadap perubahan, begitupula dengan perubahan garis pantai. Garis pantai berada di kawasan pantai yang merupakan kawasan yang memiliki beberapa ekosistem tersendiri yang mana setiap kehidupan pantai saling berkaitan antara satu samalainya, antara satu ekosistem dengan ekosistem lainnya saling mempunyai keterkaitan serta berbagi fungsi yang terkadang menguntungkan atau merugikan. Perubahan garis pantai adalah salah satu proses tanpa henti yang terus menerus melalui berbagai proses baik pengikisan (abrasi) maupun proses penambahan (akresi) pada pantai yang diakibatkan oleh pergerakan sedimen, arus susur pantai (*longshore current*) arus sejajar dengan pantai yang bergerak menyusuri pantai. Perubahan garis pantai yang diakibatkan oleh faktor diatas dapat menyebabkan perubahan garis pantai tersebut terkikis (mengarah ke darat) atau bertambah (menjorok ke laut) (Arief *et al.*, 2011).

Proses perubahan garis pantai disebabkan oleh adanya abrasi dan akresi yang terjadi pada area pantai tersebut, penyebab akresi dan abrasi pada perubahan garis pantai adalah tiga proses dinamis penting yaitu proses dari fonomena gelombang, angin dan pasang surut yang terjadi pada wilayah tersebut sehingga menyebabkan terjadinya perubahan garis pantai. Aksi perubahan garis pantai yang terpenting adalah fenomena gelombang, saat gelombang menuju pantai, gelombang mengalami transformasi yang kemudian

membangkitkan arus di dekat pantai sehingga fenomena tersebut menggerakkan sedimen yang berada pada kolom air atau sepanjang pergerakan air laut, yang menyebabkan proses akresi dan abrasi pada suatu area pantai dan proses ini terjadi terus menerus dan hasilnya terjadinya perubahan garis pantai pada kawasan pantai tersebut (Angkotasan et al., 2012).

Kawasan pantai merupakan kawasan yang memiliki beberapa ekosistem tersendiri yang mana setiap kehidupan pantai saling berkaitan antara satu samalainya dan saling berkaitan serta berbagi fungsi yang terkadang saling berkaitan maupun merugikan. Proses perubahan garis pantai adalah salah satu proses tanpa henti yang terus menerus melalui berbagai proses, baik melalui proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak (abrasi) maupun proses penambahan sedimen (akresi) pada pantai yang diakibatkan oleh pergerakan sedimen, arus susur pantai (longshore current), tindakan ombak dan penggunaan tanah (Arief, *et al.*, 2011), sehingga dampak dari perubahan garis pantai juga berakibat pada perubahan bentuk topografi pada lokasi tersebut.

Pantai Camplong memiliki pengaruh luas wilayah pesisir terhadap Kabupaten Sampang. Wilayah pesisir Kabupaten Sampang memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Dengan potensi pantai yang besar ini sangat bermanfaat bagi wilayah Kabupaten Sampang. Khususnya sektor maritim dalam pariwisata pantai sebagai salah satu penggerak ekonomi harus diperhatikan. Sektor pariwisata dapat menghasilkan pemasukan yang besar terhadap suatu wilayah. Kondisi geografi Pantai Camplong Kabupaten Sampang berada di bagian Selatan Pulau Madura yang berhadapan langsung selat Madura antara Pulau Madura dan Pulau Jawa. Pengaruh letak geografis Pantai Camplong membuat kondisi gelombang dan arus pada daerah tersebut termasuk tinggi, kondisi tersebut mengakibatkan terjadinya perubahan garis pantai pada daerah

Pantai Camplong, dengan wilayah Pantai Camplong mencakup daerah wisata, muara sungai dan pemukiman. Perbedaan kondisi area pada Pantai Camplong menyebabkan perubahan garis pantai yang berbeda antar area. Dengan kondisi area yang beragam ini pengamatan perubahan garis pantai sangat diperlukan bagi informasi untuk pembangunan wilayah tersebut, sehingga diperlukannya analisis perubahan garis pantai di seluruh wilayah Pantai Camplong. Perubahan garis pantai tersebut dapat di hitung menggunakan metode numerik dengan rumus transport sedimen menggunakan manohar (Listyo, 2016).

Penggunaan metode numerik dalam analisis perubahan garis pantai pada Pantai Camplong sang diperlukan karena metode ini dapat menyelesaikan permasalahan model matematis dari berbagai bidang, baik dalam bidang teknik maupun sains. Metode dapat tidak lepas dari pemrograman komputer dalam penyelesaiannya. Metode numerik hanya dapt memperoleh solusi yang menghampiri atau mendekati solusi sejati sehingga solusi numerik dinamakan juga solusi hampiran atau solusi pendekatan. Solusi hampiran jelas tidak tepat sama dengan solusi sejati, sehingga ada selisih antara keduanya (Sasongko, 2010). Penggunaan metode numerik ini dalam analisis perubahan garis pantai dapat mewujudkan model matematis dengan menggunakan perhitungan transport sedimen rumus Manohar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasar latar belakang yang sudah di sampaikan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan-permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana perubahan garis Pantai Camplong berdasarkan citra satelit?
2. Bagaimana ukuran butir dan jenis sedimen yang berada di Pantai Camplong?
3. Bagaimana kondisi hidro oseanografi (gelombang dan pasang surut) yang ada pada Pantai Camplong?

4. Bagaimana Prediksi Perubahan Garis Pantai Camplong menggunakan metode numerik dengan rumus Manohar?

1.3 Tujuan

Berdasarkan permasalahan diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Perubahan garis pantai dari hasil analisis peta citra satelit pada Pantai Camplong.
2. Ukuran butir dan jenis sedimen pada Pantai Camplong.
3. Hidro oseanografi (gelombang dan pasang surut) pada Pantai Camplong.
4. Prediksi Perubahan Garis Pantai Camplong menggunakan metode numerik dengan rumus Manohar dalam kurun waktu 20 tahun.

1.4 Kegunaan

Adapun kegunaan dari skripsi ini adalah untuk informasi tambahan bagi peneliti yang akan melakukan penelitian perubahan garis pantai yang akan dilakukan dan hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi dan sarana masukan data perubahan garis pantai untuk pembangunan pada daerah pantai dan pada daerah wisata dalam perancangan kegiatan daerah Pantai Camplong.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pantai

2.1.1 Definisi Pantai

Istilah mengenai kepantaian yang umum digunakan dalam bahasa Indonesia ada dua yaitu pesisir (coast) dan pantai (shore). Pesisir adalah daerah di tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air laut. Pantai adalah daerah tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Sedangkan garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berubah sesuai dengan pasang surut air laut dan abrasi pantai yang terjadi (Triatmodjo, 1999).

Pantai adalah suatu wilayah yang mana terjadinya pertemuan antara darat, laut dan udara dimana terjadinya interaksi dinamis antara air, uada dan material penyusun didalamnya. Proses ini menyebabkan pantai menjadi rentan terhadap perubahan, dimana perubahan tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada daerah pesisir pantai. Kerusakan pada pantai dapat diakibatkan oleh gerakan angin, arus sehingga terjadi bangkitan gelombang sehingga dapat menyebabkan terjadinya perubahan garis pantai (Dauhan, *et al.*, 2013).

2.1.2 Garis Pantai

Garis pantai adalah garis antara lautan dan daran, yang mana garis pantai berada di kawasan pantai yang merupakan kawasan yang memiliki beberapa ekosistem tersendiri yang mana setiap kehidupan pantai saling berkaitan atara satu samalainya dan saling berkaitan serta bebagi fungsi yang terkadang saling berkaitan maupun merugikan. Proses perubahan garis pantai adalah salah satu proses tanpa henti yang terus menerus melalui berbagai proses baik pengikisan (abrasi) maupun proses penambahan (akresi) pada pantai yang diakibatkan oleh

pergerakan sedimen, arus susur pantai (*longshore current*), tindakan ombak dan penggunaan tanah (Arief, *et al.*, 2011).

Perubahan garis pantai umumnya disebabkan oleh tidak sengaja faktor alam yang terjadi di wilayah tersebut tetapi juga akibat kegiatan manusia antara lain kegiatan pembangunan pelabuhan yang terjadi di kawasan pantai, penambangan, penggerukan, perusakan vegetasi pantai, pertambakan, perlindungan pantai, reklamasi pantai, dan kegiatan wisata pantai. Kegiatan-kegiatan yang terjadi pada wilayah pantai tersebut dapat merubah keseimbangan garis pantai. dengan curah hujan yang tinggi pula dapat menyebabkan perubahan garis pantai. Disepanjang kawasan pantai terdapat segmen-segmen pantai yang mengalami erosi dan akresi (Tarigan, 2007).

2.1.3 Perubahan Garis Pantai

Perubahan garis pantai adalah salah satu proses tanpa henti yang terus menerus melalui berbagai proses baik pengikisan (*abrasi*) maupun proses penambahan (*akresi*) pada pantai yang diakibatkan oleh pergerakan sedimen, arus susur pantai (*longshore current*) arus sejajar dengan pantai yang bergerak menyusuri pantai. Perubahan garis pantai yang diakibatkan oleh faktor diatas dapat menyebabkan perubahan garis pantai tersebut terkikis (mengarah ke darat) atau bertambah (menjorok ke laut) (Arief *et al*, 2011).

Proses perubahan garis pantai disebabkan oleh adanya *abrasi* dan *akresi* yang terjadi pada area pantai tersebut, penyebab *akresi* dan *abrasi* pada perubahan garis pantai adalah tiga proses dinamis penting, yaitu proses dari fenomena gelombang, angin dan pasang surut yang terjadi pada wilayah tersebut sehingga menyebabkan terjadinya perubahan garis pantai. Aksi perubahan garis pantai yang terpenting adalah fenomena gelombang, saat gelombang menuju pantai, gelombang mengalami transformasi yang kemudian membangkitkan arus di dekat pantai sehingga fenomena tersebut menggerakkan

sedimen yang berada pada kolom air atau sepanjang pergerakan air laut, yang menyebabkan proses akresi dan abrasi pada suatu area pantai dan proses ini terjadi terus menerus dan hasilnya terjadinya perubahan garis pantai pada wilayah tersebut (Angkotasari et al., 2012).

2.2 Hidro Oseanografi

2.2.1 Gelombang

2.2.1.1 Definisi Gelombang

Pada hakekatnya gelombang laut adalah fenomena alam yang bersinggung dari suatu transmisi dan momentum. Fenomena gelombang laut selalu menimbulkan fenomena pergerakan air laut yang berayun tanpa henti-hentinya pada permukaan laut dan fenomena gelombang laut ini sangat jarang dalam keadaan sama sekali diam. Hembusan angin sepoi-sepoi pada cuaca yang tenang sekalipun sudah cukup untuk membuat riak gelombang pada permukaan laut. Sebaliknya apabila terjadi badai gelombang laut dapat menyebabkan kerusakan yang besar di daerah pantai. Pada umumnya gelombang laut diakibatkan oleh angin walaupun masih ada faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhinya (Azis, 2006).

Menurut Triatmodjo (1999) dalam Hidayat (2005) gelombang di laut dapat di bedakan menjadi beberapa macam tergantung dari daya pembangkit gelombang tersebut. Gelombang angin adalah gelombang yang dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut, gelombang pasang surut yang dibangkitkan oleh gaya tarik benda-benda langit termasuk bulan dan matahari terhadap bumi, gelombang tsunami terjadi karena terjadinya gempa bawah laut atau meletusnya gunung dasar laut, gelombang kapal dari pergerakan kapal di atas permukaan air laut dan sebagainya.

2.2.1.2 Transformasi Gelombang

Berdasarkan penelitian Baharuddin (2009), diperoleh fakta bahwa gelombang yang erambat dari perairan dalam menuju perairan dangkal yang akan mengalami perubahan pergerakan gelombang (transformasi) dari sifat dan parameter gelombang seperti proses refraksi, *shoaling*, refleksi maupun difraksi akibat pengaruh karakteristik dan bentuk pantai. Pantai selalu menyesuaikan bentuk profilnya sehingga mampu mengurangi energi gelombang yang datang. Penyesuaian bentuk tersebut merupakan respon dinamis dari pantai terhadap laut. Ada dua tipe respon dinamis pantai terhadap gerak gelombang laut, yaitu respon terhadap gelombang badai dan respon terhadap gelombang normal.

Hidayati (2017) melaporkan bahwa difraksi gelombang (*wave diffraction*) adalah suatu proses perpindahan energi gelombang ke daerah yang terlindungi oleh pulau, bukit batu/karang yang menjorok ke laut, atau bangunan pantai. Refleksi gelombang adalah proses pemantulan gelombang datang yang membentur atau mengenai suatu rintangan yang menghadang datangnya gelombang yang akan dipantulkan sebagian atau seluruhnya. Gelombang yang menjajar dari perairan dalam menuju pantai mengalami beberapa proses, antara lain perubahan tinggi gelombang, perubahan kecepatan, perubahan arah dan fenomena lainnya.

2.2.1.3 Gelombang Pecah

Gelombang pecah adalah suatu sistem yang sangat kompleks, bahkan dalam beberapa jarak sebelum gelombang pecah, bentuknya tidak sinusoidal lagi. Jika terjadi gelombang pecah, energi yang diterima dari angin, berkurang. Beberapa energi dibalikkan kembali ke laut, jumlahnya bergantung kepada kemiringan pantai, semakin kecil sudut kemiringan pantai, semakin kecil energi yang dibalikkan. Kebanyakan energi berkurang sebagai panas dalam

percampuran skala kecil dari buih air dan pasir. Gelombang pecah dibedakan atas: spilling, plunging dan surging (Parauba, 2016).

Hidayati (2017) melaporkan bahwa gelombang yang bergerak dari arah perairan dalam menuju kearah perairan dangkal maka gelombang akan pecah ketika mengenai kemiringan dasar laut. Gelombang pecah dapat semakin tinggi gelombannya dari pada saat gelombang yang datang, atau malah sebaliknya, hal ini tergantung dari kondisi kemiringan pantai. Klasifikasi gelombang pecah sebagai berikut:

- ❖ *Spilling* : adalah gelombang yang terjadi ketika gelombang menjalar dari perairan dalam menuju peraira dangkal dengan kemiringan kecil. Pada umumnya gelombang mulai pecah pada jarak yang cukup jauh dari garis pantai.
- ❖ *Plunging*: adalah gelombang pecah yang terbentuk dengan puncak gelombang memutar dan masa bentuk gelombang akan jatuh ke depan. Terjadi akibat bertambahnya kemiringan dasar perairan.
- ❖ *Surging* : adalah gelombang pecah yang mirip dengan tipe plunging, namun puncak gelombang tidak sampai terjun jatuh. Terjadi akibat kemiringan pantai yang sangat besar.
- ❖ *Collapsing* : adalah gelombang pecah yang hampir sama dengan plunging. Namun puncak gelombangnya menggulung dan muka gelombang jatuh.

Menurut Triatmodjo (1999) gelombang pecah dipengaruhi oleh kemiringannya, yaitu perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang. Di laut dalam, kemiringan gelombang maksimum di mana gelombang mulai tidak stabil diberikan oleh persamaan berikut:

$$\frac{H_0}{L_0} = \frac{1}{7} = 0,142$$

Apabila gelombang bergerak menuju laut dangkal, kemiringan batas tersebut tergantung pada kedalaman relatif d/L dan kemiringan dasar laut m . Gelombang dari laut dalam yang bergerak menuju pantai akan bertambah kemiringannya sampai akhirnya tidak stabil dan pecah pada kedalaman tertentu, yang disebut dengan kedalaman gelombang pecah db , sedangkan tinggi gelombang pecah diberi notasi H_b . Untuk menentukan nilai H_b dan db , dapat digunakan persamaan:

$$\frac{d_b}{H_0} = \frac{1}{b - (aH_b/gT^2)}$$

$$a = 43,75(1 - e^{-19m}) \quad b = \frac{1}{(1 + e^{-19m})}$$

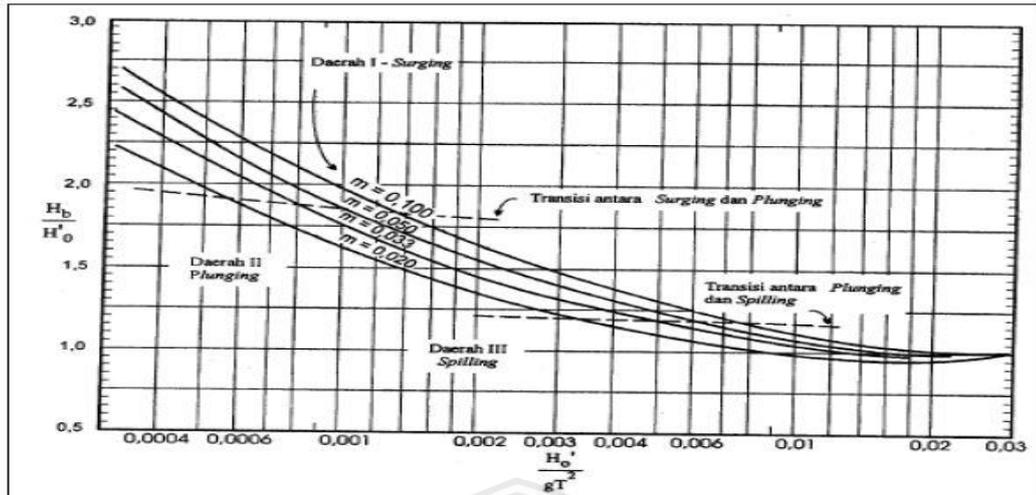
Dengan mengetahui data periode gelombang (T), tinggi gelombang, koefisien refraksi (K_r) dan perbandingan angka kemiringan maka dapat dihitung tinggi gelombang pecah (Gambar 1) dengan langkah mencari gelombang laut dalam ekuivalen, menggunakan persamaan di bawah.

$$H'_0 = K_r H_0 \quad \frac{H'_0}{gT^2} = \frac{H_b}{H'_0}$$

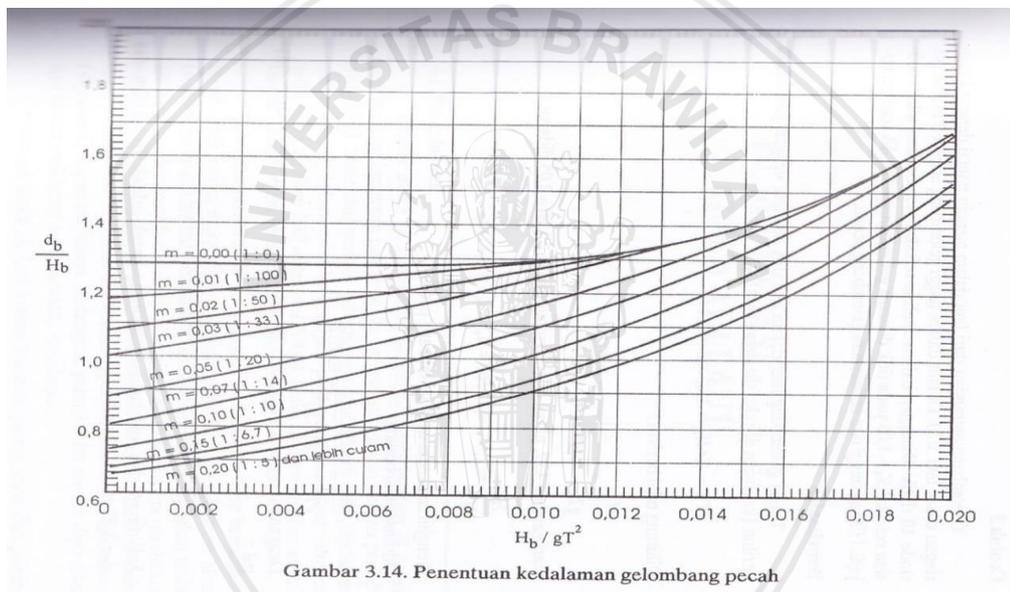
Mencari kedalaman gelombang pecah (Gambar 2) didapatkan nilai gelombang pecah (H_b) terlebih dahulu, selanjutnya nilai kedalaman gelombang pecah (db) dapat dicari dengan menggunakan persamaan dibawah.

$$\frac{H_b}{gT^2} = \frac{d_b}{H_b}$$

Dengan didapatkannya nilai gelombang pecah (H_b) dan kedalaman gelombang pecah (db) selanjutnya melakukan perhitungan transport sedimen menggunakan rumus Manohar (Tabel 2)



Gambar 1. Penentuan Tinggi Gelombang Pecah (Triatmodjo, 1999)



Gambar 3.14. Penentuan kedalaman gelombang pecah

Gambar 2. Penentuan kedalaman gelombang pecah (Triatmodjo, 1999)

2.2.2 Pasang Surut

Berdasarkan penelitian Hidayat (2005), diperoleh fakta pasang surut adalah suatu fenomena fluktuasinya muka air laut karena adanya gaya tarik menarik benda-benda langit, yang terutama adalah fluktuasi tarik menarik antara matahari dengan bulan terhadap masa air laut yang berada di permukaan bumi. Meskipun masa bulan lebih kecil dari pada masa matahari, tetapi karena jarak bulan yang lebih dekat dengan bumi dari pada matahari. Kondisi inilah yang

menyebabkan gaya tarik energi bulan terhadap bumi lebih besar daripada gaya tarik matahari terhadap bumi. Gaya tarik bulan adalah 2,2 kali lebih besar dari pada gaya tarik matahari terhadap bumi.

Menurut Djaja (1989) dalam Wirasatria (2005) pasang surut di Indonesia dilihat dari pergerakan muka air laut dapat dibagi menjadi empat tipe yaitu:

1. Pasang harian tunggal (*diurnal tide*) pasang surut yang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut yang besarnya kurang lebih sama.
2. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*) pasang surut yang terjadi dalam satu hari dua kali pasang dan dua kali surut yang tingginya masing-masing hampir sama.
3. Pasang campuran yang condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*) pasang surut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari namun berbeda dalam tinggi dan waktunya.
4. Pasang campuran yang condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*) pasang surut yang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut namun terkadang terjadi dua kali pasang dan surut yang berbedadalam tinggi dan waktunya.

2.3 Sedimen

Makonio, *et al.* (2013) melaporkan bahwa sedimen merupakan bagian tanah yang terangkut oleh pergerakan air di suatu area yang mengalami proses erosi dan bergabung dalam air secara umum disebut sedimen. Sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan bergabung kedalam air akan diendapkan disuatu tempat sesuai dengan kecepatan aliran air yang melambat atau berhenti. Proses pengendapan sedimen dengan aliran air ini dikenal sebagai proses atau peristiwa sedimentasi. Peristiwa sedimentasi berjalan dengan kompleks dimulai dari jatuhnya air hujan yang menghasilkan energi kinetik dan laju aliran air terhadap tanah dan dimulainya proses erosi. Begitu tanah terkena aliran air

dengan energi kinetik bagian tanah partikel halus akan bergabung dengan aliran air menuju lautan menjadi angkutan sedimen dan sebagian akan tertinggal di atas tanah.

Menurut Asdak (2010) dalam (Fatmawati, 2016) secara umum sedimen adalah hasil dari suatu proses erosi baik berupa erosi parit, erosi permukaan, atau erosi tanah lainnya. Proses erosi adalah terlepasnya butiran tanah oleh aliran air dari tempat asalnya. Proses sedimentasi adalah terangkutnya material tanah oleh pergerakan air atau angin yang kemudian material tersebut akan diendapkan di tempat lain.

2.3.1 Sumber Sedimen

Menurut Purnawan (2015), berdasarkan bentuknya sumber sedimen dapat dibagi menjadi 5 yaitu sebagai berikut:

1. *Lithogenous* atau *terrigenous sediment*

Sedimen yang berasal dari hasil erosi batuan dari daratan, biasanya berupa pasir dan lumpur. Jenis sedimen ini umumnya memiliki kandungan mineral quartz atau *silica*.

2. *Biogenous sediment*

Sedimen yang berasal dari bagian keras makhluk hidup, dapat berupa tulang atau cangkang. Jenis sedimen ini umumnya memiliki kandungan mineral *calcareous* dan *silica*.

3. *Hydrogenous sediment*

Sedimen yang berasal dari reaksi kimia yang terjadi di air, contoh *manganese nodules* yang tersusun dari besi, *manganese oxide*, nikel, kromium dan kobalt.

4. *Volcanogenous sediment*

Sedimen yang berasal dari proses vulkanik gunung berapi, seperti abu.

5. *Cosmogenous sediment*

Sedimen yang berasal dari pecahan benda angkasa, yang biasanya ditemukan dalam jumlah yang sangat kecil dan bercampur dengan jenis sedimen lainnya.

2.3.2 Klasifikasi Ukuran Butir dan Jenis Sedimen

Menurut Wentworth (1992) dalam Hidayati (2017), ukuran butir sedimen diklasifikasikan berdasar ukuran, pada umumnya ditemukan dalam sedimen laut seperti batuan, pasir dan lumpur. Analisis ukuran sedimen sangat penting karena dengan ini akan dapat menunjukkan asal mula sedimen tersebut. Berbagai sifat fisik pada sedimen di telaah sesuai dengan tujuan dan kegunaannya, diantaranya adalah tekstur sedimen yang meliputi ukuran butir, bentuk butir, hubungan antar butir, struktur sedimen, komposisi mineral serta kandungan biota. Klasifikasi ukuran sedimen terkadang dilakukan dengan asumsi bahwa partikel tersebut berupa lingkaran dan ukuran butir dapat diukur dari penampang melintang. Tabel Klasifikasi ukuran butir sedimen menurut Wentworth, dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi ukuran butir sedimen menurut skala Wentworth (Wentworth, 1992 dalam Hidayati, 2017)

Millimeters (mm)	Micrometers (μm)	Phi (ϕ)	Wentworth size class	Rock type	
4096		-12.0	Boulder	Conglomerate/ Breccia	
256		-8.0	Cobble		
64		-6.0	Pebble		
4		-2.0	Granule		
2.00		-1.0	Very coarse sand		
1.00		0.0	Coarse sand	Sandstone	
1/2	0.50	1.0	Medium sand		
1/4	0.25	2.0	Fine sand		
1/8	0.125	3.0	Very fine sand		
1/16	0.0625	4.0	Coarse silt		
1/32	0.031	5.0	Medium silt	Siltstone	
1/64	0.0156	6.0	Fine silt		
1/128	0.0078	7.0	Very fine silt		
1/256	0.0039	8.0	Clay		
	0.00006	14.0		Mud	Claystone

Salah satu parameter yang digunakan dalam analisis ukur butir dan jenis sedimen mean yang berarti perhitungan sedimen yang dihunakan untuk mengukur ukur butir dan jenis sedimen secara rata-rata dengan rumus sebagai berikut:

$$M_2 = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3}$$

Dimana $\phi 16$, $\phi 50$ dan $\phi 84$ mewakili ukuran pada 16, 50 dan 84 persen dari berat sampel: rata-rata juga diukur dalam satuan phi dan merupakan parameter yang paling banyak dibandingkan.

2.4 Transpor Sedimen

Lulut (2017) melaporkan bahwa fenomena transpor sedimen merupakan gerakan sedimen yang terjadi di daerah pantai *cross-shore transport* disebabkan oleh pergerakan orbital gelombang, sedangkan *longshore transport* disebabkan oleh gabungan antara gelombang dan arus yang sejajar dengan pantai. Secara umum transport sedimen dibagi menjadi tiga tipe yaitu *bed load transport*, *suspended load transport* dan *sheet flow transport*. Dalam transport sedimen selain tiga tipe diatas juga terdapat tipe intermediet antara *load* dan *suspended load* yaitu *bed load-suspended load intermediete*.

Menurut Triatmodjo (1999), terdapat beberapa cara yang dapat digunakan untuk memprediksi tranpor sedimen sepanjang pantai, yaitu:

1. Mengukur debit sedimen pada lokasi yang ditinjau.
2. Peta atau pengukuran yang menunjukkan perubahan elevasi dasar dalam periode tertentu dapat memberikan petunjuk tentang angkutan sedimen. Cara ini terutama baik apabila di daerah yang ditinjau terdapat bangunan yang bisa menangkap transport sedimen sepanjang pantai, misalnya groin, pemecah gelombang suatu pelabuhan, dan sebagainya.
3. Rumus empiris yang didasarkan pada kondisi gelombang di daerah yang ditinjau.

Seperti telah disebutkan di atas, salah satu cara untuk memprediksi transport sedimen adalah dengan menggunakan rumus empiris. Salah satu rumus untuk menghitung transpor sedimen adalah rumus yang diberikan oleh Manohar yang memperhitungkan sifat sedimen.

Tabel 2. Rumus transpor sedimen (Triatmodjo, 1999)

No	Nama	Rumus
1	Caldwell	$Q_s = 1,200 \cdot P_I^{0,8}$
2	Savage	$Q_s = 0,219 \cdot P_I$
3	Ijima, Sato, Aono, Ishii	$Q_s = 0,130 \cdot P_I^{0,54}$
4	Ichikawa, Achiai, Tomita, Murobuse	$Q_s = 0,130 \cdot P_I^{0,8}$
5	Manohar	$Q_s = 55,7 \cdot D^{0,59} \cdot ((\rho_s - \rho)/\rho)^{-0,41} \cdot P_I^{0,91}$
6	Ijima, Sato	$Q_s = 0,060 \cdot P_I$
7	Tanaka	$Q_s = 0,120 \cdot P_I$
8	Komar, Inman	$Q_s = 0,778 \cdot P_I$
9	Komar, Inman	$Q_s = 0,283 \cdot ((V \cdot P_I)/(U_b \sin \alpha_b))$
10	Das	$Q_s = 0,325 \cdot P_I$
11	CERC	$Q_s = 0,401 P_I$

Rumus Umum:

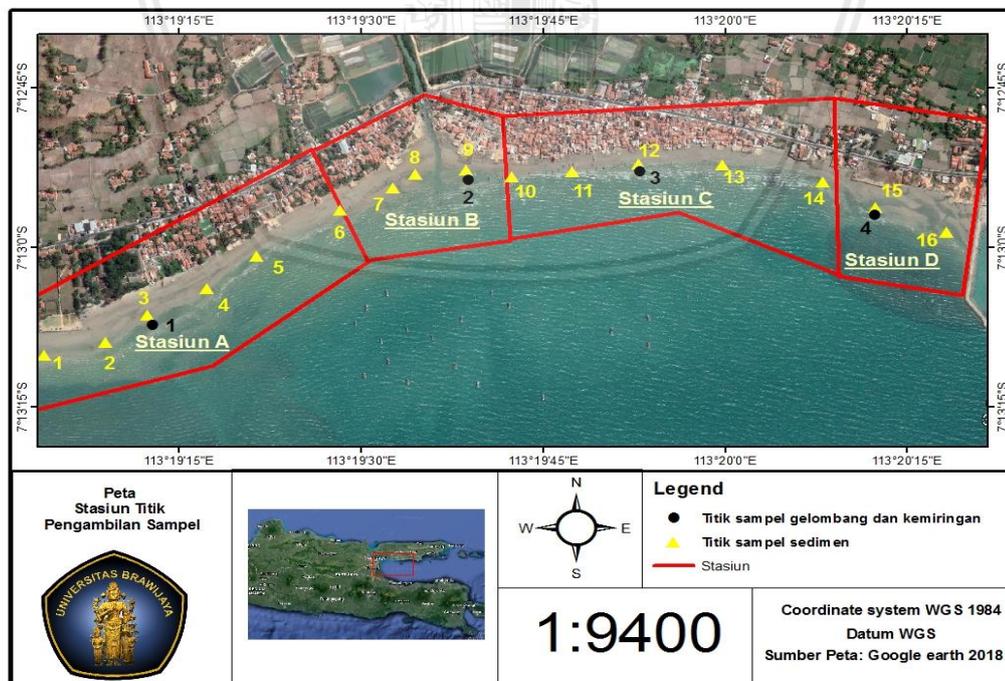
$$Q_s = 55,7 \cdot D^{0,59} \cdot ((\rho_s - \rho)/\rho)^{-0,41} \cdot P_I^{0,91} \quad P_I = \frac{1}{8} \rho g H_b^2 C_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b$$

Q_s	Angkutan sedimen sepanjang pantai ($m^3/hari$)
P_I	Komponen fluks energi gelombang sepanjang pantai pada saat pecah (Nm/s/m)
ρ	Rapat massa air laut (kg/m^3)
H_b	Tinggi gelombang pecah (m)
C_b	Cepat rambat gelombang pecah (m/d) $C_b = \sqrt{g \cdot d_b}$
α_b	Sudut datang gelombang pecah
$K_I n$	Konstanta

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Pantai Camplong, Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur. Waktu penelitian dilaksanakan mulai dari bulan Januari - Juli 2019 dan pengambilan data lapang dilaksanakan pada tanggal 12 Maret 2019. Pemilihan lokasi penelitian akan dibagi kedalam beberapa stasiun yang mewakili kondisi Pantai Camplong dengan pengambilan data lapang dilaksanakan dengan pengambilan sampel sedimen sebanyak 17 titik dan data gelombang sebanyak 4 titik yang didasari oleh metode *Purposive Sampling*. Metode *Purposive Sampling* adalah salah satu teknik pengambilan data dengan menetapkan ciri-ciri kusus sesuai dengan tujuan penelitian sehingga diharapkan dapat menjawab permasalahan penelitian (Etikan, 2016). Lokasi area penelitian dan pengambilan data sampel sedimen dan gelombang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta area penelitian dan pengambilan titik sampel sedimen dan gelombang

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian serta kegunaanya dapat dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3. Alat dan bahan

No	Alat	Fungsi
1	Tongkat Skala	mengukur gelombang
2	GPS	menentukan titik koordinat garis pantai
3	Roll Meter	mengukur panjang garis pantai
4	Akrilik	mencatat data di tengah laut
5	Kompas	menentukan arah datang gelombang
6	Skop	mengambil sampel sedimen
7	Kamera	dokumentasi kegiatan
8	Stopwatch	menghitung lamanya waktu pengukuran periode gelombang
9.	Plastik	wadah penyimpanan sample sedimen
10.	Kertas label	memberikan label pada sampel sedimen
11	Spidol	memberi label pada sample

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitik. Metode deskriptif analitik adalah metode yang mendeskripsikan kondisi yang sebenarnya dengan menganalisis hasil dari pengolahan data. Metode ini digunakan dalam menganalisis perubahan garis pantai dari hasil pengolahan data citra satelit. Kemudian, dilakukan analisis pola perubahan garis pantai dari hasil *tracking* garis pantai yang diolah menggunakan rumus Manohar.

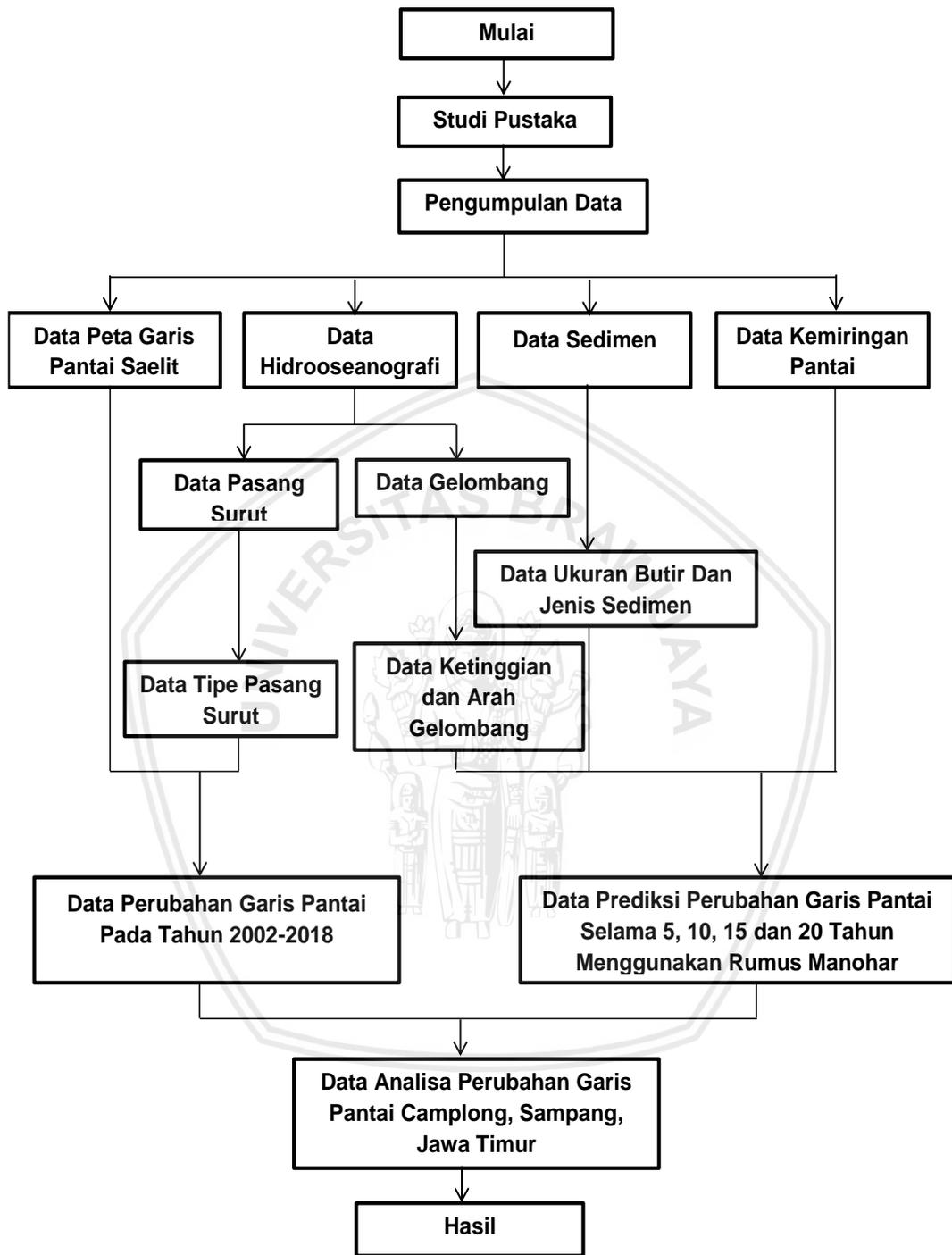
3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terdiri dari tahap pengolahan data citra satelit dan perhitungan rumus manohar. Prosedur penelitian dapat dilihat pada diagram alir yang berada pada Gambar 4. Pengolahan data citra satelit menggunakan

software ArcGIS, sedangkan untuk mengetahui perubahan garis pantai memerlukan beberapa tahap pengolahan, dimulai dari pengambilan data lapang hingga pengolahan data. Prosedur penelitian tersebut dimulai dari penentuan kondisi area penelitian yang mencakup 4 area penelitian yang dibagi sesuai dengan kondisi wilayah pada Pantai Camplong yaitu stasiun A, B, C dan D (Gambar 3 dan Tabel 4), setelah itu penentuan kondisi pasang surut yang terjadi pada area penelitian, tracking garis pantai, pengukuran kemiringan, pengukuran gelombang dan pengambilan sampel sedimen, selanjutnya data sedimen di analisa di laboratorium, selanjutnya analisa perubahan garis pantai dari data hasil sedimen dan gelombang dengan menggunakan rumus Manohar. Penggunaan rumus manohar dikarenakan rumus ini sangat memperhitungkan sifat sedimen sehingga dapat digunakan pada setiap kondisi pantai dari pada penggunaan rumus lainnya.

Tabel 4. Lokasi pengambilan sampel dan area penelitian

Stasiun	Titik Sampel	Koordinat		Deskripsi wilayah
		Lintang	Bujur	
A	1	-7,21947 LS	113,3181 BT	Area pantai wisata, terdapat kebun dan pemukiman warga
	2	-7,21910 LS	113,3191 BT	
	3	-7,21842 LS	113,3201 BT	
	4	-7,21771 LS	113,3215 BT	
	5	-7,21660 LS	113,3229 BT	
	6	-7,21567 LS	113,3245 BT	
B	7	-7,21508 LS	113,3257 BT	Area muara sungai, terdapat pemukiman warga
	8	-7,21467 LS	113,3262 BT	
	9	-7,21464 LS	113,3274 BT	
C	10	-7,21486 LS	113,3284 BT	Area pemukiman, terdapat pemukiman warga dan tempat parkir kapal
	11	-7,21464 LS	113,3298 BT	
	12	-7,21453 LS	113,3314 BT	
	13	-7,21471 LS	113,3333 BT	
	14	-7,21495 LS	113,3355 BT	
D	15	-7,21564 LS	113,3367 BT	Area dekat dermaga
	16	-7,21627 LS	113,3384BT	



Gambar 4. Diagram alir penelitian

3.4.1 Pengolahan Data Peta Citra Satelit

Data peta citra satelit yang digunakan untuk peta perubahan garis pantai adalah menggunakan citra satelit Google Earth yang mana data citra satelit tersebut diambil dari tahun 2002, 2006, 2011, 2013, 2015 dan 2018. Pengolahan data citra satelit perubahan garis pantai menggunakan program perangkat lunak ArcGIS. Langkah pertama yang dilakukan dalam pengolahan data citra satelit yaitu pengambilan data citra satelit lokasi Pantai Camplong dari Google Earth. Data hasil pengambilan citra satelit selanjutnya diolah menggunakan ArcGIS untuk mendapat fokus area yang Pantai Camplong yang dibutuhkan, setelah itu seting koordinat pada peta dengan *georeferencing*, setelah itu digitasi garis pantai pada peta untuk mengetahui garis pantai peta tersebut, proses digitasi dilakukan pada semua peta yang didapat dari tahun 2002-2018 setelah itu hasil digitasi setiap peta dijadikan menjadi satu sehingga dengan penggabungan data digitasi semua dari peta 2002-2018 dapat diketahui perubahan garis pantai yang terjadi dari tahun 2002-2018 apakah terjadi sedimentasi atau abrasi.

3.4.2 Pengambilan Data Garis Pantai

Langkah awal yang dilakukan untuk pengambilan data garis pantai adalah mengetahui kondisi lokasi penelitian yang akan dilakukan, yaitu Pantai Camplong, setelah menentukan area penelitian selanjutnya mengetahui kondisi pasang surut pada Pantai Camplong dengan menggunakan NAOtide untuk mendapatkan data pasang surut setelah itu data hasil dari NAOtide dimasukkan ke Excel untuk diolah lebih lanjut untuk mendapatkan data grafik plot pasang surut, sehingga dapat ditentukan waktu yang tepat untuk melakukan pengambilan data garis pantai. Tracking dilakukan dengan menggunakan GPS menyusuri sepanjang garis Pantai Camplong. Setelah data dari hasil *tracking* tersebut diperoleh, selanjutnya data di olah menggunakan Excel untuk mendapatkan grafik nilai garis pantai awal.

3.4.3 Pengukuran Kemiringan Pantai

Langkah untuk mengambil data kemiringan pantai adalah dengan menarik garis tegak lurus dari garis pantai sejauh 10 meter pengambilan data kemiringan dilakukan pada titik pengambilan gelombang, masing-masing diukur kedalaman launya dengan tali kemudian dicatat dengan menggunakan prinsip *theorem pythagoras*. Data kemiringan didapat dari hasil perbandingan antara data kedalaman dengan jarak garis horizontal kearah pantai (Putra, 2014). Pengambilan data kemiringan pantai bertujuan untuk mendapatkan rasio kemiringan yang nantinya digunakan dalam pengolahan rumus untuk mendapatkan kedalaman gelombang pecah.

3.4.4 Pengukuran Gelombang

Pengambilan data gelombang menggunakan metode visual, yang mana metode ini menggunakan bantuan tongkat skala dan stopwatch. Pengukuran gelombang dilakukan tiap stasiun selama 10-20 menit. Parameter pengambilan data yang diambil adalah data tinggi gelombang dan lembah gelombang. Sedangkan untuk pengambilan data periode gelombang adalah waktu yang diperlukan 2 puncak gelombang yang berurutan mencapai satu titik, (Putra, 2014). Tujuan pengambilan data gelombang akan digunakan dalam perhitungan untuk mendapatkan data kedalaman dan tinggi gelombang pecah, yang mana data tinggi dan gelombang pecah digunakan dalam perhitungan prediksi perubahan garis pantai menggunakan manohar. Pengambilan data gelombang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengambilan data gelombang

3.4.5 Pengambilan dan Pengujian Sampel Sedimen

Pengambilan sampel sedimen di Pantai Camplong diambil sejajar dengan garis pantai atau *longshore transport*, hal ini untuk mengetahui sebaran sedimen fraksi kerikil, pesisir atau lumpur. Pengambilan sampel permukaan menggunakan skop. Pengambilan sedimen untuk uji sedimen sebanyak kurang lebih 1 kg, sedimen yang diambil disimpan dalam plastik setelah itu dimasukkan cool box. Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada 16 titik yang mewakili stasiun penelitian berdasarkan topografi Pantai Camplong. Titik pengambilan sedimen dapat dilihat pada Gambar 3.

Sampel sedimen yang diperoleh kemudian dibawa ke laboratorium untuk diolah, guna untuk mendapat hasil ukur, jenis dan masa jenis sedimen. Langkah pertama adalah pengambilan sampel, sampel dikeringkan terlebih dahulu menggunakan oven sampai kering setelah itu dilakukannya analisis laboratorium dengan metode ayakan kering, tujuannya untuk membedakan fraksi di setiap saringan. Pengeringan sampel sedimen dilaboratorium menggunakan oven suhu

sekitar 100°C, pengeringan ini dilakukan kurang lebih 24 jam. Sampel sedimen yang sudah kering kemudian di timbang menggunakan timbangan digital untuk memperoleh berat awal sedimen, setelah itu sampel sedimen siap untuk diayak. Ayakan yang akan digunakan disusun sesuai dengan nomor urutan *mesh size* berawal dari no. 4, 10, 20, 30, 40, 60, 100, 200 dan PAN, setelah tersusun sedimen dituangkan ke ayakan dan mesin dihidupkan selama kurang lebih 5 menit. Sedimen hasil ayakan ditimbang tiap *mesh size* dan dicatat pada lembar kerja, dan kemudian diplot ke *Microsoft Excel* untuk ditentukan ukuran dan jenis sedimennya.

Langkah selanjutnya dilakukan pengujian masa jenis sedimen menggunakan piknometer dengan 4 kali pengulangan. Kalibrasi terlebih dahulu piknometer untuk mengetahui volume dari botol piknometer yang digunakan. Kalibrasi piknometer dimulai dengan mengisi air pada botol piknometer setelah itu di didihkan menggunakan hotplate, setelah air mendidih ukur suhu dan beratnya, selanjutnya diamkan selama 3 menit untuk mendinginkan air dan botol piknometer. Setelah itu ukur suhu dan berat botol piknometer tersebut. Perlakuan ini diulang selama 5 kali pengulangan setelah itu hasil data diplot pada Excel untuk diolah.

Setelah dilakukannya proses kalibrasi piknometer baru dilakukannya uji masa jenis sedimen. Dengan langkah pertama timbang sampel sedimen sebanyak total 20 gr dari mesh size no. 60, 100 dan 200 dan masukkan ke dalam tabung piknometer dan tambahkan air hingga batas leher botol piknometer. Panaskan tabung menggunakan hotplate hingga mendidih, setelah itu angkat tabung dan tambahkan air kedalam tabung hingga penuh, kemudian tutup tabung hingga ada air yang keluar melalui tutup tabung, kemudian timbang sebagai berat piknometer, air dan sedimen. Diamkan tabung dalam keadaan terbuka selama 3 menit, kemudian lakukan langkah yang sama tanpa

dipanaskan kembali sebanyak 4 kali. Data yang didapat dimasukkan dalam tabel masa jenis pada Excel untuk diolah dan didapatkan hasil massa jenis sedimen yang digunakan dalam perhitungan prediksi perubahan garis pantai menggunakan rumus Manohar.

3.4.6 Pengolahan Data Gelombang

Pengambilan data gelombang menggunakan metode visual, yang mana metode ini menggunakan bantuan tongkat skala dan kompas. Pengukuran pengambilan data adalah data tinggi gelombang dan lembah gelombang, sedangkan untuk pengambilan data periode gelombang adalah waktu yang diperlukan 2 puncak gelombang yang berurutan mencapai satu titik. Pengambilan data gelombang dilakukan pada 4 stasiun dapat dilihat pada Gambar 3.

3.4.7 Perhitungan Numerik

Perhitungan numerik menggunakan hasil dari pengolahan data lapang dan data sedimen hasil dari uji laboratorium. Komponen yang dibutuhkan dalam perhitungan numerik ini adalah nilai koordinat X dan Y awal dalam satuan meter dari hasil tracking GPS, perhitungan data nilai sudut datang gelombang (α_0), tinggi gelombang pecah (H_b), kedalaman gelombang pecah (db), Kemudian dihitung cepat rambat gelombang (cb), dengan persamaan:

$$cb = \sqrt{g \times db}$$

massa jenis air laut ($\rho = 1.03 \text{ ton/m}^3$), gravitasi bumi ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$).

Transpor sedimen dipengaruhi oleh sudut datang gelombang pecah (α_b), sudut datang gelombang akan berubah dari satu sel ke sel lain karena profil pantai. Sudut α_i yang dibentuk oleh garis pantai dengan sejajar sumbu x, antara sel i dan i+1 dinyatakan dengan rumus:

$$\tan \alpha_i = \frac{y(i)+y(i+1)}{\Delta x}$$

Untuk mengetahui sudut tangen gelombang pecah (α_b) dilakukan dengan rumus:

$$\tan \alpha_b = \frac{\tan \alpha_i + \tan \alpha_0}{1 + (\tan \alpha_i \tan \alpha_0)}$$

Kemudian dicari nilai α_b , $\sin \alpha_b$, dan $\cos \alpha_b$. Selanjutnya perhitungan prediksi perubahan garis pantai yang menghitung transpor sedimen sepanjang pantai dikembangkan berdasarkan prototip pada wilayah penelitian. Persamaan tersebut merupakan hubungan sederhana antara transport sedimen dan komponen fluks energi gelombang sepanjang pantai dalam rumus:

$$P_l = \frac{\rho \cdot g}{8} \cdot H b^2 \cdot c_b \sin \alpha_b \cdot \cos \alpha_b$$

Sedangkan untuk angkutan sedimen sepanjang pantai, digunakan rumus Manohar yang memperhitungkan sifat sedimen dasar. Rumus Manohar digunakan dengan persamaan

$$Q_s = (55,7 \cdot D^{0,59} \cdot \left(\frac{\rho_s - \rho}{\rho}\right)^{-0,41} \cdot P_l^{0,91}) \cdot \text{tahun}$$

Dan selanjutnya perhitungan nilai perubahan garis pantai (ΔY) dihitung dengan menggunakan rumus $\Delta Y = (\Delta t) \times \left(\frac{-1}{ab}\right) \left(\frac{Q_s}{\Delta x}\right)$. Langkah terakhir yang dilakukan adalah mencari nilai Y akhir dengan rumus Y akhir = Y awal + ΔY).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Pantai Camplong

Pantai Camplong merupakan pantai berpasir yang berada di Pulau Madura lebih tepatnya pada bagian selatan Pulau Madura yang berlokasi di Jalan Raya Camplong, Kabupaten Sampang, Jawa Timur pada koordinat latitude -7.2172602 dan longitude 113.3192113. Lokasi wisata Pantai Camplong sangat mudah ditempuh baik menggunakan sarana kendaraan pribadi maupun kendaraan umum. Selain dari kondisi tersebut lokasi wisata Pantai Camplong terbilang memiliki fasilitas yang lengkap dengan fasilitas hotel, penginapan umum, toilet, taman bermain, restoran, pasar wisata dan area outbond. Kondisi pantai yang landai dengan gelombang yang tenang menjadikan lokasi wisata Pantai Camplong aman bagi wisatawan yang ingin berenang. Selain itu lokasi wisata Pantai Camplong juga menyediakan wisata air berupa prahu layar dan memancing di laut. Di area wisata Pantai Camplong biasanya akan diadakan budaya wisata Roket Tase atau biasa disebut Petik Laut yang biasanya diadakan pada bulan Maulud. Kondisi Pantai Camplong saat pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kondisi lokasi Pantai Camplong

4.2 Hasil Analisis Peta Citra Satelit Perubahan Garis Pantai

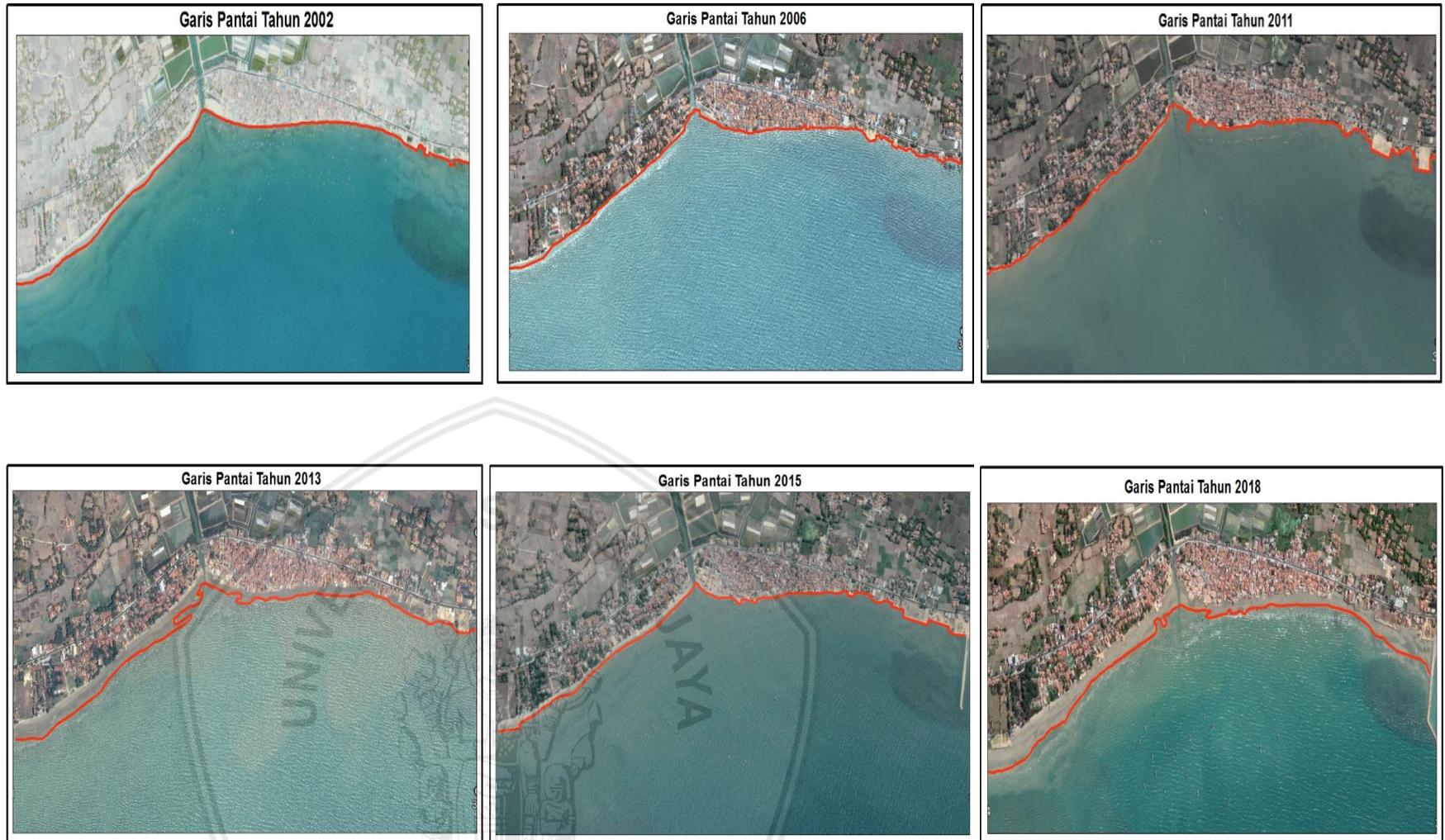
Hasil dari pengolahan citra satelit dengan proses digitasi peta pada Pantai Camplong sebagai berikut, pada tahun 2002-2018 kondisi garis pantai pada lokasi Pantai Camplong telah mengala perubahan garis pantai, yang terjadi secara erosi maupun akresi sedimen, namun secara umum garis pantai pada waktu tersebut mengalami sedimentasi. Hasil digitasi garis pantai dapat dilihat pada Gambar 8. Wilayah penelitian dibagi menjadi 4 stasiun, stasiun A merupakan wilayah wisata, stasiun B merupakan wilayah muara sungai, stasiun C merupakan wilayah pemukiman dan stasiun D adalah wilayah dekat pelabuhan.

Hasil digitasi garis pantai pada tahun 2002-2006 menunjukkan terjadinya abrasi, tahun 2006-2011 menunjukkan terjadinya sedimentasi, tahun 2011-2013 menunjukkan terjadinya sedimentasi, tahun 2013-2015 menunjukkan terjadinya abrasi, dan tahun 2015-2018 menunjukkan terjadinya sedimentasi. Hasil analisa pada peta yang dimulai pada tahun 2002-2018 secara keseluruhan menunjukkan terjadinya sedimentasi pada Pantai Camplong. Perubahan garis pantai dari citra satelit dapat dilihat pada Gambar 9. Perubahan garis pantai yang terjadi pada tahun 2002-2018 menggunakan analisa citra sateli secara sedimentasi maupun abrasi dapat dikarenakan pengambilan data peta dari citra satelit saat pengambilan dengan kondisi lapang yang tidak sama sehingga menyebabkan perbedaan kondisi perubahan garis pantai secara abrasi maupun sedimentasi. Data garis pantai setiap tahun dari citra dapat dilihat pada Gambar 7.

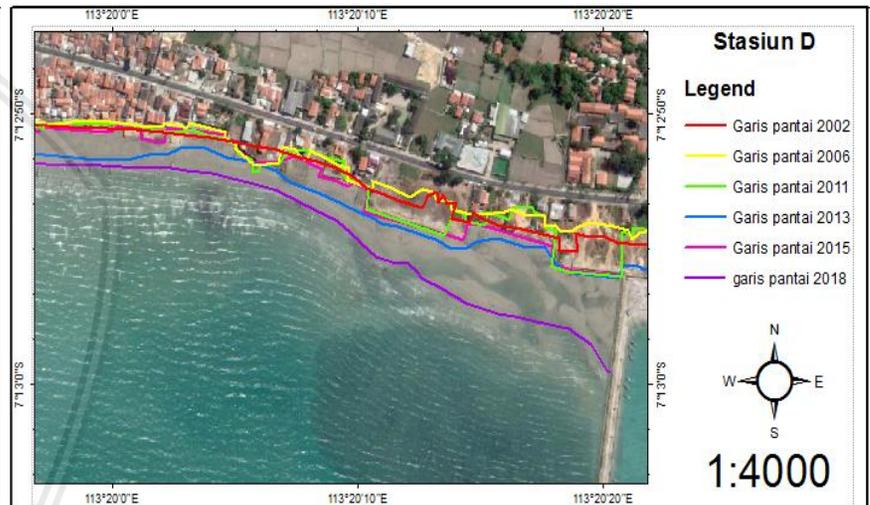
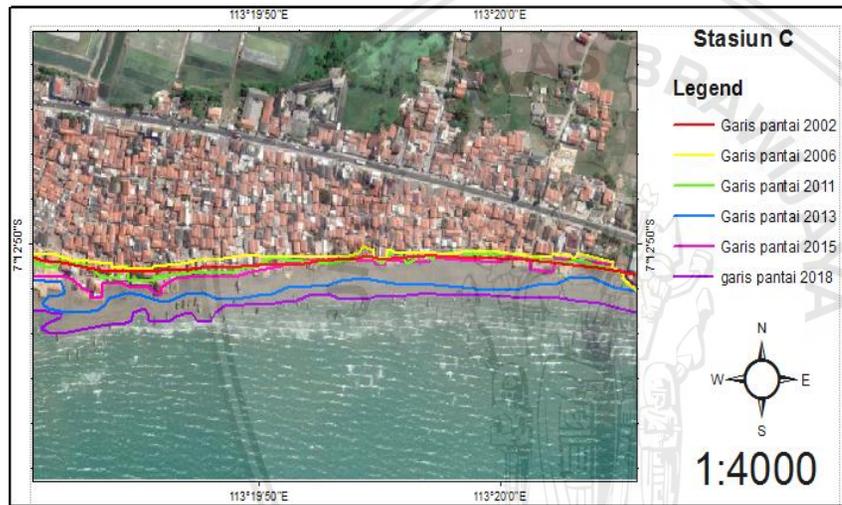
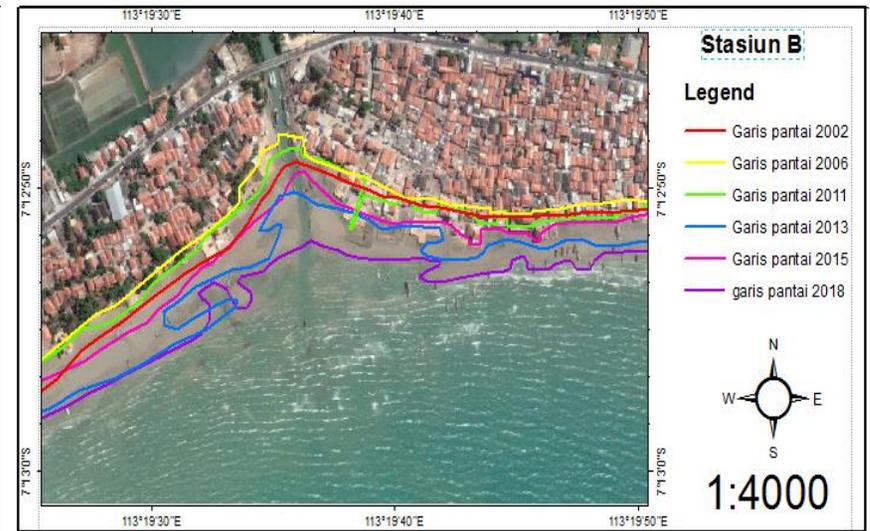
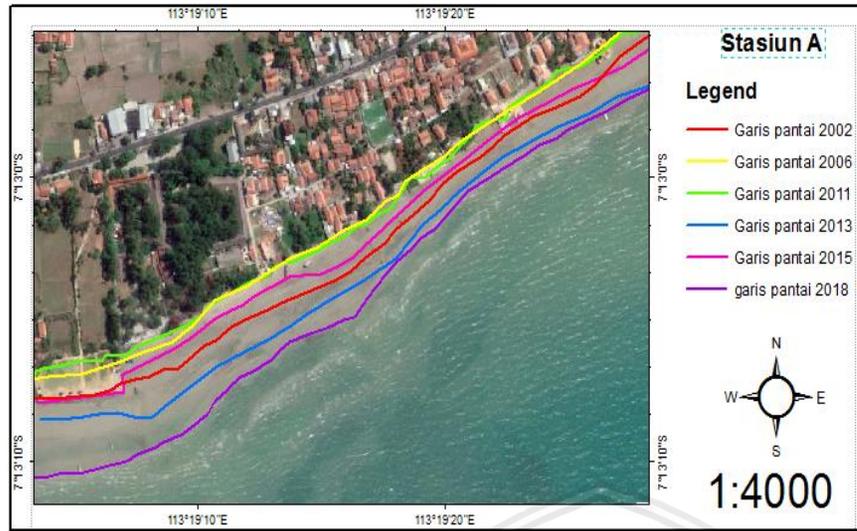
Tabel 5. Laju perubahan garis pantai citra satelit dari tahun 2002 - tahun 2018

Stasiun	Laju perubahan garis pantai	
	2002-2018 (m/16 tahun)	Rata-rata pertahun (m/tahun)
A	40,34	2,52
B	59,57	3,72
C	40,99	2,56
D	47,39	2,96

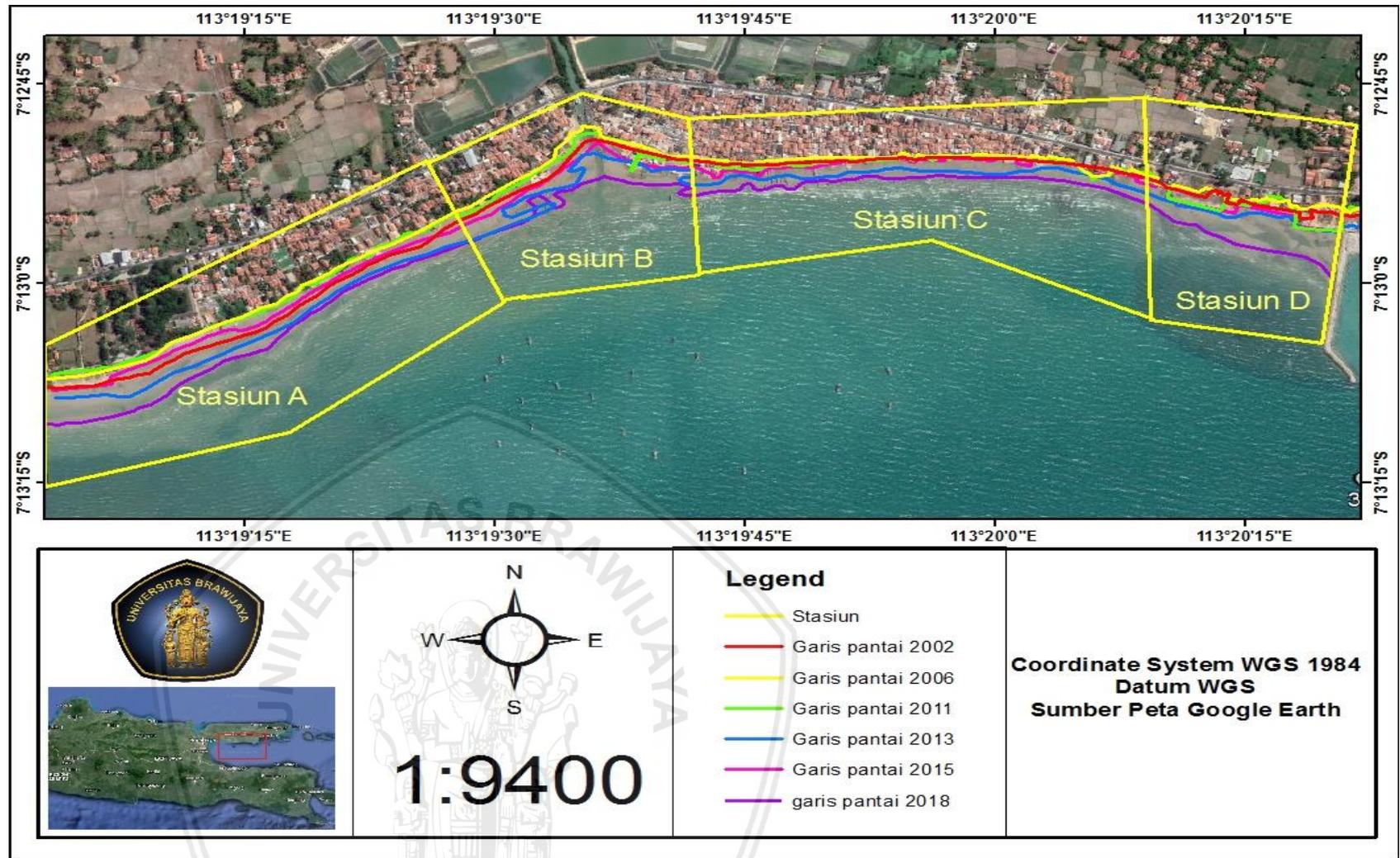
Laju perubahan garis pantai dapat dilihat pada Tabel. 5. Laju perubahan garis pantai pada lokasi penelitian Pantai Camplong dari tahun 2002 hingga 2018 mengalami sedimentasi, dengan rata-rata laju perubahan garis pantai pertahun terbesar terdapat pada stasiun B area muara sungai dengan nilai laju perubahan garis pantai 3,72 m/tahun hal ini dapat disebabkan sungai yang berada pada stasiun B membawa sedimen transpor sepanjang aliran sungai yang mengakibatkan endapan sedimen yang terjadi pada area stasiun B sehingga menyebabkan terjadinya nilai sedimentasi yang lebih tinggi dari stasiun lainnya. Laju rata-rata sedimentasi terendah pada stasiun A dengan nilai laju perubahan garis pantai 2,52 m/tahun hal ini dapat dikarenakan gelombang yang terjadi pada stasiun A rendah sehingga material sedimen yang terbawa dan terendapkan pada area tersebut lebih rendah daripada stasiun lainnya.



Gambar 7. Garis pantai dari citra satelit setiap tahun



Gambar 8. Perubahan garis pantai citra satelit tiap stasiun



Gambar 9. Hasil digitasi citra satelit tahun 2002-2018

4.3 Ukuran Butir dan Jenis Sedimen

Sampel sadimen yang diambil dari 4 area stasiun, termasuk stasiun A area wisata, stasiun B area muara sungai, stasiun C area pemukiman dan stasiun D area dekat dermaga yang memiliki karakteristik setiap stasiun. Berikut Tabel 6 menyajikan hasil uji laboratorium sedimen di lokasi penelitian

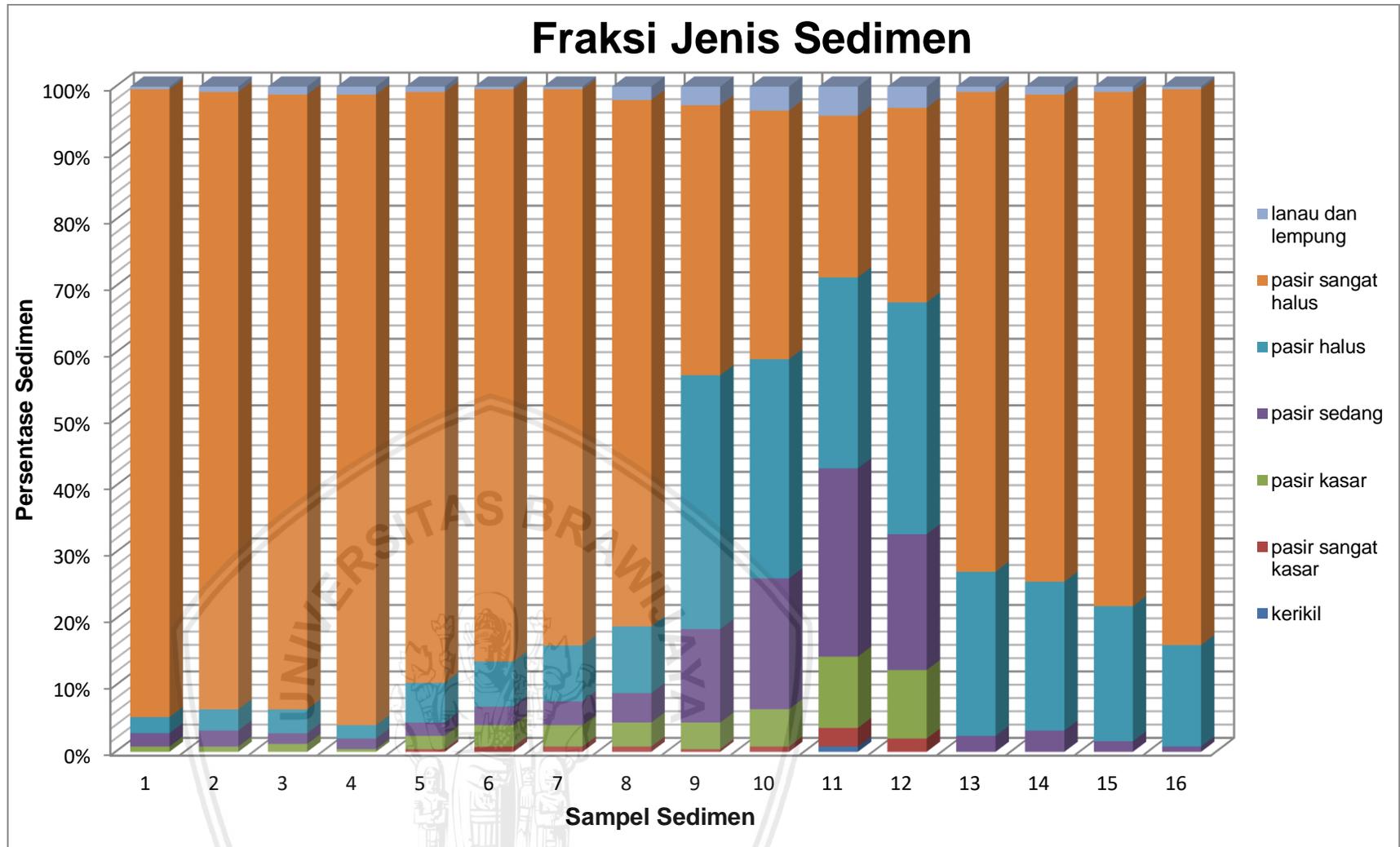
Tabel 6. Persentase jenis dan ukuran butir sedimen

Titik sampel	Persentase Berdasarkan Ukuran Diameter Sedimen (%)						
	kerikil	pasir sangat kasar	pasir kasar	pasir sedang	pasir halus	pasir sangat halus	lanau dan lempung
1	0	0	0,80	2,01	2,41	94,38	0,40
2	0	0	0,80	2,40	3,20	92,80	0,80
3	0	0	1,20	1,59	3,59	92,43	1,20
4	0	0	0,40	1,60	2,00	94,80	1,20
5	0	0,40	2	2	6	88,80	0,80
6	0	0,80	3,20	2,80	6,80	86,00	0,40
7	0	0,80	3,20	3,60	8,40	83,60	0,40
8	0	0,80	3,62	4,42	10,04	79,12	2,01
9	0	0,40	4,01	14,06	38,15	40,56	2,81
10	0	0,80	5,62	19,68	32,93	37,35	3,61
11	0,80	2,79	10,75	28,29	28,69	24,30	4,38
12	0	2	10,30	20,40	34,80	29,20	3,20
13	0	0	0	2,39	24,70	72,11	0,80
14	0	0	0	3,20	22,40	73,20	1,20
15	0	0	0	1,59	20,32	77,29	0,80
16	0	0	0	0,80	15,26	83,53	0,40
rata rata	0,05	0,55	2,87	6,93	16,23	71,84	1,53

Berdasarkan hasil uji laboratorium 16 sampel sedimen didapat hampir seluruh sampel sedimen tidak memiliki kerikil hanya pada sampel 11 yang memiliki kandungan 0,8 % kerikil, sedangkan semua sampel sedimen memiliki sedimen berjenis lanau dan lempung. Jenis sedimen pasir sangat halus mendominasi semua titik sampel sedimen dengan rata-rata 71,8%, hanya pada titik sampel 9-12

persentase jenis sedimen pasir sangat halus di bawah 50%, dapat di simpulkan bahwa jenis pasir yang berada di Pantai Camplong adalah jenis dominasi pasir sangat halus dengan persentase 71,8% dan pasir halus dengan persentase 16,2% yang ke 2 tertinggi rata-rata keseluruhan pengambilan sampel. Untuk mengetahui fraksi sedimen setiap titik sampel dapat dilihat pada Gambar 10.

Hasil analisis jenis sedimen pada lokasi penelitian Pantai Camplong yang dilakukan pada 16 titik sampel didapatkan jenis sedimen dominan adalah pasir sangat halus dengan persentase rata-rata 71,84%, hal ini dapat disimpulkan bahwa pada lokasi penelitian Pantai Camplong memiliki gelombang yang rendah, karena gelombang rendah hanya bisa mengangkut sedimen yang halus. Hal ini sesuai dengan Alfari (2017) bahwa sedimen yang kasar akan diendapkan pada area dengan turbulensi gelombang yang lebih besar, seperti area pantai terbuka yang menghadap langsung dengan laut lepas. Sedimen yang halus akan lebih mudah terbawa dan sulit diendapkan pada kondisi tersebut sehingga akan terus melayang mengikuti arus sampai pada daerah dengan gelombang yang relatif tenang dan baru akan terendapkan. Jenis sedimen pantai camplong yang didominasi dengan karakteristik pasir sangat halus membuat sedimen yang berada pada pantai camplong sangat mudah untuk terbawa oleh gelombang yang menyebabkan kedalam Pantai Camplong rendah dapat dilihat pada Tabel 10 dan menyebabkan garis pantai yang tidak beraturan karakteristik hal ini dapat dilihat pada Gambar 7, 8 dan 9 dimana kondisi garis pantai dan perubahan garis pantai dari hasil pengolahan citra satelit dari tahun 2002-2008 sangat tidak beraturan dan berbeda-beda .



Gambar 10. Grafik fraksi jenis sedimen

Berat jenis sedimen dari hasil pengujian laboratorium menggunakan metode tusuk dengan No. SNI 03.4804.1998. Hasil pengolahan metode tusuk kemudian dicatat sebagai nilai berat jenis yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Berat jenis sedimen tiap titik pengambilan.

Titik sampel	Berat jenis kg/m ³
1	2,59
2	2,58
3	2,57
4	2,57
5	2,38
6	2,40
7	2,42
8	2,36
9	2,35
10	2,46
11	2,49
12	2,50
13	2,52
14	2,54
15	2,52
16	2,55

Berdasarkan hasil uji laboratorium yang di tampilkan pada tabel atas diperoleh hasil, setelah analisis data berat jenis sedimen tertinggi ditampilkan pada titik sampel 1 dengan nilai 2,59 kg/m³ dan yang terendah pada titik sampel 5 dengan nilai 2,34 kg/m³. Keragaman nilai berat jenis sedimen dapat terjadi dikarenakan oleh beberapa faktor, seperti kondisi sampel sedimen yang belum benar-benar kering atau penumbukan sedimen yang kurang rapat.

4.4 Hidro Oseanografi

4.4.1 Gelombang

Data gelombang yang diperoleh adalah merupakan data gelombang dari pengukuran langsung dilapang pada 12 Maret 2019, dengan pengambilan data gelombang dari 4 wilayah stasiun yang mewakili daerah tertentu di lokasi penelitian, yaitu stasiun A, B, C dan D (Gambar 3). Data gelombang yang didapat pada setiap stasiun sebagai berikut, pada stasiun A didapat hasil H'_0 0,82 m, periode gelombang 2 dt dan arah datang gelombang 176° , stasiun B didapat hasil H'_0 0,61 m, periode gelombang 3 dt dan arah datang gelombang 176° , stasiun C didapat hasil H'_0 0,54 m, periode gelombang 3 dt dan arah datang gelombang 176° dan stasiun D didapat hasil H'_0 0,58 m, periode gelombang 3 dt dan arah datang gelombang 176° . Hasil dari pengolahan data gelombang pada setiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data gelombang

Stasiun	H'_0 (m)	Periode gelombang T	puncak	lembah	Data arah gelombang ($^\circ$)
1	0,82	2	0,78	0,73	176
2	0,61	3	0,58	0,73	176
3	0,54	3	0,51	0,73	176
4	0,58	3	0,55	0,73	176

Hasil pengolahan data gelombang dari 4 stasiun adalah sebagai berikut tinggi gelombang pecah (H_b) tertinggi berada pada stasiun A dengan tinggi gelombang 0,819 m dan terendah berada pada stasiun C dengan tinggi gelombang 0,643 m, untuk kedalaman gelombang pecah (db) tertinggi pada stasiun A dengan kedalaman gelombang 1,376 m dan terendah pada stasiun C 0,694 m dan cepat rambat gelombang pecah tertinggi pada stasiun A dengan cepat rambat gelombang 3,674 m/d dan terendah pada stasiun C dengan cepat rambat gelombang 2,609 m/d. Tinggi gelombang pecah pada stasiun tersebut dipengaruhi oleh kontur

kemiringan dasar ang relatif curam dari stasiun lainnya sehingga pembentukan gelombang pecah lebih tinggi, selain faktor tersebut tinggi gelombang pecah juga dipengaruhi oleh nilai tinggi dan periode gelombang di laut dalam. Semakin besar nilai tinggi gelombang maka tinggi gelombang pecah akan bertambah besar. Nilai periode gelombang juga mempengaruhi tinggi atau rendahnya gelombang pecah. Data peramalan gelombang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Data gelombang hasil peramalan

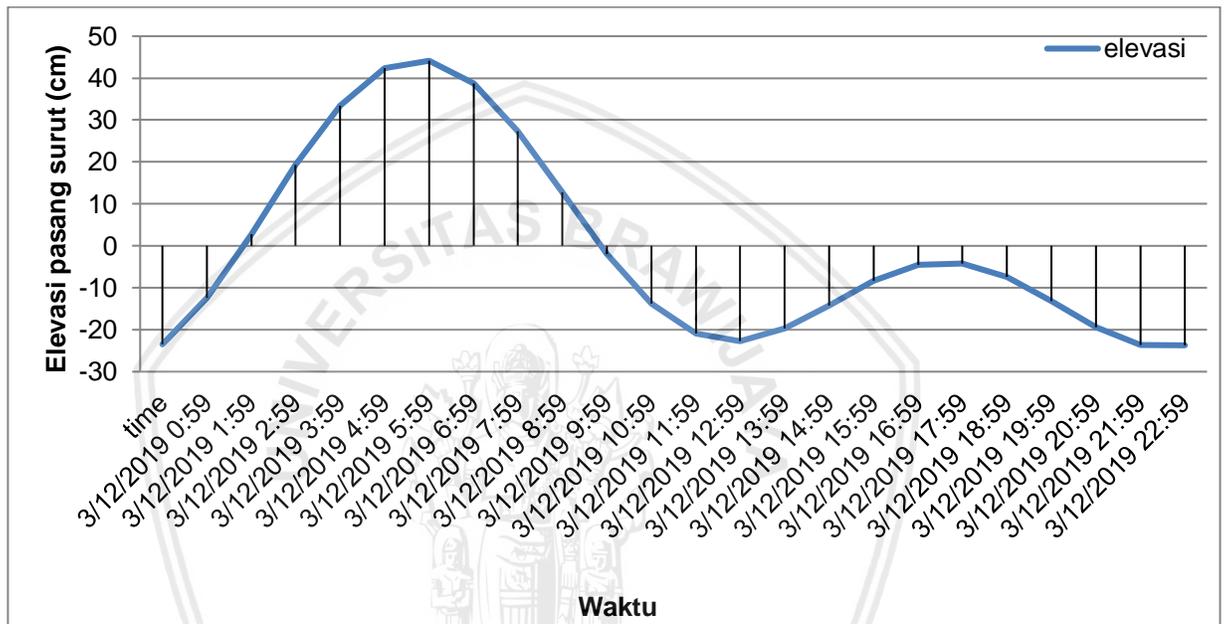
Stasiun	Hb (m)	db (m)	Cb (m/d)
A	0.82	1.38	3.67
B	0.73	0.80	2.81
C	0.64	0.69	2.61
D	0.69	0.76	2.74

Gelombang perairan dalam yang bergerak menuju ke arah perairan dangkal maka gelombang tersebut akan pecah ketika energi gelombang mengenai kemiringan dasar laut. Gelombang pecah ini dapat menjadi gelombang yang lebih besar atau lebih kecil dari sebelum gelombang yang datang mengenai kemiringan dasar laut hal ini tergantung pada kondisi kemiringan pantai (Hidayati, 2017). Besar dan rendahnya gelombang ini mempengaruhi sedimen yang berada pada arah laju gelombang tersebut sehingga mempengaruhi perubahan garis pantai.

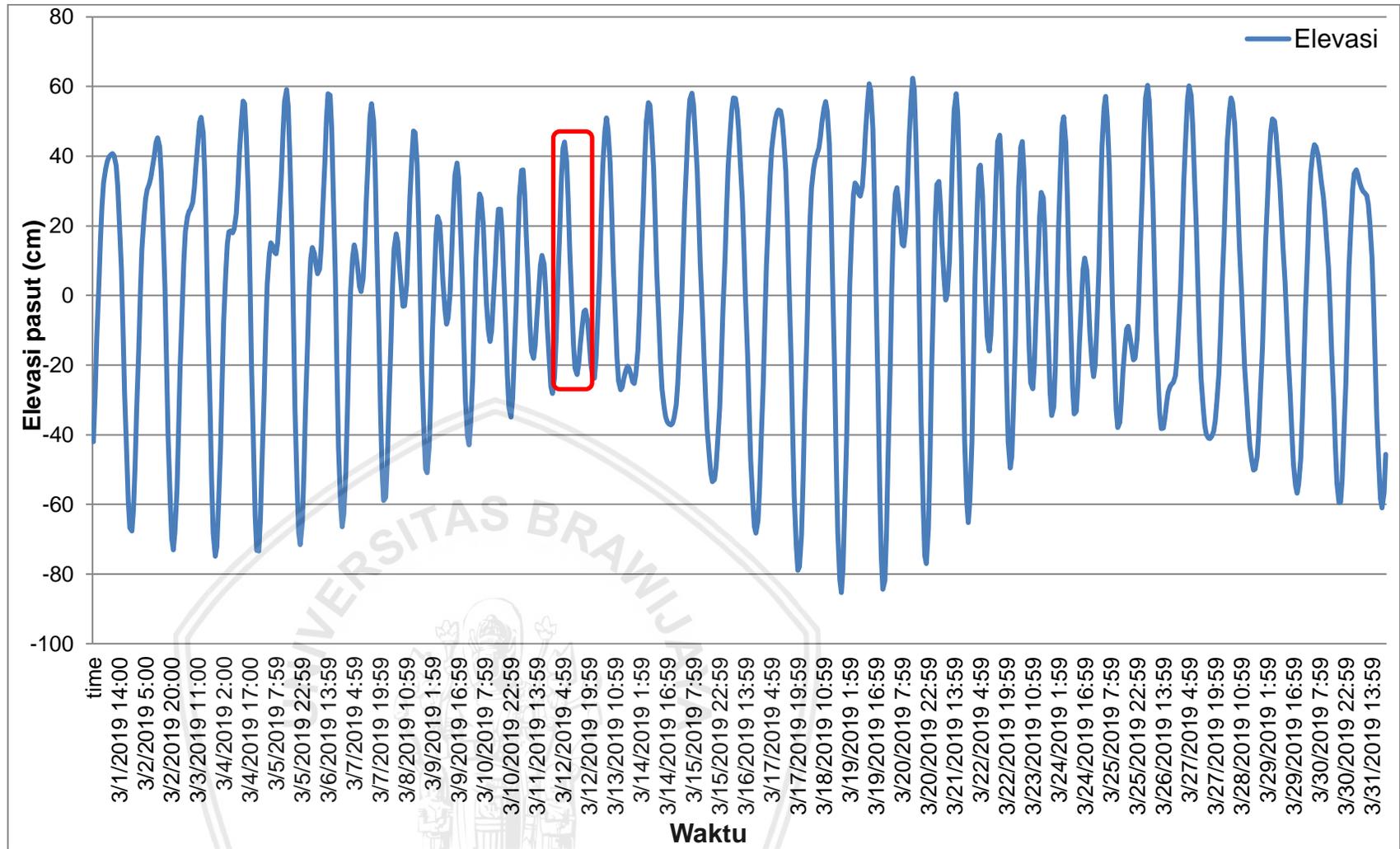
4.4.2 Pasang Surut

Data pasang surut yang digunakan adalah data sekunder yang didapatkan dari NAOtide pada bulan Maret dan diolah menggunakan Excel, dari hasil pengolahan data pasang surut pada bulan Maret 2019 (Gambar 12) mendapatkan bahwa kondisi pasang surut yang terjadi di area penelitian Pantai Camplong adalah pasang surut campuran ganda dengan 2 kali pasang dan 2 kali surut, sedangkan data pasang surut yang terjadi pada tanggal 12 maret waktu pelaksanaan pengambilan data lapangan adalah pasang surut campuran harian ganda 2 pasang 1 surut. Data pasang

surut digunakan dalam penentuan waktu pengambilan data saat berada dilapang, pengambilan data dilapang dimulai dari *tracking* garis pantai pada saat jam 9 pagi dengan kondisi laut surut. Data pasang surut pada bulan maret 2019 dan 12 maret 2019 memiliki jenis pasang surut yang sama campuran sehingga tepat melakukan pengambilan data pada tanggal 12 Maret 2019. Grafik pasang surut pada tanggal 12 Maret dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Pasang surut 12 Maret 2019



Gambar 12. Grafik pasang surut Pantai Campong bulan Maret

4.5 Kemiringan Pantai

Data kemiringan pantai (Tabel 10) menunjukkan pada lokasi penelitian memiliki karakteristik kemiringan yang berbeda setiap stasiun. Data kemiringan pantai digunakan untuk menghitung tinggi gelombang pecah (H_b) dan kedalaman gelombang pecah (d_b).

Tabel 10. Kemiringan pantai

Stasiun	Jarak (m)	Kedalaman (m)	Kemiringan (m)
A	10	0,73	1:14
B	10	0,55	1:18
C	10	0,46	1:22
D	10	0,47	1:21

Pada stasiun A daerah wisata diperoleh nilai kemiringan sebesar 1:14, stasiun B daerah muara sungai diperoleh nilai kemiringan 1:18, stasiun C daerah pemukiman diperoleh nilai kemiringan 1:22, stasiun D daerah dekat dermaga diperoleh nilai kemiringan 1:21. Kemiringan pantai merupakan salah satu komponen data yang digunakan untuk peramalan gelombang pecah.

4.6 Prediksi Perubahan Garis Pantai

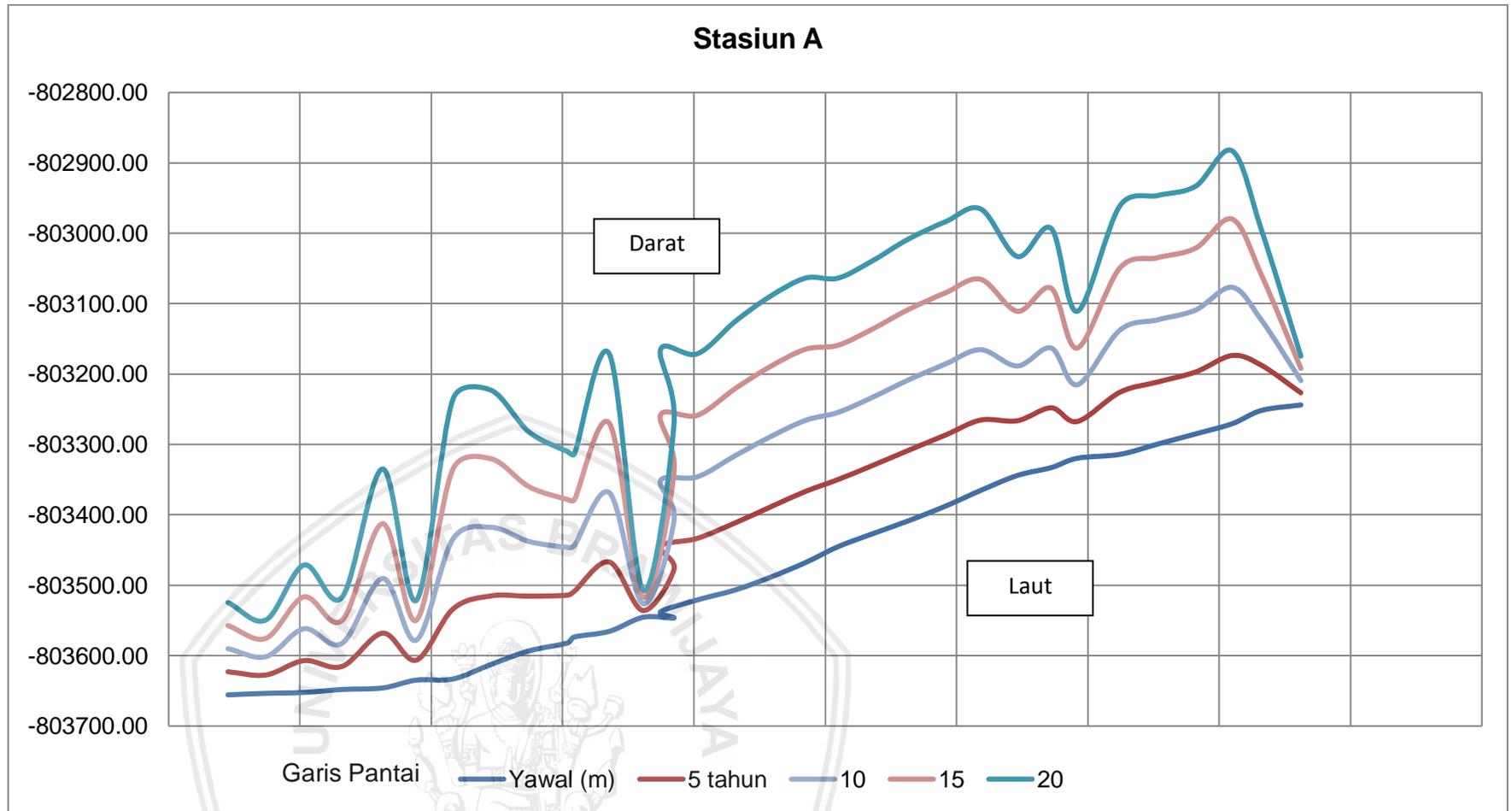
Hasil perhitungan numerik perubahan garis pantai di lokasi penelitian dengan ruang lingkup 4 stasiun mencakup stasiun A area wisata, stasiun B area muara sungai, area C pemukiman dan area D dekat dermaga. Perhitungan yang dilakukan menghasilkan prediksi perubahan garis pantai dalam kurun waktu 5 tahun, 10 tahun, 15 tahun dan 20 tahun. Berdasarkan Gambar 13-17 dari hasil perhitungan numerik didapat hasil perubahan garis Pantai Camplong secara abrasi dengan pengurangan sedimen setiap tahun. Jarak perubahan garis pantai dapat dilihat pada Tabel 11.

Hasil dari prediksi perubahan garis pantai pada stasiun A yang merupakan area wisata mengalami abrasi dengan nilai jarak perubahan garis pantai tertinggi ke

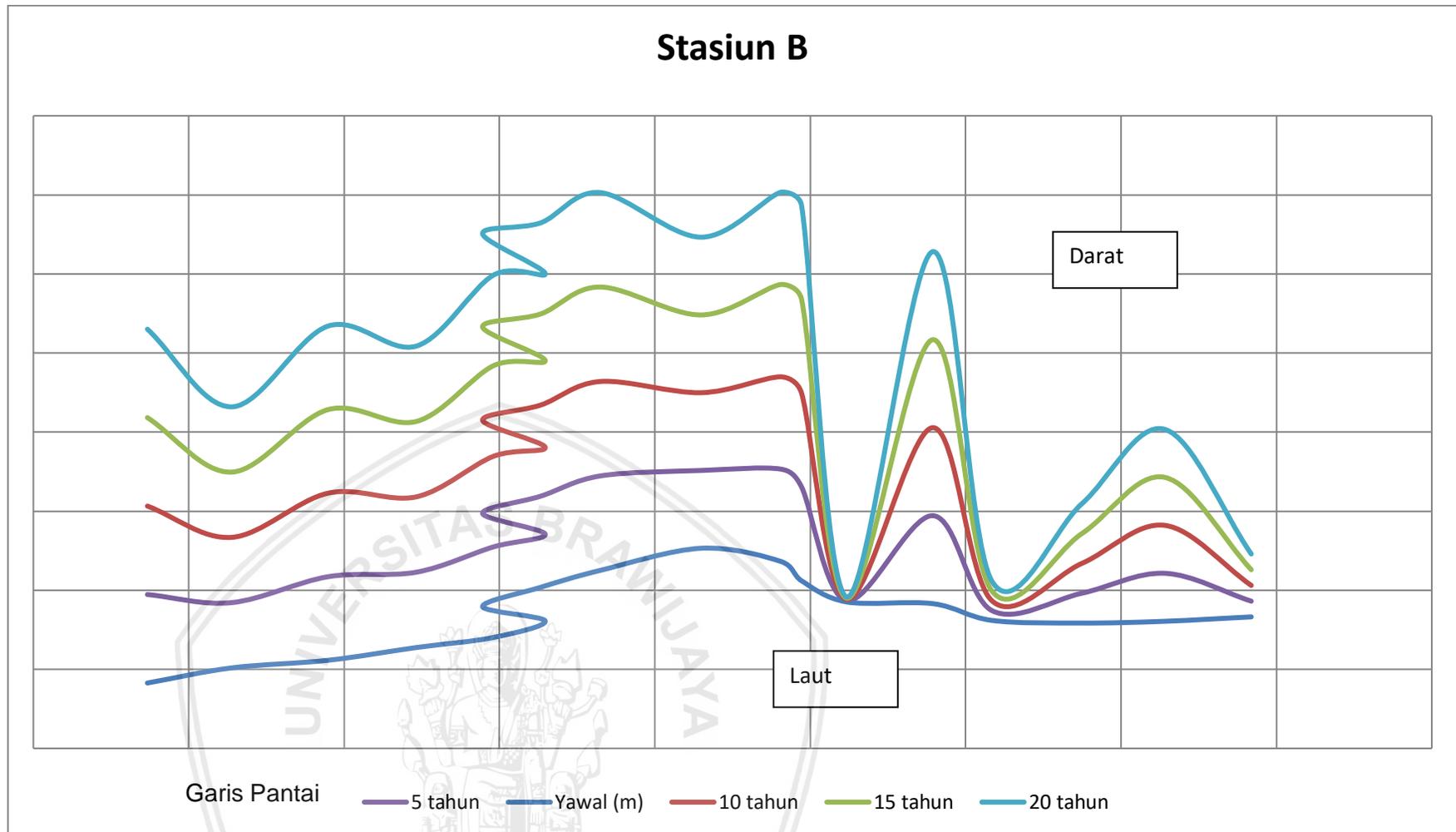
2 hal ini disebabkan karena gelombang yang terjadi di area stasiun A ini termasuk besar dari kelompok stasiun lainnya kecuali stasiun B, stasiun B yang merupakan daerah muara sungai mengalami abrasi juga dengan nilai jarak perubahan garis pantai rata-rata tertinggi dari keseluruhan stasiun, hal ini dikarenakan di stasiun ini memiliki kondisi gelombang yang tinggi, stasiun C yang merupakan daerah pemukiman mengalami abrasi dan juga kontur garis pantai pada area stasiun C ini sangat beragam dikarenakan dalam area ini memiliki bangunan bantai sehingga tidak menyebabkan perubahan jarak garis pantai dari pada stasiun lainnya, dengan kondisi rata-rata jarak perubahan garis pantai terendah, stasiun D yang merupakan daerah dekat dermaga mengalami abrasi hal ini dikarenakan kondisi area yang langsung sampingan dengan bangunan dermaga dan gelombang yang termasuk tinggi. Secara keseluruhan jarak rata-rata perubahan garis pantai dari 4 stasiun pada tahun 5, 10, 15 dan 20 mengalami sedimentasi yang beragam dikarenakan pengaruh kondisi lingkungan area stasiun yang berbeda-beda.

Tabel 11. Jarak perubahan garis pantai

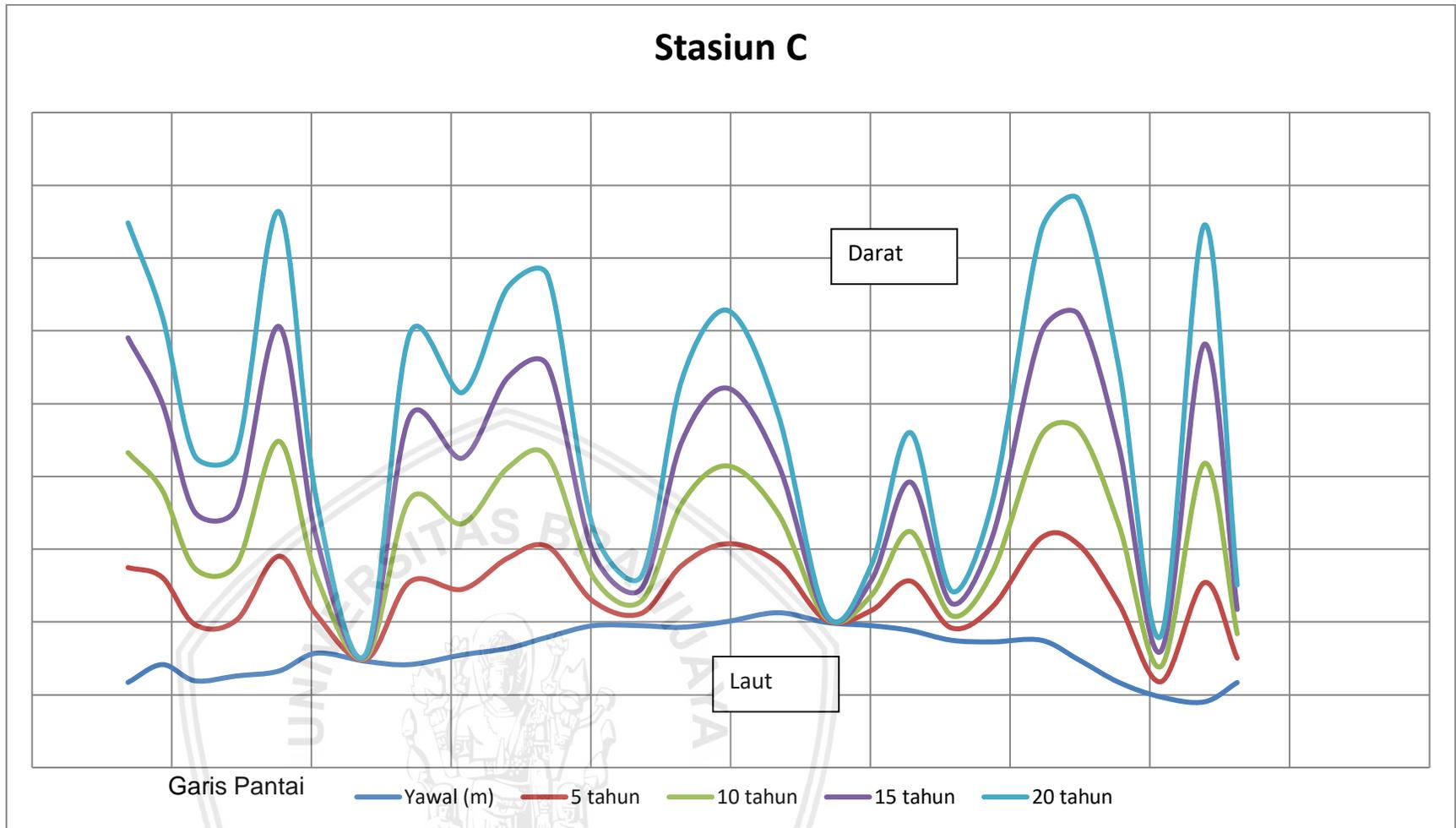
Rata-rata jarak perubahan garis pantai (m)				
Tahun	Stasiun A	Stasiun B	Stasiun C	Stasiun D
5	-74,40	-86,09	-40,56	-45,86
10	-148,81	-172,18	-81,11	-91,73
15	-223,21	-258,26	-121,67	-137,59
20	-297,62	-344,35	-162,23	-183,46
Rata-rata m/tahun	-14,88	-17,22	-8,11	-9,17



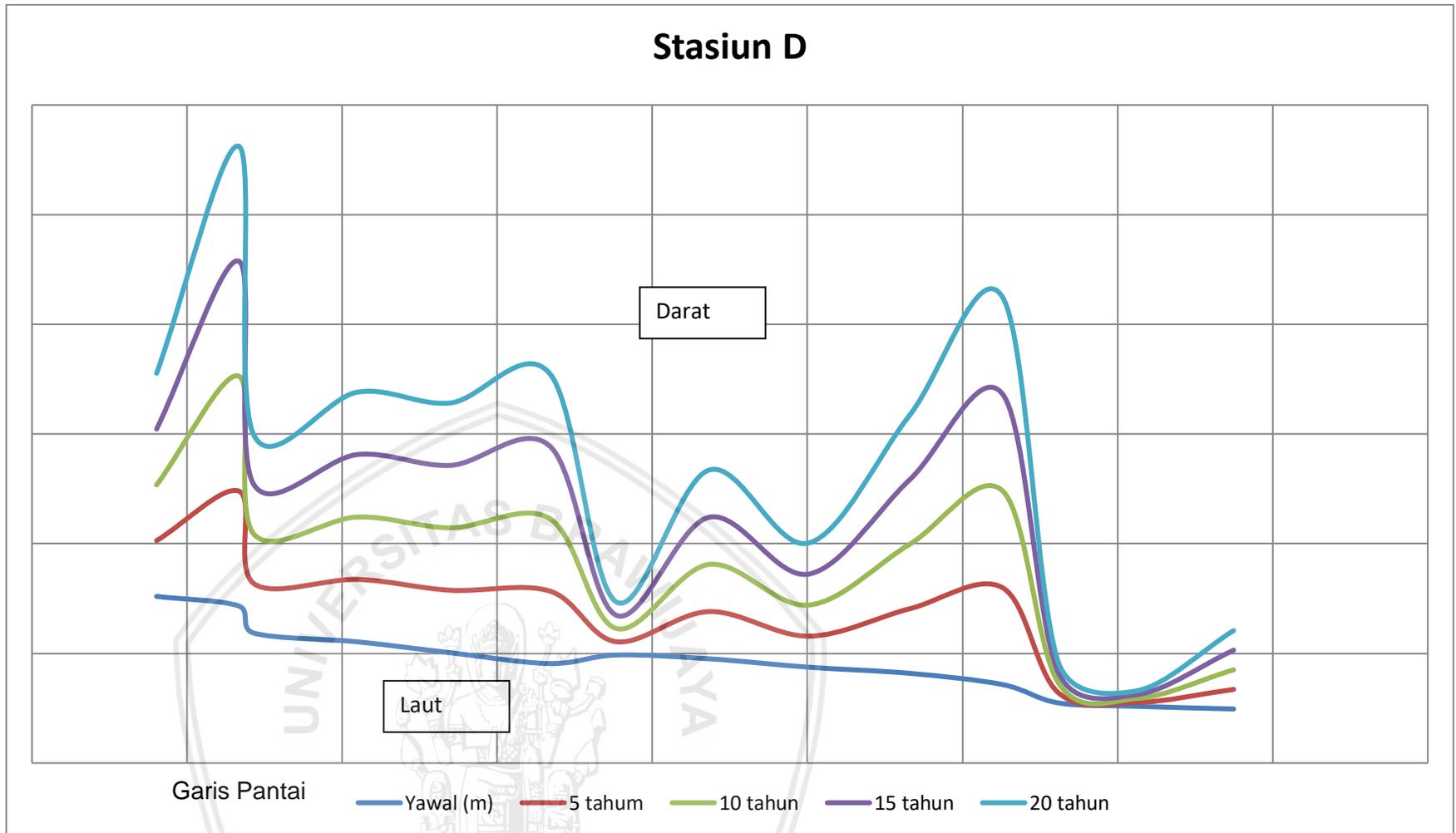
Gambar 13. Prediksi perubahan garis pantai stasiun A



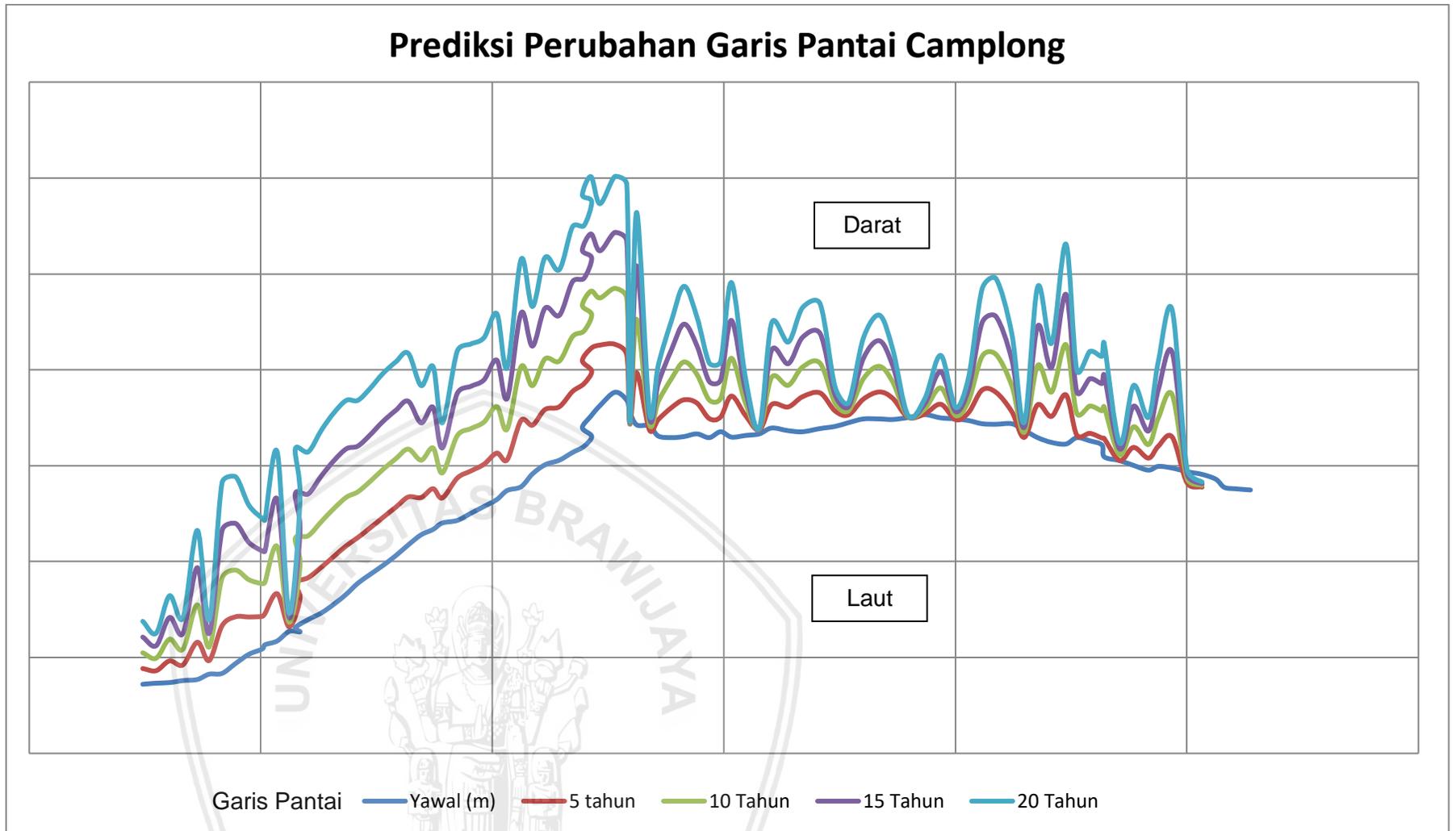
Gambar 14. Prediksi perubahan garis pantai stasiun B



Gambar 15. Prediksi perubahan garis pantai stasiun C



Gambar 16. Prediksi perubahan garis pantai stasiun D



Gambar 17. Grafik perubahan garis Pantai Camplong

Tabel 12. Laju perubahan garis pantai pertahun

Perubahan Garis Pantai		
Stasiun	Hasil analisis peta m/tahun	Prediksi m/tahun
A	2,52	-14,88
B	3,72	-17,22
C	2,56	-8,11
D	2,96	-9,17
Rata-rata	2,94	-12,35

Laju perubahan garis pantai pertahun dari hasil pengolahan melalui citra satelit dalam kurun waktu 2002-2018 dan perhitungan menggunakan rumus manohar (Tabel 12) mengalami perbedaan. Analisa menggunakan citra satelit mendapatkan hasil sedimentasi pada semua stasiun dengan nilai rata-rata 2,94 m/tahun dengan sedimentasi tertinggi 3,72 m/tahun yang berada pada stasiun B di daerah muara sungai dan sedimentasi terrendah 2,52 m/tahun yang berada pada stasiun A di daerah wisata. Hasil laju perubahan garis pantai dari analisis perhitungan menggunakan rumus manohar didapat erosi pada semua stasiun dengan nilai rata-rata -12,35 m/tahun dengan nilai erosi terbesar -17,22 m/tahun yang berada pada stasiun B di daerah muara sungai dan erosi terrendah -8,11 m/tahun yang berada pada stasiun C di daerah pemukiman.

Perbedaan hasil laju perubahan garis pantai dari pengolahan data citra satelit dengan pengolahan perhitungan menggunakan rumus manohar dapat disebabkan karena, waktu dan kondisi peta citra satelit yang didapat tidak sama sehingga diperoleh perbedaan dengan hasil data garis pantai saat pengambilan data pada tanggal 12 Maret 2019, pembangunan yang terjadi pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 7, dan data kurang bagus dikarenakan terjadinya badai saat pertengahan pengambilan data dilapang.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis peta citra satelit pada Pantai Camplong kurun waktu 2002-2018 dengan menggunakan metode digitasi mendapat hasil kondisi perubahan garis pantai secara umum mengalami sedimentasi.
2. Hasil uji ukur butir dan jenis sedimen pada Pantai Camplong menunjukkan bahwa, kondisi sedimen didominasi oleh pasir sangat halus 71,84%, pasir halus 16,23%, pasir sedang 6,93%, pasir kasar 2,87% dan lanau 1,53%.
3. Hasil analisis gelombang didapat nilai rata-rata periode gelombang 3 dt dan kondisi pasang surut termasuk surut campuran ganda.
4. Hasil prediksi perubahan garis pantai secara numerik menggunakan rumus Manohar darap jangka waktu 20 tahun didapat nilai erosi sebesar -17,22 m/tahun pada stasiun B area muara sungai dan erosi terrendah 8,11 m/tahun pada stasiun C area pemukiman.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, peneliti menyarankan melakukan penelitian dengan waktu pengambilan data yang lebih baik dan penelitian lanjut mengenai perubahan garis pantai dengan menggunakan data hidro oseanografi yang lebih lengkap serta menggunakan rumus lainnya sebagai pembanding. Sehingga data yang didapat lebih detail dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfaris, Lulut. 2017. Formulasi Bottom Stress Dan Offshore-Onshore Sedimen Transport Untuk Gelombang Asimeris. Program Studi Nautika. Akademi Kelautan Banyuwangi.
- Angkotasari, A.M., I. W. Nurjaya dan N. M. N. Natih. 2012. Analisis Perubahan Garis Pantai di Pantai Barat Daya Pulau Ternate, Provinsi Maluku Utara. Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan, Vol 391: 11-22.
- Arief, M., Winarso, G., Prayogo, T. 2011. Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit Landsat Di Kabupaten Kendal. Peneliti Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, Lapan. Jurnal Penginderaan Jauh Vol. 8 2011.: 71-80
- Azis, M.F. 2006. Gerak Air Laut. Bidang Dinamika Laut. Pusat Penelitian Oseanografi-Lipi. Jakarta. Oseana. Volume Xxi. Nomor 4. Tahun 2006 : 9 – 21. Issn 0216-1877
- Baharuddin, Pariwono, J.I., Nurjaya, I.W. 2009. Pola Transformasi Gelombang Dengan Menggunakan Model RCPWave Pada Pantai Baubau, Provinsi Sulawesi Tenggara. E-Jurnal Ilmu Teknologi dan Kelautan Tropis. Vol. 1. No. 2. Hal. 60-71.
- Dauhan, S.K, Tawas, H., Tangkudung, H., Mamoto, J.D. 2013. Analisis Karakteristik Gelombang Pecah Terhadap Perubahan Garis Pantai Di Atepe Oki. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado. Vol. 1 No. 12 (784-796) Issn: 2337-6732.
- Etikan, Ilker. 2016. *Comparison Of Converence Sampling And Purposive Sampling*. American Journal Of Theoritcaland Applied Statistik. ISSN: 2326-9006
- Fatmawati. 2016. Analisis Sedimentasi Aliran Sungai Batang Sinamar Bagian Tengah Di Kenagarian Koto Tuo Kecamatan Harau Kabupaten Lima Puluh Kota. Stkip Ahlussunnah Bukittinggi. Issn 2085 – 8167
- Hermanto. 2011. Sebaran Ukuran Butiran Sedimen Gisik Sekitar Groin Pantai Kalasey. Jurnal Perikanan Dan Kelautan Tropis. Vol. Vii-3, Desember 2011
- Hidayati, N. 2017. Dinamika Pantai. Ub Press, Malang.

- Hidayat, N. 2005. Kajian Hidro-Oseanografi Untuk Deteksi Proses-Proses Fisik Di Pantai. Fakultas Teknik Universitas Tadulako. Palu. Jurnal Smartek. Vol. 3, No. 2, Mei 2005 : 73 - 85
- Irawan, L.Y. 2016. Prospek Dan Tantangan Pengembangan Pantai Ditinjau Dari Pendekatan Kelingkungan Di Kabupaten Sampang. Jawa Timur. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Makonio, O., Mananoma, T., Tanudjaja, L., Binilang, A. 2013. Analisis Sedimentasi Di Muara Sungai Saluwangko Di Desa Tounolet Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa. Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi. Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.6, Mei 2013 (452-458) Issn: 2337-6732
- Parauba, P., Jasin, M.I., Mamoto, J.D. 2016. Analisis Karakteristik Gelombang Pecah Di Pantai Niampak Utara. Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.10 Oktober 2016 (595-603) Issn: 2337-6732
- Purnawan, P., Haridhi, H.A., Setiawan, I., Marwantim. 2015. Parameter Statistik Ukuran Butiran Pada Sedimen Berpasir Di Muara Kuala Gigieng, Kabupaten Aceh Besar. Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Putra, B.A. 2014. Studi Karakteristik Biofisik Habitat Peneluran Penyu Hijau Di Pantai Paloh Sambar Kalimantan Barat. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sasongko, S, B, 2010. Metode Numerik Dengan Scilab. ANDI OFFSET. Yogyakarta.
- Tarigan, M.S. 2007. Perubahan Garis Pantai Di Wilayah Pesisir Perairan Cisadane, Provinsi Banten. Bidang Dinamika Laut, Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta 14430, Indonesia. Makara, Sains, Vol. 11, No. 1, April 2007: 49-55.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta.
- Marpaung, S dan Prayogo, T. 2014. Analisis Arus Geostropik Permukaan Laut Berdasarkan Data Satelit Altimetri. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh – Lapan.
- Wirasariya, A. 2005. Kajian Kenaikan Muka Laut Sebagai Landasan Penanggulangan Rob Di Pesisir Kota Semarang. Universitas Diponegoro. Semarang.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi kegiatan penelitian

 <p>Tracking garis pantai</p>	 <p>Pengambilan data gelombang</p>
 <p>Sampel sedimen yang sudah dikeringkan</p>	 <p>Sedimen diayak</p>
 <p>Timbang berat tabung</p>	 <p>Tusuk sedimen dalam tabung</p>

Lampiran 2. Data ayakan sedimen

Titik 1

Aayakan		Tertahan Aayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% lolos ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Mud
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	kerikil	0,00		
10	2	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	pasir sangat kasar		99,60	
20	0,85	2,00	2,00	0,40	99,60	0,40	pasir kasar			
30	0,6	2,00	4,00	0,80	99,20	0,40	pasir sedang			
40	0,425	0,00	4,00	0,80	99,20	0,00				
60	0,25	10,00	14,00	2,81	97,19	2,01				
100	0,15	12,00	26,00	5,22	94,78	2,41	pasir halus			
200	0,075	470,00	496,00	99,60	0,40	94,38	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	2,00	498,00	100,00	0,00	0,40	lanau dan lempung			0,40

Titik 2

Aayakan		Tertahan Aayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% lolos ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Mud
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	kerikil	0,00		
10	2	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	pasir sangat kasar		99,20	
20	0,85	2,00	2,00	0,40	99,60	0,40	pasir kasar			
30	0,6	2,00	4,00	0,80	99,20	0,40	pasir sedang			
40	0,425	0,00	4,00	0,80	99,20	0,00				
60	0,25	12,00	16,00	3,20	96,80	2,40				
100	0,15	16,00	32,00	6,40	93,60	3,20	pasir halus			
200	0,075	464,00	496,00	99,20	0,80	92,80	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	4,00	500,00	100,00	0,00	0,80	lanau dan lempung			0,80

Titik 3

Aayakan		Tertahan Aayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% lolos ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Mud
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	kerikil	0,00		
10	2	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	pasir sangat kasar		98,80	
20	0,85	4,00	4,00	0,80	99,20	0,80	pasir kasar			
30	0,6	2,00	6,00	1,20	98,80	0,40				
40	0,425	0,00	6,00	1,20	98,80	0,00	pasir sedang			
60	0,25	8,00	14,00	2,79	97,21	1,59				
100	0,15	18,00	32,00	6,37	93,63	3,59	pasir halus			
200	0,075	464,00	496,00	98,80	1,20	92,43	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	6,00	502,00	100,00	0,00	1,20	lanau dan lempung			1,20

Titik 4

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% lolos ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Mud
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	kerikil	0,00		
10	2	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	pasir sangat kasar		98,80	
20	0,85	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	pasir kasar			
30	0,6	2,00	2,00	0,40	99,60	0,40	pasir sedang			
40	0,425	0,00	2,00	0,40	99,60	0,00				
60	0,25	8,00	10,00	2,00	98,00	1,60				
100	0,15	10,00	20,00	4,00	96,00	2,00	pasir halus			
200	0,075	474,00	494,00	98,80	1,20	94,80	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	6,00	500,00	100,00	0,00	1,20	lanau dan lempung			1,20

Titik 5

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% lolos ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Mud
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	kerikil	0,00		
10	2	2,00	2,00	0,40	99,60	0,40	pasir sangat kasar		99,20	
20	0,85	6,00	8,00	1,60	98,40	1,20	pasir kasar			
30	0,6	4,00	12,00	2,40	97,60	0,80	pasir sedang			
40	0,425	0,00	12,00	2,40	97,60	0,00				
60	0,25	10,00	22,00	4,40	95,60	2,00				
100	0,15	30,00	52,00	10,40	89,60	6,00	pasir halus			
200	0,075	444,00	496,00	99,20	0,80	88,80	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	4,00	500,00	100,00	0,00	0,80	lanau dan lempung			0,80

Titik 6

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% lolos ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Mud
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	kerikil	0,00		
10	2	4,00	4,00	0,80	99,20	0,80	pasir sangat kasar		99,60	
20	0,85	10,00	14,00	2,80	97,20	2,00	pasir kasar			
30	0,6	6,00	20,00	4,00	96,00	1,20	pasir sedang			
40	0,425	0,00	20,00	4,00	96,00	0,00				
60	0,25	14,00	34,00	6,80	93,20	2,80				
100	0,15	34,00	68,00	13,60	86,40	6,80	pasir halus			
200	0,075	430,00	498,00	99,60	0,40	86,00	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	2,00	500,00	100,00	0,00	0,40	lanau dan lempung			0,40

Titik 7

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% lolos ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Mud
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	kerikil	0,00		
10	2	4,00	4,00	0,80	99,20	0,80	pasir sangat kasar		99,60	
20	0,85	10,00	14,00	2,80	97,20	2,00	pasir kasar			
30	0,6	6,00	20,00	4,00	96,00	1,20	pasir sedang			
40	0,425	0,00	20,00	4,00	96,00	0,00				
60	0,25	18,00	38,00	7,60	92,40	3,60	pasir halus			
100	0,15	42,00	80,00	16,00	84,00	8,40	pasir sangat halus			
200	0,075	418,00	498,00	99,60	0,40	83,60	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	2,00	500,00	100,00	0,00	0,40	lanau dan lempung			0,40

Titik 8

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% lolos ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Mud
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	kerikil	0,00		
10	2	4,00	4,00	0,80	99,20	0,80	pasir sangat kasar		97,99	
20	0,85	10,00	14,00	2,81	97,19	2,01	pasir kasar			
30	0,6	8,00	22,00	4,42	95,58	1,61	pasir sedang			
40	0,425	0,00	22,00	4,42	95,58	0,00				
60	0,25	22,00	44,00	8,84	91,16	4,42	pasir halus			
100	0,15	50,00	94,00	18,88	81,12	10,04	pasir sangat halus			
200	0,075	394,00	488,00	97,99	2,01	79,12	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	10,00	498,00	100,00	0,00	2,01	lanau dan lempung			2,01

Titik 9

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% lolos ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Mud
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	kerikil	0,00		
10	2	2,00	2,00	0,40	99,60	0,40	pasir sangat kasar		97,19	
20	0,85	10,00	12,00	2,41	97,59	2,01	pasir kasar			
30	0,6	10,00	22,00	4,42	95,58	2,01	pasir sedang			
40	0,425	0,00	22,00	4,42	95,58	0,00				
60	0,25	70,00	92,00	18,47	81,53	14,06	pasir halus			
100	0,15	190,00	282,00	56,63	43,37	38,15	pasir sangat halus			
200	0,075	202,00	484,00	97,19	2,81	40,56	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	14,00	498,00	100,00	0,00	2,81	lanau dan lempung			2,81

Titik 10

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% lolos ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Mud
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	kerikil	0,00		
10	2	4,00	4,00	0,80	99,20	0,80	pasir sangat kasar		96,39	
20	0,85	16,00	20,00	4,02	95,98	3,21	pasir kasar			
30	0,6	12,00	32,00	6,43	93,57	2,41	pasir sedang			
40	0,425	0,00	32,00	6,43	93,57	0,00				
60	0,25	98,00	130,00	26,10	73,90	19,68	pasir halus			
100	0,15	164,00	294,00	59,04	40,96	32,93	pasir sangat halus			
200	0,075	186,00	480,00	96,39	3,61	37,35	lanau dan lempung			3,61
Pan	< 0,075	18,00	498,00	100,00	0,00	3,61				

Titik 11

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% lolos ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Mud
4	4,75	4,00	4,00	0,80	99,20	0,80	kerikil	0,80		
10	2	14,00	18,00	3,59	96,41	2,79	pasir sangat kasar		94,82	
20	0,85	32,00	50,00	9,96	90,04	6,37	pasir kasar			
30	0,6	22,00	72,00	14,34	85,66	4,38	pasir sedang			
40	0,425	2,00	74,00	14,74	85,26	0,40				
60	0,25	140,00	214,00	42,63	57,37	27,89	pasir halus			
100	0,15	144,00	358,00	71,31	28,69	28,69	pasir sangat halus			
200	0,075	122,00	480,00	95,62	4,38	24,30	lanau dan lempung			4,38
Pan	< 0,075	22,00	502,00	100,00	0,00	4,38				

Titik 12

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% lolos ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Mud
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	kerikil	0,00		
10	2	10,00	10,00	2,00	98,00	2,00	pasir sangat kasar		96,80	
20	0,85	28,00	38,00	7,60	92,40	5,60	pasir kasar			
30	0,6	24,00	62,00	12,40	87,60	4,80	pasir sedang			
40	0,425	0,00	62,00	12,40	87,60	0,00				
60	0,25	102,00	164,00	32,80	67,20	20,40	pasir halus			
100	0,15	174,00	338,00	67,60	32,40	34,80	pasir sangat halus			
200	0,075	146,00	484,00	96,80	3,20	29,20	lanau dan lempung			3,20
Pan	< 0,075	16,00	500,00	100,00	0,00	3,20				

Titik 13

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% lolos ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Mud
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	kerikil	0,00		
10	2	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	pasir sangat kasar		99,20	
20	0,85	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	pasir kasar			
30	0,6	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00				
40	0,425	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	pasir sedang			
60	0,25	12,00	12,00	2,39	97,61	2,39				
100	0,15	124,00	136,00	27,09	72,91	24,70	pasir halus			
200	0,075	362,00	498,00	99,20	0,80	72,11	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	4,00	502,00	100,00	0,00	0,80	lanau dan lempung			0,80

Titik 14

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% lolos ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Mud
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	kerikil	0,00		
10	2	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	pasir sangat kasar		98,80	
20	0,85	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	pasir kasar			
30	0,6	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00				
40	0,425	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	pasir sedang			
60	0,25	16,00	16,00	3,20	96,80	3,20				
100	0,15	112,00	128,00	25,60	74,40	22,40	pasir halus			
200	0,075	366,00	494,00	98,80	1,20	73,20	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	6,00	500,00	100,00	0,00	1,20	lanau dan lempung			1,20

Titik 15

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% lolos ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Mud
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	kerikil	0,00		
10	2	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	pasir sangat kasar		99,20	
20	0,85	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	pasir kasar			
30	0,6	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00				
40	0,425	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	pasir sedang			
60	0,25	8,00	8,00	1,59	98,41	1,59				
100	0,15	102,00	110,00	21,91	78,09	20,32	pasir halus			
200	0,075	388,00	498,00	99,20	0,80	77,29	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	4,00	502,00	100,00	0,00	0,80	lanau dan lempung			0,80

Titik 16

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% lolos ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Mud
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	kerikil	0,00		
10	2	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	pasir sangat kasar		99,60	
20	0,85	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	pasir kasar			
30	0,6	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00				
40	0,425	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	pasir sedang			
60	0,25	4,00	4,00	0,80	99,20	0,80				
100	0,15	76,00	80,00	16,06	83,94	15,26	pasir halus			
200	0,075	416,00	496,00	99,60	0,40	83,53	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	2,00	498,00	100,00	0,00	0,40	lanau dan lempung			0,40

