

KAJIAN DINAMIKA PANTAI DI DAERAH PANTAI JABON KABUPATEN

SIDOARJO, JAWA TIMUR

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN ILMU
KELAUTAN**

**Oleh :
SUPRIYADI
NIM. 135080600111011**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017**

**KAJIAN DINAMIKA PANTAI DI DAERAH PANTAI JABON KABUPATEN
SIDOARJO, JAWA TIMUR**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN ILMU
KELAUTAN**

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

**Oleh :
SUPRIYADI
NIM. 135080600111011**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017**

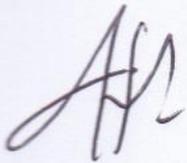
SKRIPSI

KAJIAN DINAMIKA PANTAI DI DAERAH PANTAI JABON KABUPATEN
SIDOARJO, JAWA TIMUR

Oleh :
SUPRIYADI
NIM. 135080600111011

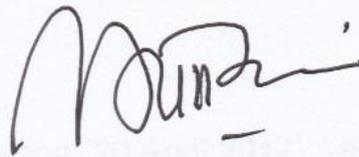
Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 20 April 2017
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I,



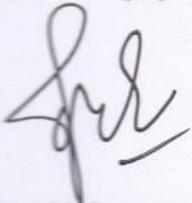
(Feni Iranawati, S.Pi., M.Si., Ph.D)
NIP. 19740812 200312 2 001
Tanggal: 08 MAY 2017

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I,



(Nurin Hidayati, ST., M.Sc)
NIP. 19781102 200502 2 001
Tanggal: 08 MAY 2017

Dosen Penguji II,



(Dhira K Saputra, S.Kel., M.Sc)
NIK. 201201 860115 1 001
Tanggal: 08 MAY 2017

Dosen Pembimbing II



(Andik Isdianto, ST., MT)
NIK. 201309 820928 1 001
Tanggal: 08 MAY 2017



(Dr. Ir. Daduk Setyohadi, M.P)
NIP. 19630608 198703 1 003
Tanggal: 08 MAY 2017

PERNYATAAN ORISINALITAS

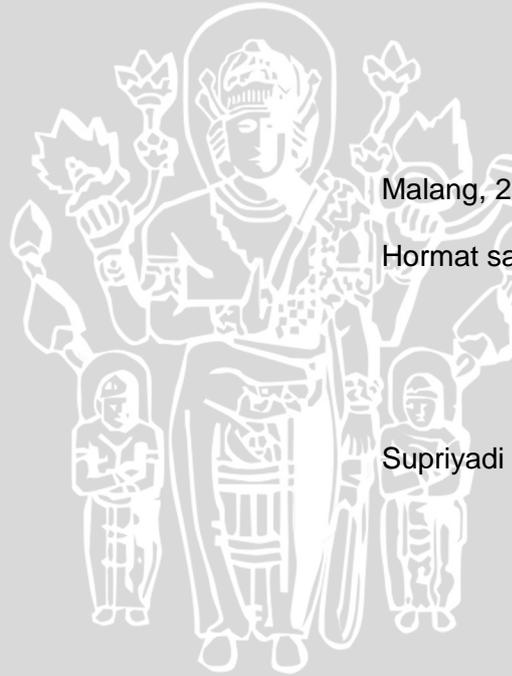
Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar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

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

Malang, 20 April 2017

Hormat saya,

Supriyadi



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah membantu dalam proses dan terselesainya penelitian skripsi ini yaitu:

1. Nurin Hidayati, ST., M.Sc. selaku pembimbing I yang telah membimbing dengan sabar dan telaten.
2. Andik Isdianto, ST.,MT selaku pembimbing II yang telah membimbing dengan sabar dan telaten.
3. Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP. selaku ketua jurusan PSPK
4. Oktiyas Muzaky Luthfi, ST., M.Sc. selaku sekretaris Jurusan PSPK
5. Kedua orang tua saya Suntoro dan Partini serta kakak saya Supali, yang selalu memberikan dukungan moril dan materil.
6. Sugeng selaku navigator perahu yang handal dalam membantu penelitian skripsi ini.
7. M. Izzatul Islam, Ayu Puji, Resti A, Rahmad Saleh, Yulianti W, Faizah Rahmayadi Yusuf, Lestari, Teguh Dwi K, dan Sri Cempaka Prima yang telah membantu dalam penelitian lapangan maupun laboratorium.
8. Kawan Kawan Ilmu Kelautan khususnya ATLANTIK.

Malang, 20 April 2017

Penulis

Supriyadi

RINGKASAN

SUPRIYADI, Kajian Dinamika Pantai di Daerah Pantai Jabon, Kabupaten Sidoarjo (di bawah bimbingan: **Nurin Hidayati, ST., M.Sc** dan **Andik Isdianto, ST.,MT**)

Pantai merupakan suatu wilayah pesisir yang bersifat dinamis, artinya ruang pantai (bentuk dan lokasi) berubah dengan cepat sebagai respon terhadap proses alam dan aktivitas manusia. Perubahan garis pantai yang terjadi disebabkan oleh adanya abrasi dan akresi, penyebab utama abrasi dan akresi adalah aksi gelombang, angin dan pasang surut. Kajian dinamika Pantai Jabon penting untuk diketahui, hal ini dikarenakan dinamika yang cukup tinggi di wilayah pantai tersebut. Salah satu faktor yang berpengaruh secara signifikan adalah semburan lumpur lapindo yang terjadi pada tanggal 29 Mei tahun 2006 sehingga mengakibatkan terjadinya sedimentasi yang cukup tinggi.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November sampai bulan April 2017. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* atau teknik pengambilan data yang didasarkan pada parameter parameter yang diwakili. Pengambilan data primer seperti sedimen dan arus dilakukan pada tanggal 18 desember 2016 sampai 1 januari 2017. Data pasang surut diperoleh dengan prediksi menggunakan TMD dan data gelombang diperoleh dari data BMKG Maritim II Perak, Surabaya.

Data arus menunjukkan kecepatan arus yang berada di Pantai Jabon sebesar 0.1 m/s – 0.2 m/s dengan arahnya menuju ke arah barat sedangkan yang dekat muara sungai menuju ke arah timur. Kondisi gelombang laut dalam yang berada disekitar Pantai Jabon cukup kecil dengan tinggi gelombang tanggal 18 Desember 2016 hanya 0.08 – 0.09 m. Arah gelombang laut dalam menuju ke timur. Sehingga pengaruh nya sangat kecil terhadap kajian dinamika pantai. Pasang surut yang terjadi di wilayah Pantai Jabon adalah tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda. Analisis data sedimen menunjukkan bahwa sebagian besar sedimen berjenis lumpur atau memiliki kandungan *silt* dan *clay* yang lebih banyak. Jenis sedimen lumpur ini membuat kestabilan pantai mudah berubah.

Hasil kajian dinamika menunjukkan bahwa Pantai Jabon mengalami sedimentasi. Hal tersebut didukung oleh data citra Google Earth yang menunjukkan bahwa Pantai Jabon mengalami sedimentasi. Perubahan garis pantai 2011-2016 setiap tahunnya dilihat dari citra google earth adalah ± 1 sampai ± 5 meter. Kondisi sedimentasi juga terjadi ketika data sedimen dan arus di plotting dalam kurva Hjulstrom. Kebanyakan sedimen berada pada kondisi suspensi akan tetapi jika bentuk sedimen lempung maka kondisi suspensi tidak terbentuk melainkan pengendapan secara terus menerus. Sedimentasi yang terjadi ini akan mempengaruhi alur pelayaran nelayan dalam mencari ikan selain itu akan mempengaruhi perencanaan pembangunan di Pantai Jabon, Sidoarjo. Rekomendasi yang disarankan adalah melakukan pengerukan pada wilayah sedimentasi yang berada disekitar alur pelayaran, kemudian membangun *seawall* sehingga sedimentasi dapat terpusat pada wilayah yang diinginkan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan izin dan ridhonya yang telah memberikan berbagai inspirasi dan imajinasi sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi dengan tepat waktu.

Laporan Skripsi ini membahas mengenai Kajian Dinamika perairan Pantai Jabon, Kabupaten Sidoarjo. Laporan ini membahas mengenai perubahan perubahan pantai yang disebabkan oleh arus, gelombang dan parameter parameter lainnya. Informasi dari laporan ini mampu mengetahui perubahan perubahan yang terjadi di Pantai Jabon maka kita mampu melakukan perencanaan pembangunan wilayah pesisir dengan cukup baik.

Penulisan laporan Skripsi ini, tentu ada kesalahan yang terjadi baik kesalahan penulis atau kesalahan sistematika metode penulisan, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat diperlukan dalam rangka penyempurnaan Skripsi ini. Besar harapan penulis semoga laporan skripsi ini mampu digunakan sebagai referensi dalam penelitian di tahun yang akan datang.

Malang, 20 April 2017

Penulis

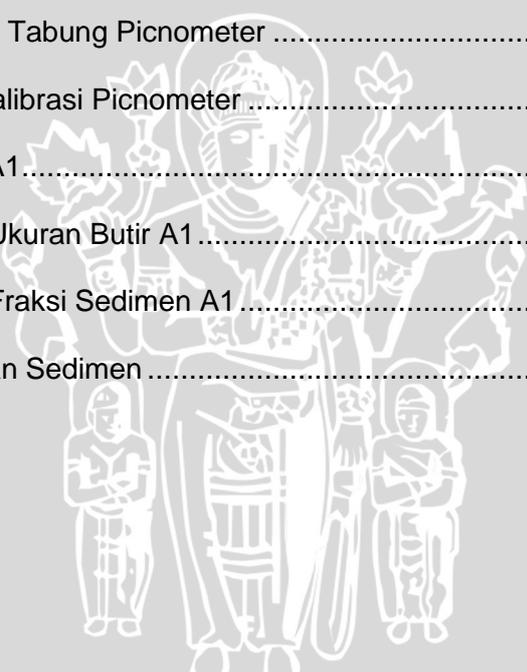
DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat	4
1.5. Waktu dan Tempat Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pengertian Pantai.....	5
2.2. Pembentukan Pantai.....	6
2.3. Perubahan Garis Pantai	7
2.4. Faktor Perubah Bentuk Pantai.....	8
2.5. Tipe Muara Sungai	9
2.6. Arus.....	12
2.7. Gelombang.....	14
2.8. Kemiringan Pantai.....	15
2.9. Pasang Surut	16
2.10. Prediksi Pasang Surut dengan Software TMD (<i>Tidal Model Driver</i>).....	18
2.11. Sedimen Pantai	18
2.11.1. Analisa ukuran butir sedimen	20
2.11.2. Penggunaan Tabel Wentworth, Shepard, dan Hjultstrom	22
2.11.3. Sumber butir sedimen	25
2.12. Dinamika Pantai.....	26
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	28
3.1. Waktu dan Lokasi.....	28
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	30
3.2.1. Alat Lapangan	30
3.2.2. Alat Laboratorium	30

3.2.3. Peralatan Pengolah Data.....	31
3.2.4. Bahan Penelitian	32
3.3. Prosedur Pengumpulan Data	33
3.3.1. Pengambilan Data Garis Pantai.....	33
3.4.2. Pengukuran Arus.....	34
3.4.3. Prediksi Pasang Surut dengan TMD	34
3.4.4. Pengambilan Sampel Sedimen.....	35
3.4.5. Uji Laboratorium	36
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1 Gambaran Umum Pantai Jabon	41
4.2 Kondisi Parameter Hidro-oseanografi.....	43
4.2.1 Arus.....	43
4.2.2 Gelombang.....	45
4.2.3 Pasang Surut.....	46
4.3 Analisis tipe, jenis dan distribusi sedimen.....	48
4.3.1 Analisis Ukuran Butiran Sedimen.....	48
4.3.2 Analisis Volume Sedimen	57
4.4 Perubahan Garis Pantai.....	59
4.5 Dinamika Pantai Jabon Sidoarjo.....	62
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73
LAMPIRAN	77

DAFTAR TABEL

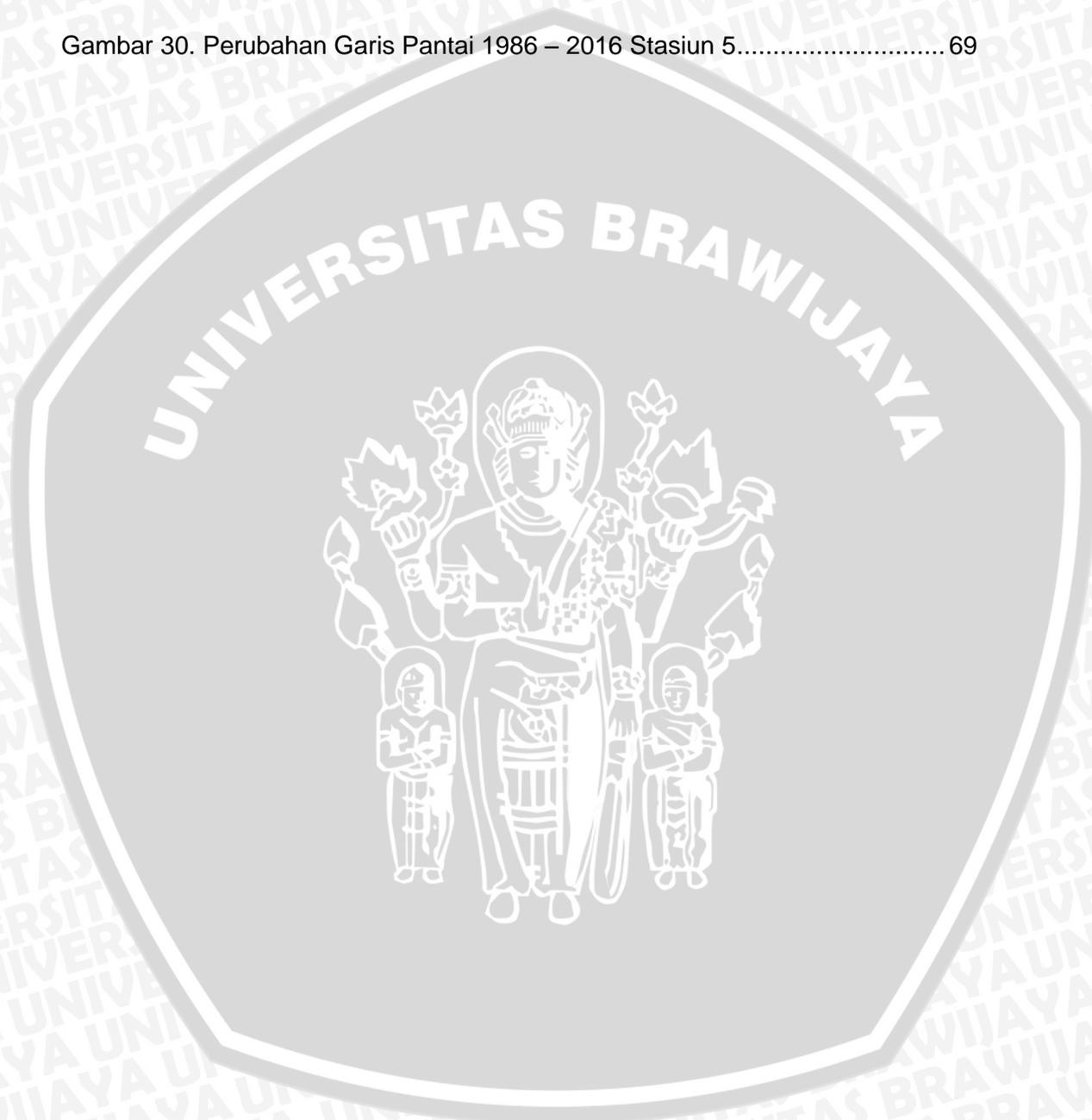
Tabel	Halaman
Tabel 1. Titik koordinat pengambilan data penelitian	29
Tabel 2. Alat lapang.....	30
Tabel 3. Alat laboratorium.....	30
Tabel 4. Peralatan pengolah data	32
Tabel 5. Bahan penelitian lapangan.....	32
Tabel 6. Bahan Penelitian Laboratorium	32
Tabel 7. Penggunaan Lahan Kecamatan Jabon	41
Tabel 8. Rata Rata Data Gelombang Bulanan	45
Tabel 9. Hasil Kalibrasi Tabung Picnometer	48
Tabel 10. Kumpulan Kalibrasi Picnometer	49
Tabel 11. Berat Jenis A1.....	50
Tabel 12. Prosentase Ukuran Butir A1	51
Tabel 13. Prosentase Fraksi Sedimen A1	53
Tabel 54. Data Arus dan Sedimen	63



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Muara yang didominasi gelombang laut	10
Gambar 2. Muara yang didominasi aliran sungai	11
Gambar 3. Muara yang didominasi pasang surut.....	12
Gambar 4. Segitiga Shepard (Sumber : Pratiwi <i>et al.</i> , 2015).....	24
Gambar 5. Grafik Hjulstrom (Sumber : Krisetyana, 2008)	25
Gambar 6. Lokasi Penelitian Skripsi	28
Gambar 7. Peta Administrasi Kecamatan Jabon.....	42
Gambar 8. Distribusi Kecepatan Arus Pantai Jabon	43
Gambar 9. Arus Pantai Jabon.....	44
Gambar 10. Tinggi Gelombang Pantai Jabon	46
Gambar 11. Tinggi Pasang Surut.....	47
Gambar 12. Kalibrasi Picnometer A.....	49
Gambar 13. Distribusi Diameter Sedimen A1.....	52
Gambar 14. Sieve Graph A1.....	52
Gambar 15. Hasil Uji Hidrometer A1	54
Gambar 16. Kurva Hjulstrom Titik A1	55
Gambar 17. PerbandinganProsentase Ukuran Butiran Sedimen	56
Gambar 18. Volume Sedimen dalam 1 Minggu.....	57
Gambar 19. Perubahan Garis Pantai Tahun 1986 – 2001	59
Gambar 20. Perubahan Garis Pantai Tahun 2001 – 2011	60
Gambar 21. Perubahan Garis Pantai Tahun 2011 – 2016	60
Gambar 22. Data Arus dan Ukuran Butir Sedimen.....	63
Gambar 23. Peta Persebaran Sedimen	63
Gambar 24. Kurva Hjulstrom Pantai Jabon.....	65
Gambar 25. Perubahan Garis Pantai 1986 – 2016	66

Gambar 26. Perubahan Garis Pantai 1986 – 2016 Stasiun 1.....	67
Gambar 27. Perubahan Garis Pantai 1986 – 2016 Stasiun 2.....	67
Gambar 28. Perubahan Garis Pantai 1986 – 2016 Stasiun 3.....	68
Gambar 29. Perubahan Garis Pantai 1986 – 2016 Stasiun 4.....	68
Gambar 30. Perubahan Garis Pantai 1986 – 2016 Stasiun 5.....	69



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Kalibrasi Picnometer	77
Lampiran 2. Pengukuran Berat Jenis Tanah Untuk Uji Hidrometer	78
Lampiran 3. Prosentase Ukuran Butir	82
Lampiran 4. Distribusi Ukuran Butiran Sedimen dalam Analisis Hidrometer.....	87
Lampiran 5. Sieve Graph	91
Lampiran 6. Prosentase Fraksi Sedimen	97
Lampiran 7. Hasil Uji Hidrometer	105
Lampiran 8. Plotting Segitiga Shepard	107
Lampiran 9. Plotting Kurva Hjulstrom	110
Lampiran 10. Kumpulan Data Hidrometer	113
Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian.....	114



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pantai merupakan daerah pertemuan antara darat, laut dan udara yang dimana terjadi interaksi yang dinamis antara air, angin dan material sedimen yang ada di bawahnya sehingga perubahan pantai yang cukup tinggi. Hal tersebut akan mengakibatkan kerusakan pada daerah pesisir pantai. Kerusakan pantai dapat diakibatkan oleh gerakan angin, arus, dan gelombang sehingga menyebabkan terjadinya perubahan garis pantai. Perubahan garis pantai umumnya disebabkan tidak saja oleh faktor alam tetapi juga akibat kegiatan manusia antara lain adalah kegiatan pembangunan pelabuhan, pertambangan, pengerukan, perusakan vegetasi pantai, pertambakan, perlindungan pantai, reklamasi pantai, dan kegiatan pariwisata (Tawas *et al.*, 2013)

Daerah pesisir khususnya kawasan pantai dan sekitarnya menyimpan potensi kekayaan alam yang besar dan merupakan daerah yang paling banyak dimanfaatkan. Kawasan pantai sering dimanfaatkan sebagai daerah pemukiman, tempat pariwisata, daerah budidaya, daerah reklamasi dan sarana umum lainnya seperti jalan. Interaksi karena adanya pengaruh dari laut seperti arus, gelombang, maupun parameter hidrooseanografi lainnya maka dapat menyebabkan terjadinya dinamika pantai dalam waktu yang relatif lebih cepat. Perubahan garis pantai pada umumnya ditunjukkan oleh perubahan kedudukannya, tidak saja ditentukan oleh faktor tunggal tetapi oleh sejumlah faktor beserta interaksinya. Secara garis besar proses geomorfologi yang bekerja pada pantai ada yang merusak ataupun ada yang membentuk lahan baru (Opa, 2011).

Berkurangnya sumberdaya alam di daratan memungkinkan manusia untuk berusaha memanfaatkan sumberdaya di wilayah pesisir. Pengeksploitasian sumberdaya pantai menyebabkan terjadinya penurunan ekosistem pesisir menjadi



tak terkontrol. Hal ini mengakibatkan kerusakan ekosistem pantai. Secara alami perubahan lingkungan selalu terjadi dimanapun yang pada awalnya didominasi oleh faktor alam. Namun sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan kemajuan teknologi, perubahan lingkungan menjerus ke degradasi lingkungan yang akan menimbulkan bencana alam (Dahuri *et al.*, 1996)

Beberapa kegiatan yang dilakukan manusia seperti yang disebutkan diatas akan menimbulkan dampak seperti erosi pantai yang merusak kawasan pemukiman dan prasarana kota yang berupa mundurnya garis pantai, sedimentasi sebagai akibat endapan pantai dan menyebabkan majunya garis pantai, pembelokan atau pendangkalan muara sungai yang dapat menyebabkan tersumbatnya aliran sungai sehingga mengakibatkan banjir di daerah hulu, pencemaran lingkungan akibat limbah dari kawasan industri atau pemukiman yang dapat merusak ekologi, penurunan tanah dan intrusi air asin pada akuifer akibat pemompaan air tanah yang berlebihan (Triatmodjo, 1999).

Muara Sungai Porong mengalami pendangkalan yang cukup tinggi. Konsentrasi sedimen yang tersuspensi selama 15 hari terkonsentrasi berkisar antara 3,803 mg/l – 240,448 mg/l dengan orientasi ke arah tenggara. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa pendangkalan terbesar berada di wilayah tenggara dari muara sungai Porong. Arus yang terjadi di sekitar muara sungai porong pada saat bulan purnama mencapai 0,270 m/s dan kecepatan arus pada saat perbani mencapai 0,080 m/s. Orientasinya saat surut menuju pasang dari timur ke barat kemudian ke utara mengikuti bentuk garis pantainya dan saat pasang menuju surut pergerakan arus berorientasi dari utara ke selatan kemudian ke timur mengikuti bentuk garis pantai. Dengan adanya pendangkalan menyebabkan semakin sulitnya kapal kapal kecil untuk memasuki muara sungai selain itu juga menyebabkan Banjir di daerah Porong Kecamatan Jabon dan Surabaya (Atmodjo, 2011).

Dinamika Pantai Jabon Sidoarjo sangatlah tinggi dikarenakan oleh transport sedimen dari semburan lumpur lapindo melalui sungai porong. Kondisi pantai jabon jika dilihat pada citra *Google Earth* tahun 1986, 2001, 2011 dan 2016 pantai jabon mengalami sedimentasi sehingga perlu dikaji mengenai dinamika pantai yang ada disana. Penelitian mengenai dinamika Pantai Jabon sampai saat ini belum ada yang meneliti oleh sebab itu diperlukan penelitian yang mengabungkan data perubahan garis pantai dengan data parameter fisika seperti arus, gelombang, pasang surut dan juga sedimen, dengan mengetahui dinamika yang ada di Pantai Jabon maka kita bisa melakukan perencanaan pengembangan wilayah pesisir jauh lebih baik. Akibat dari pendangkalan atau sedimentasi di muara sungai dapat menyebabkan banjir didaerah hulu atau berubahnya alur pelayaran kapal nelayan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi hidro-oseanografi di Pantai Jabon Kabupaten Sidoarjo ?
2. Bagaimana tipe, jenis, dan distribusi sedimen di Pantai Jabon Kabupaten Sidoarjo ?
3. Bagaimana kondisi perubahan garis pantai dilihat dari citra satelit tahun 1986, 2001, 2011 dan 2016 ?
4. Bagaimana dinamika pantai di Pantai Jabon Sidoarjo ?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kondisi hidro-oseanografi di wilayah Pantai Jabon Kabupaten Sidoarjo.
2. Untuk mengetahui tipe, jenis, dan distribusi sedimen di Pantai Jabon Kabupaten Sidoarjo

3. Untuk mengetahui kondisi perubahan garis pantai dilihat dari citra satelit tahun 1986, 2001, 2011 dan 2016.
4. Untuk mengetahui dinamika pantai di Pantai Jabon Sidoarjo.

1.4. Manfaat

Manfaat penelitian yang saya lakukan adalah untuk mengetahui pola dinamika Pantai Jabon Sidoarjo. Penelitian ini digunakan sebagai analisis dinamika wilayah pesisir sehingga kita mampu melakukan perencanaan dan menanggulangi dampak dari sedimentasi/akresi Pantai Jabon, Sidoarjo. Penelitian ini juga bisa digunakan sebagai referensi dalam penelitian berikutnya. Hal ini dikarenakan dinamika Pantai Jabon yang cukup tinggi akibat transport sedimen dari sungai porong sehingga perlu penelitian dari tahun ke tahun.

1.5. Waktu dan Tempat Penelitian

Secara keseluruhan penelitian dilaksanakan dari bulan November sampai bulan April 2017. Adapun waktu pengambilan data dan studi literatur dinamika pantai di perairan Pantai Jabon Sidoarjo dilaksanakan pada bulan November sampai bulan Desember 2017, sedangkan analisis data laboratorium dilaksanakan pada bulan Desember sampai Februari 2017. Pengolahan data dilakukan pada bulan Februari sampai April 2017. Lokasi Penelitian berada di Pantai Jabon, Desa Tlocor, Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Pantai

Menurut (Triatmodjo, 1999), ada dua istilah tentang kepantaian dalam bahasa Indonesia yang sering rancu pemakaiannya, yaitu pesisir (*coast*) dan pantai (*shore*). Pesisir adalah daerah darat di tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air laut. Sedangkan pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi. Bentuk profil pantai sangat dipengaruhi oleh serangan gelombang, sifat-sifat sedimen seperti rapat massa dan tahanan terhadap erosi, ukuran dan bentuk partikel, kondisi gelombang dan arus serta *bathimetri* pantai.

Garis pantai adalah batas air laut pada waktu pasang tertinggi telah sampai kedarat. Perubahan garis pantai ini banyak dilakukan oleh aktivitas manusia seperti pembukaan lahan, eksploitasi bahan galian di daratan pesisir yang dapat merubah keseimbangan garis pantai melalui suplai muatan sedimen yang berlebihan, Curah hujan yang intensitasnya tinggi juga dapat mempengaruhi peruhan garis pantai. Di sepanjang kawasan pantai terdapat segmen-segmen pantai yang mengalami erosi, disamping ada bagian-bagian yang mengalami akresi/sedimentasi dan segmen yang stabil (Tarigan, 2007).

Pantai dan zona *nearshore* adalah daerah tempat energi laut beraksi ke arah darat. Sistem fisik dari daerah ini utamanya terdiri dari aktifitas laut yang memberikan energi pada sistem, dan pantai yang menyerap energi tersebut. Karena garis pantai adalah pertemuan antara laut, darat, dan juga udara, interaksi fisik yang terjadi mengakibatkan suatu kondisi yang unik, kompleks, dan sangat sulit untuk dipahami sepenuhnya. Pantai diseluruh dunia memiliki profil dan karakteristik yang hampir sama. Secara umum pantai terdiri dari empat bagian yaitu *offshore*, *nearshore*, *beach* dan *coast* (Ajiwibowo and Nita, 2011).

2.2. Pembentukan Pantai

Pantai pada umumnya yang ada di Indonesia terbentuk dari material pasir, sehingga pantai tersebut sangat mudah terpengaruh oleh arus dan gelombang. Pantai berbatu cadas sangat lambat reaksinya terhadap arus dan gelombang, sehingga pada umumnya diteliti oleh ahli geologi bukan dari ahli teknik kelautan. Disisi lain pantai pantai berlumpur sangat lambat reaksinya terhadap pengaruh arus dan gelombang. Analisa akan jauh lebih mudah apabila pantai terdiri dari sedimen pasir, hal ini dikarenakan sedimen jenis pasir mudah dipindahkan dengan cara pengerukan dan juga perubahan perubahan pantai yang terjadi dapat diramalkan dengan teliti dengan menggunakan model matematik (Yahya, 1986).

Gelombang merupakan salah satu parameter yang berperan dalam proses dinamika maupun pembentukan pantai. Gelombang sendiri dapat dibangkitkan oleh beberapa faktor tetapi faktor yang paling sering mempengaruhi gelombang adalah angin. Karakteristik gelombang yang dihasilkan oleh angin ditentukan oleh lama angin bertiup (durasi angin), kecepatan angin dan *fetch* (jarak yang ditempuh angin dari arah pembangkit gelombang atau daerah pembangkitan gelombang). Pemahaman yang memadai terhadap perilaku gelombang, diharapkan dapat diketahui perubahan yang terjadi. Dengan pemahaman gelombang maka kita mampu memahami lebih lanjut tentang stabilitas pantai, pengelolaan kawasan pantai maupun untuk pengendalian lingkungan (Siswanto, 2012).

Perubahan garis pantai yang terjadi disebabkan oleh adanya abrasi dan akresi, penyebab utama abrasi dan akresi adalah aksi gelombang, angin dan pasang surut. Terdapat tiga proses dinamis penting yang mempengaruhi bentuk pantai yakni aksi gelombang, angin dan pasang surut. Proses yang paling penting adalah aksi gelombang. Keadaan gelombang saat bergerak menuju pantai, gelombang mengalami transformasi yang kemudian membangkitkan arus di dekat

pantai. Arus yang bergerak di sepanjang pantai memindahkan sedimen sehingga menyebabkan perubahan garis pantai. Solusi untuk menyelesaikan persoalan perubahan garis pantai maka perlu adanya penelitian dan pengembangan model yang berguna untuk memprediksi pola perubahan garis pantai. Salah satu cara untuk memprediksi perubahan garis pantai yaitu melalui model numerik (Angkotasan *et al.*, 2014).

2.3. Perubahan Garis Pantai

Informasi garis pantai diperlukan mengingat bahwa garis pantai bersifat dinamis. Dinamika garis pantai terdiri dari dua jenis yaitu akresi pantai atau penambahan garis pantai dan erosi pantai atau kemunduran garis pantai. Sifat kedinamisan garis pantai tersebut maka diperlukan pemantauan garis pantai dengan cara membuat peta perubahan garis pantai secara berkala. Penggunaan teknik penginderaan jauh pada dataset citra Landsat dan teknik Sistem Informasi Geografis (SIG) berperan sangat penting sebagai sebuah metode yang murah dan mudah dalam penyediaan data liputan kawasan pesisir dan dinamika didalamnya. Teknik kombinasi ini ideal dalam memetakan distribusi perubahan darat dan air yang diperlukan dalam pengekstraksian perubahan garis pantai. Monitoring perubahan kestabilan garis pantai dan tutupan lahan dapat menjadi informasi yang sangat penting dalam perencanaan program-program di kawasan ini sehingga lebih fokus dan terarah (Kasim *and* Salam, 2015).

Teknik Analisis perubahan garis pantai dilakukan dengan analisa rawan abrasi dan analisa rawan akresi. Analisa rawan abrasi dapat ditinjau dari sifat gelombang laut (dalam hal ini tergantung musim/angin barat dan timur), karakteristik pantai, dan adanya aliran sungai yang masuk ke laut. Ketidakberadaan aliran sungai yang masuk ke laut akan memberikan keleluasaan tenaga gelombang laut untuk menghempas (menghancurkan) pantai. Analisa rawan

akresi dilakukan pada daerah pantai yang terdapat sungai, keberadaan aliran sungai yang mengangkut sedimentasi ke laut yang mendominasi terhadap tenaga gelombang laut. Kondisi seperti ini akan membentuk tanjung (jetti buatan alam), sehingga berpengaruh terhadap proses akresi di pantai tersebut (*Sardiyatmo et al.*, 2013).

Pantai secara terus menerus mengatur profilnya untuk mendapatkan kondisi efisien untuk proses disipasi energi gelombang yang datang dari laut. Pengaturan ini disebut respon pantai alami. Proses keseimbangan dapat terjadi antara pantai dan laut, namun dikala lainnya proses respon dinamis yang menyebabkan perubahan profil pantai tersebut dapat terjadi lagi. Secara umum ada dua jenis respon dinamis pantai terhadap gelombang yaitu respon terhadap kondisi normal dan respon pada saat kondisi badai. Respon kondisi normal ini dapat terjadi setiap waktu dan juga energi gelombang dapat terdisipasi dengan mudah oleh pantai. Kondisi pada saat badai energi yang dihasilkan jauh lebih besar sehingga mengakibatkan pantai mengalami perubahan bentuk yang cukup signifikan. Pada waktu yang lama profil semula mungkin saja terbentuk lagi namun seringkali tidak (*Ajiwibowo and Nita*, 2011).

2.4. Faktor Perubah Bentuk Pantai

Perubahan Garis Pantai dapat dipengaruhi oleh keadaan gelombang laut. Gelombang yang merambat dari laut lepas (*deep water*) menuju pantai mengalami perubahan bentuk yang disebabkan oleh proses transformasi seperti refraksi dan *shoaling* karena pengaruh kedalaman laut. Berkurangnya kedalaman laut menyebabkan semakin berkurangnya panjang dan kecepatan gelombang serta bertambahnya tinggi gelombang. Kondisi pada saat kelancipan gelombang (*steepnes*) mencapai batas maksimum, gelombang akan pecah dengan membentuk sudut tertentu terhadap garis pantai (*Trenggono*, 2009).

Perubahan profil dan *planform* garis pantai (*shoreline*) disebabkan oleh interaksi harian antara gelombang serta pasang surut dengan material pantai, khususnya sedimen. Gelombang dan pasang surut berpengaruh terhadap pergerakan sedimen dan berpotensi menimbulkan arus di daerah pesisir yang menghempaskan endapan sedimen sejajar (*long-shore*) maupun tegak lurus pantai (*cross-shore*). Pergerakan sedimen yang terjadi di daerah pesisir berpengaruh terhadap berbagai jenis perubahan profil dan *planform* garis pantai. Perubahan dapat terjadi secara sementara untuk kemudian kembali ke bentuk semula maupun terjadi secara masif; juga dapat terjadi secara lambat dalam durasi orde tahunan, maupun secara singkat selama badai dalam durasi orde per-jam (Dean and Dalrymple, 2004).

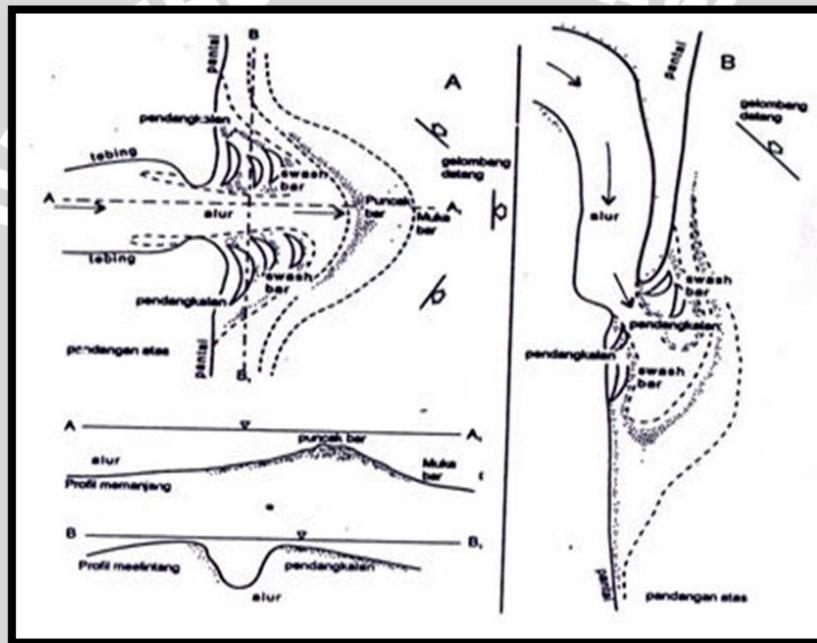
Untuk menangani masalah kerusakan pantai ada beberapa cara antar lain (1). Non Struktur : penanaman pohon bakau (*mangrove*), pengisian pasir (2). Struktur : dengan menggunakan bangunan pelindung pantai: perkuatan disepanjang garis pantai menggunakan tembok laut, pengatur laju sedimen diarea pantai baik sambung maupun lepas pantai, menggunakan bangunan tegak lurus pantai untuk menangkap gerak sedimen sepanjang pantai (*groin*), bangunan pantai yang diletakkan disisi sungai (*jetty*) dan pemecah gelombang (*breakwater*) (Pranoto, 2010).

2.5. Tipe Muara Sungai

Menurut Triatmodjo (1999) morfologi muara sungai dapat dibedakan dalam 3 kelompok besar, yang tergantung pada faktor dominan yang mempengaruhinya. Ketiga faktor tersebut adalah debit sungai, gelombang laut dan pasang surut. Kondisi di muara sungai ketiga faktor tersebut bekerja secara simultan akan tetapi biasanya salah satu mempunyai pengaruh lebih dominan daripada yang lainnya.

1. Tipe Muara yang didominasi Gelombang Laut

Tipe muara ini ditandai dengan angkutan sedimen menyusur pantai setiap tahun cukup besar. Pada tipe ini biasanya muara tertutup oleh lidah pasir dengan pola sedimentasi yang terlihat pada Gambar 1. Gelombang besar pada pantai berpasir dapat menyebabkan/menimbulkan angkutan (transpor) sedimen (pasir), baik dalam arah tegak lurus maupun sejajar/sepanjang pantai. Dari kedua jenis transpor tersebut, transpor sedimen sepanjang pantai adalah yang paling dominan. Kondisi arah gelombang dominan menyudut terhadap pantai, akan terjadi penutupan muara dengan arah penutupan sesuai dengan arah gerakan pasir menyusur pantai.



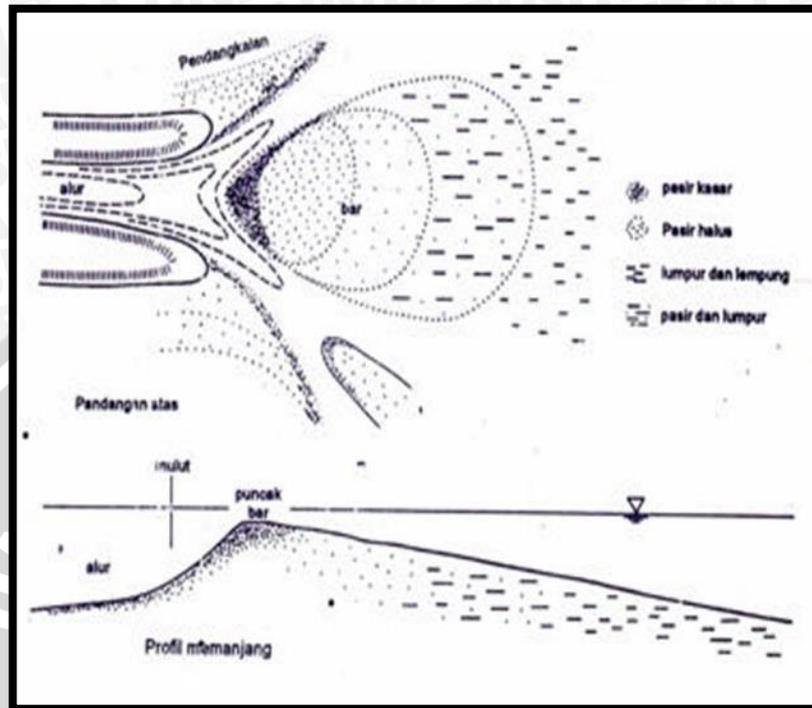
Sumber : Triatmodjo, 1999

Gambar 1. Muara yang didominasi gelombang laut

2. Tipe Muara yang didominasi debit sungai

Muara ini terjadi pada sungai dengan debit sepanjang tahun cukup besar yang bermuara di laut dengan gelombang relatif kecil. Sungai tersebut kemudian membawa angkutan sedimen dari hulu cukup besar seperti terlihat pada Gambar 2. Sedimen yang sampai muara sungai adalah jenis sedimen suspensi dengan diameter partikel sangat kecil dalam satuan mikron. Partikel yang kecil

ini sangat sedikit sekali dipengaruhi oleh gaya berat akan tetapi pengaruh terbesarnya berasal dari gaya permukaan.

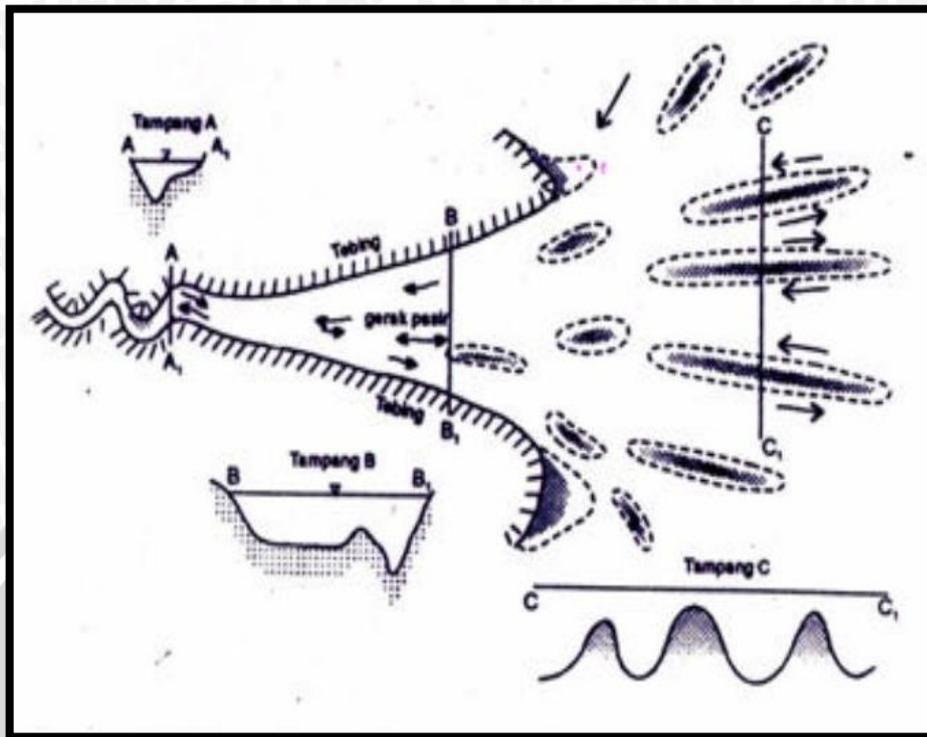


Sumber : Triatmodjo, 1999

Gambar 2. Muara yang didominasi aliran sungai

3. Tipe muara yang didominasi pasang surut

Tipe muara ini ditandai dengan fluktuasi pasang surut yang cukup besar. Gambar 3. menunjukkan muara yang didominasi oleh pasang surut Muara seperti ini terjadi apabila tinggi pasang surut cukup besar, volume air pasang yang masuk ke sungai sangat besar. Air tersebut akan berakumulasi dengan air dari hulu sungai. Pada waktu air surut, volume air yang sangat besar tersebut mengalir keluar dalam periode waktu tertentu yang tergantung pada tipe pasang surut. Dengan demikian, kecepatan arus selama air surut cukup besar, yang cukup potensial untuk membentuk muara sungai.



Sumber : Triatmodjo, 1999

Gambar 3. Muara yang didominasi pasang surut

2.6. Arus

Gelombang yang menjalar menuju pantai membawa massa air dan momentum dalam arah penjalaran gelombang. Transport massa air dan momentum tersebut menimbulkan arus di daerah dekat pantai. Daerah yang dilintasi gelombang tersebut adalah *offshore zone*, *surf zone* dan *swash zone*. Di daerah lepas pantai (*offshore zone*), yaitu daerah yang terbentang dari lokasi gelombang pecah ke arah laut, gelombang menimbulkan gerak orbit partikel air yang menimbulkan transport massa air disertai terangkutnya sedimen dasar dalam arah menuju pantai (*onshore*) dan meninggalkan pantai (*offshore*). *Surf zone*, yaitu daerah antara gelombang pecah dan garis pantai, ditandai dengan gelombang pecah dan penjalaran gelombang setelah pecah ke arah pantai. Gelombang pecah menimbulkan arus dan turbolensi yang sangat besar yang dapat menggerakkan sedimen dasar. Setelah pecah, gelombang melintasi *surf zone* menuju pantai

dengan kecepatan partikel air hanya bergerak dalam arah penjalaran gelombang. Kondisi *swash zone* gelombang yang sampai di garis pantai menyebabkan massa air bergerak ke atas kemudian turun lagi pada permukaan pantai disertai dengan terangkutnya sendimen. Kondisi apabila garis puncak gelombang sejajar dengan garis pantai, maka akan terjadi arus dominan di pantai berupa sirkulasi sel dengan *rip current* yang menuju ke laut (Hidayat, 2005).

Kondisi arus secara tidak langsung dipengaruhi oleh kondisi angin di suatu perairan. arah angin di perairan Laut Jawa saat Musim Barat (MB) datang dari barat–barat laut, saat Musim Peralihan Satu (MP I) datang dari timur laut dan saat Musim Timur (MT) datang dari timur–tenggara. Kekuatan angin dan gelombang pada MB dan MT di perairan Laut Jawa akan menghasilkan lapisan turbulen atau lapisan tercampur (*mixed layer*). Kondisi arus secara umum akan homogen tergantung kepada kondisi batimetri dan morfologi garis pantai. Apabila muka laut mendapatkan tekanan angin (*wind stress*), terbentuklah tinggi gelombang dan selanjutnya arus permukaan terbentuk. Jika tinggi gelombang kuat, maka kecepatan arus berubah membesar dan terbentuklah *longshore current* yang kuat, yang mengakibatkan sedikit demi sedikit pantai tersebut akan terjadi abrasi. Penentu adanya abrasi selain oleh gelombang dan arus, juga ditentukan pula oleh kondisi batimetri yang tidak stabil (Kusuma, 2009).

Arus merupakan gerakan air yang sangat luas yang sering terjadi pada seluruh lautan. Gelombang yang datang menuju pantai dapat menimbulkan arus pantai (*nearshore current*). Arus juga dapat terbentuk akibat oleh angin yang bertiup dalam selang waktu yang sangat lama, dapat juga disebabkan oleh ombak yang membentur pantai secara miring. Arus dapat pula disebabkan oleh gelombang yang terbentuk dari gelombang yang datang menuju garis pantai. Terdapat dua sistem arus yang mendominasi pergerakan air laut yaitu arus meretas pantai (*rip current*) dan arus sejajar pantai atau arus susur pantai

(*longshore current*). Arus dapat juga membawa sedimen yang mengapung (*suspended sediment*) maupun yang terdapat didasar laut, begitu pula dengan arus susur pantai dan arus meretas pantai. Keduanya merupakan arus yang berperan dalam transport sedimen di sepanjang pantai serta pembentukan berbagai sedimen yang terdapat di pantai (Loupatty, 2013).

2.7. Gelombang

Gelombang yang menuju ke perairan lebih dangkal akan berubah bentuk karena disebabkan oleh perbedaan kedalaman ketika menjalar tegak lurus pantai. Pengaruh kedalaman laut mulai terasa pada kedalaman lebih kecil dari setengah kali panjang gelombang. Profil gelombang di laut dalam adalah sinusoidal, semakin menuju ke perairan yang lebih dangkal puncak gelombang semakin tajam dan lembah gelombang semakin datar. Perairan yang dangkal menyebabkan kecepatan dan panjang gelombang berkurang secara berangsur-angsur sementara tinggi gelombang bertambah. Gelombang pecah dipengaruhi oleh kemiringannya, yaitu perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang. Efek perubahan kedalaman laut akan mengakibatkan tinggi gelombang bertambah besar ketika gelombang tersebut memasuki perairan dangkal. Tinggi gelombang akan mencapai suatu ketinggian tertentu dan ia akan menjadi tidak stabil dan kemudian pecah dan mengakibatkan timbulnya energi. Perambatan gelombang menuju perairan dangkal semakin mengurangi kecepatan tapi energinya justru bertambah besar sehingga tinggi gelombang juga menjadi semakin bertambah besar. Kondisi gelombang pecah tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kecuraman gelombang (Tawas *et al.*, 2013).

Gelombang yang terjadi di laut secara dominan dibangkitkan oleh angin dan biasa disebut dengan gelombang angin. Gelombang dapat menimbulkan energi untuk membentuk pantai, menimbulkan arus dan transport sedimen dalam

arah tegak lurus dan sepanjang pantai dan menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pelindung pantai. Energi total suatu panjang gelombang merupakan penjumlahan dari energi kinetik dan energi potensial. Energi kinetik gelombang adalah energi yang disebabkan kecepatan partikel air karena adanya gerak gelombang. Energi potensial gelombang adalah energi yang dihasilkan oleh perpindahan muka air karena adanya gelombang. Besarnya energi kinetik persatuan lebar untuk satu panjang gelombang diperoleh dengan persamaan (Triatmodjo, 1999).

Rata-rata tinggi gelombang pada bulan Januari mengalami kenaikan dibandingkan dengan bulan Desember. Daerah yang berbatasan dengan Samudera Hindia, Samudera Pasifik sebelah barat, Laut Cina Selatan menjalar ke timur sampai Laut Arafuru dan Laut Banda mempunyai rata-rata tinggi gelombang antara 1,5-2,5 meter. Sedangkan di sepanjang Laut Jawa sampai ke Laut Timor memiliki rata-rata tinggi gelombang antara 1,25-2 meter. Daerah yang memiliki tinggi gelombang paling besar meliputi perairan sekitar Selat Karimata dan Maluku bagian utara yaitu antara 22,5 meter (Kurniawan *et al.*, 2011)

2.8. Kemiringan Pantai

Proses dominan yang mempengaruhi konfigurasi garis pantai seperti proses abrasi dan sedimentasi diselidiki dengan melakukan pengukuran kemiringan pantai (*beach slope*) dan pengamatan bentukan morfologi pantai seperti muara sungai, lagun, benting pasir (*Sandy spit*). Kemiringan suatu pantai akan berbanding lurus dengan energi gelombang. Energi gelombang yang besar akan berpengaruh secara signifikan terhadap dinamika pantai dalam suatu perairan. Pemanfaatan dataran pantai diantaranya untuk pantai wisata, pemukiman, perkebunan, kelapa dan sebagainya. Kemiringan pantai yang tajam

dapat menyebabkan proses erosi yang tinggi, sehingga tidak cocok untuk digunakan sebagai pemukiman (Solihuddin, 2011).

Bentuk profil pantai sangat dipengaruhi oleh serangan gelombang, sifat-sifat sedimen seperti rapat massa dan tahanan terhadap erosi, ukuran dan bentuk partikel, kondisi gelombang dan arus, serta bathimetri pantai. Pantai dapat terbentuk dari material dasar yang berupa lumpur, pasir atau kerikil (*Gravel*). Kemiringan dasar pantai tergantung pada bentuk dan ukuran material dasar. Pantai lumpur mempunyai kemiringan sangat kecil sampai mencapai 1:5000. Kemiringan pantai berpasir lebih besar berkisar antara 1:20 – 1:50. Sedangkan kemiringan pantai berkerikil bisa mencapai 1:4 (Triatmodjo, 1999).

Kemiringan lereng pantai dan distribusi sedimen merupakan bagian dari geomorfologi pantai dan menjadi indikator dinamika pantai. Keberadaan kemiringan lereng pantai dan distribusi sedimen sebagai penutup dasar perairan menggambarkan kestabilan garis pantai. Kemiringan pantai berhubungan dengan dominansi dan sebaran sedimen. Perubahan geomorfologi pantai akibat dinamika kemiringan lereng dan distribusi sedimen menyebabkan terjadinya abrasi maupun akresi pada pantai. Perubahan bentuk pantai merupakan respons dinamis alami pantai terhadap laut. Apabila proses tersebut berlangsung terus-menerus tanpa ada faktor penghambat, maka akan terbentuk suatu kesetimbangan pantai. Skala waktu dan ruang luas daratan, besaran energi eksternal dan daya tahan material penyusun pantai akan menentukan apakah pantai tersebut akan stabil ataukah mengalami perubahan (Kalay *et al.*, 2014).

2.9. Pasang Surut

Pasang surut juga mempengaruhi sebaran sedimen. Kondisi pasang menyebabkan distribusi air akan terjadi dari laut menuju sungai sehingga distribusi sedimen tersuspensi juga mengalir dari laut menuju sungai, sedangkan jika

kondisi surut maka akan terjadi aliran air dari sungai ke laut, sehingga material-material dan sedimen tersuspensi juga akan mengalir dari sungai menuju laut. Arus pasang surut mempengaruhi persebaran sedimen, jika arus kuat maka sedimen tersuspensi akan bergerak mengikuti arus, namun jika arus lemah maka sedimen tersuspensi cenderung diendapkan (Pahlevi *and* Wiweka, 2010).

Pasang surut laut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Pasang surut dan arus yang dibangkitkan pasang surut sangat dominan dalam proses sirkulasi massa air di perairan pesisir. Pengetahuan mengenai pasang surut dan pola sirkulasi arus pasang surut di perairan pesisir dapat memberikan indikasi tentang pergerakan massa air serta kaitannya sebagai faktor yang dapat mempengaruhi distribusi suatu material di dalam kolom perairan (Arifin *et al.*, 2012).

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut yang disebabkan oleh benda-benda langit seperti Matahari dan Bulan yang mempengaruhi massa air yang berada di permukaan bumi. Massa bulan meskipun jauh lebih kecil dari massa matahari, tetapi karena jaraknya terhadap bumi jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar daripada pengaruh gaya tarik matahari. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari. Perubahan kondisi pasang surut ini disebabkan oleh adanya perubahan gerak relatif dari materi suatu planet, bintang dan benda-benda angkasa lainnya. Proses pasang surut dapat dilihat di daerah pantai sehingga dapat berguna bagi kegiatan manusia yang hidup di perairan pantai seperti kegiatan pelayaran maupun budidaya (Sasongko *et al.*, 2014).

2.10. Prediksi Pasang Surut dengan Software TMD (*Tidal Model Driver*)

Tidal Model Driver (TMD) adalah perangkat lunak / software yang dapat digunakan untuk melakukan peramalan (prediksi) ketinggian pasut di permukaan bumi dengan platform Matlab, Software ini dikembangkan pada tahun 2003 di Universitas Oregon State - Amerika Serikat. Secara global, Software tersebut menggunakan konstanta-konstanta pasut yang telah di generate secara global dari berbagai sumber. Hasil analisis TMD akan menentukan konstanta pasang surut, prediksi pasang surut, plot amplitude, plot phase, dan plot batimetri. TMD menggunakan konstanta pasut M2, S2, K1, O1, N2, P1, K2, Q1 dalam menghitung prediksi ketinggian pasang surut di suatu titik (Ramdhan, 2011).

Menurut Rampengan (2013) setelah memperoleh nilai M2, S2, K1, dan O1 selanjutnya dihitung bilangan Formzahl dengan formula $F = (K1+O1)/(M2+S2)$ dimana F = Bilangan Formzahl, K1, O1= konstanta pasang surut harian tunggal utama, M2, S2 = konstanta pasang surut harian ganda utama. Besarnya nilai F kemudian di klasifikasi menurut pembagian sebagai berikut :

- Pasang surut harian ganda, jika $F = \frac{1}{4}$
- Pasang surut campuran condong harian ganda, jika $\frac{1}{4} < F < 1\frac{1}{2}$
- Pasang surut campuran condong harian tunggal, jika $1\frac{1}{2} < F < 3$
- Pasang surut harian tunggal, jika $F > 3$.

2.11. Sedimen Pantai

Pengambilan sampel sedimen di lapangan dilakukan secara *coring* dengan menggunakan *tube core sampler* diameter 3,5 inchi dengan kedalaman sampel 15 cm. Sampel sedimen yang telah diperoleh dikeringkan selama enam hari. Selanjutnya dari setiap sampel diambil 200 gram untuk dianalisis menggunakan metode ayak basah pada saringan bertingkat (*sieve analyses*) berukuran 4,75 mm, 1,70 mm, 850 μ m, 250 μ m, 150 μ m dan ditampung menggunakan media

penampung. Setelah diayak, sampel sedimen yang tertinggal pada setiap ukuran saringan dikeringkan kembali untuk ditimbang masing-masing beratnya sehingga diperoleh distribusi berat sedimen berdasarkan rentang ukuran kerapatan jaring saringan atau sedimen yang tertahan pada ayakan (Purnawan *et al.*, 2012).

Sedimen pantai bisa berasal dari erosi garis pantai itu sendiri, dari daratan yang dibawa oleh sungai, dan dari laut dalam yang terbawa arus ke daerah pantai. Sifat-sifat sedimen adalah sangat penting didalam mempelajari erosi dan sedimentasi. Sifat-sifat tersebut adalah ukuran partikel dan distribusi butir sedimen, rapat massa, bentuk, kecepatan endap, tahanan terhadap erosi, dan sebagainya. Transport sedimen pantai adalah gerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus yang dibangkitkannya. Transport sedimen yang dipelajari adalah yang terjadi di daerah antara gelombang pecah dan garis pantai. Transport sedimen pantai dapat diklasifikasikan menjadi transpor sepanjang pantai (*longshore transport*). Transpor menuju dan meninggalkan pantai mempunyai arah rata-rata tegak lurus garis pantai, sedangkan transpor sepanjang pantai mempunyai arah rata-rata sejajar pantai (Triatmodjo, 1999).

Sedimen terdistribusi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti gelombang, pasang surut, angin lokal, dan badai *episodic* yang masing masing memiliki karakteristik spasial dan temporal masing masing. Faktor oseanografi yang berperan dalam distribusi sedimen disuatu perairan adalah arus, khususnya pada sedimen tersuspensi. Daerah yang memiliki turbelensi tinggi fraksi yang memiliki kenampakan makroskopis seperti kerikil dan pasir akan lebih cepat mengendap dibandingkan dibandingkan fraksi yang berukuran mikroskopis seperti lumpur. Mekanisme distribusi pasir ini sangat tergantung dari dua faktor yang saling bergantung yaitu pernyortiran hidrolis (*hydrolic sorting*) dan pengendapan sedimen (Nugroho *and* Basit, 2014).

Ukuran butir akan dibaca dalam bentuk phi (ϕ). Nilai ϕ tersebut didapatkan dari rumus $-\log_2 d$, dimana d adalah diameter butiran (Pethick, 1997 dalam (Bayhaqi and Dungga, 2015)), dan dibaca pada persentase kumulatif 5%, 16%, 50%, 84%, dan 95%. Nilai ϕ digunakan ke dalam formula untuk mendapatkan peubah distribusi granulometri sedimen. Parameter peubah tersebut ialah Rataan Empirik (*mean*), *Sortasi*, dan Kemencengan (*skewness*). Adapun rumus peubah mengikuti formula dari Folk & Ward (1957) ialah sebagai berikut :

1. $Mean (Mz) = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$
2. $Sortasi (\phi) = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6}$
3. $Skewness (Sk) = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - (2\phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - (2\phi_{50})}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$
4. $Kurtosis = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})}$

2.11.1. Analisa ukuran butir sedimen

Menurut (Nugroho and Basit, 2014) ukuran butiran sedimen dapat dianalisa menggunakan metode granulometri . Klasifikasi ukuran butir dilakukan berdasarkan klasifikasi Wentworth (1992). Penentuan Jenis sedimen dapat diklasifikasikan menggunakan diagram segitiga *Shepard* tahun 1954. Proses untuk menganalisa sebaran, mekanisme pengangkutan dan pengendapan sedimen menggunakan pendekatan statistik dari masing masing kelompok sedimen. Parameter statistik yang biasanya digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Rataan Empirik atau Nilai Rata – rata.

Nilai dari rataan empirik ini biasanya digunakan untuk menentukan ukuran pemusatan sedimen.

b. Koefesien Pemilahan (*Sortasi*)

Nilai *Sortasi* yang terdapat pada Tabel 1. ini pada umumnya digunakan untuk menunjukkan batas ukuran butir atau keanekaragaman ukuran butir, tipe dan karakteristik serta lamanya waktu sedimentasi dari suatu populasi sedimen.

Tabel 1. Klasifikasi *Sortasi*

<i>Sorting (σ_α)</i>	
<0.35	<i>Very well sorted</i>
0.30 – 0.50	<i>Well Sorted</i>
0.50 – 0.71	<i>Moderately well sorted</i>
0.71 – 1.00	<i>Moderately sorted</i>
1.00 – 2.00	<i>Poorly sorted</i>
2.00 – 4.00	<i>Very poorly sorted</i>
> 4.00	<i>Extremely poorly sorted</i>

(Sumber :(Folk and Ward, 1957)

c. Kemencengan (*Skewness*)

Nilai *Skewness* pada Tabel 2. menunjukkan pencilan atau penyimpangan ukuran butiran sedimen yang telah diteliti. Dalam kondisi kemencengan kurva normal tidak terbentuk secara simetris.

Tabel 2. Klasifikasi *Skewness*

<i>Skewness (SK_α)</i>	
+0.3 sampai +0.1	<i>Very fine skewed</i>
+0.1 sampai +0.3	<i>Fine Skewed</i>
+0.1 sampai -0.1	<i>Symmetrical</i>
-0.1 sampai -0.3	<i>Coarse skewed</i>
-0.3 sampai -0.1	<i>Very coarse skewed</i>

(Sumber :(Folk and Ward, 1957)

d. Peruncingan (*Kurtosis*)

Nilai Kurtosis pada Tabel 3. untuk menunjukkan keruncingan atau kedataran distribusi dalam perbandingan distribusi normal.

Tabel 3. Analisis Kurtosis

Kurtosis (Kc)	
<0.67	<i>Very platykurtik</i>
0.67 – 0.90	<i>Platykurtik</i>
0.90 – 1.11	<i>Mesokurtik</i>
1.11 – 1.50	<i>Leptokurtik</i>
1.50 – 3.00	<i>Very leptokurtik</i>
> 3.00	<i>Extremely leptokurtik</i>

(Sumber :(Folk and Ward, 1957)

2.11.2. Penggunaan Tabel Wentworth, Shepard, dan Hjulstrom

Pengambilan sampel sedimen pada umumnya menggunakan *grab sampler*. Sampel dianalisis dengan metode ASTM (*American Society for Testing and Materials*) yaitu ayakan kering dengan menggunakan sieve net. Jenis butiran sedimen dapat diketahui dengan melakukan ayakan kering terlebih dahulu. Penamaan jenis sedimen diidentifikasi dengan ukuran butiran sedimen berdasarkan skala Wentworth pada Tabel 4. Data kemiringan dasar laut juga dapat ditentukan dengan menggunakan metode jarring jarring Wentworth (Hasriyanti, 2013).

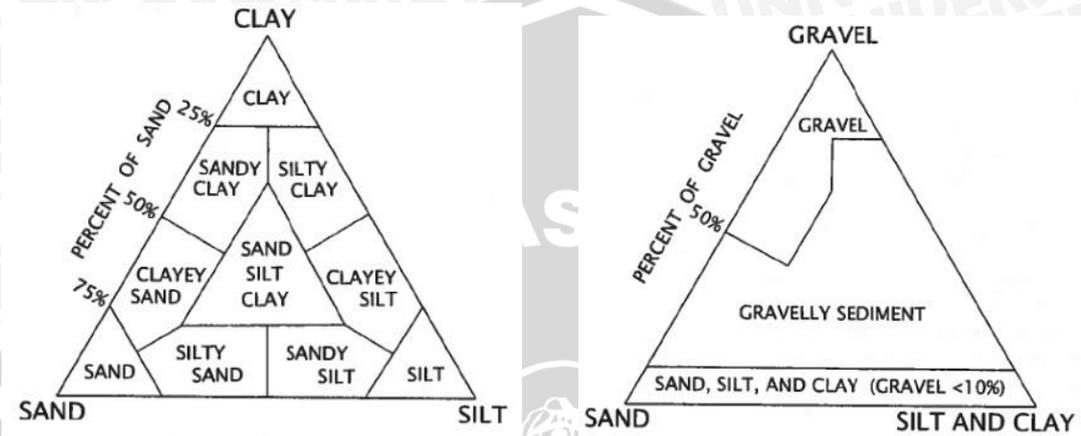
Tabel 4. Skala Ukuran Butir Udden-Wentworth dan nilai Φ (phi)

	US Standard sieve mesh	Millimeters	Phi (ϕ) units	Wentworth size class
GRAVEL		4096	- 12	Boulder
		1024	- 10	
		256	- 8	Cobble
		64	- 6	
		16	- 4	Pebble
	5	4	- 2	
	6	3.36	- 1.75	Granule
	7	2.83	- 1.5	
	8	2.38	- 1.25	
	10	2.00	- 1.0	
SAND	12	1.68	- 0.75	Very coarse sand
	14	1.41	- 0.5	
	16	1.19	- 0.25	
	18	1.00	0.0	
	20	0.84	0.25	Coarse sand
	25	0.71	0.5	
	30	0.59	0.75	
	35	0.50	1.0	
	40	0.42	1.25	Medium sand
	45	0.35	1.5	
	50	0.30	1.75	
	60	0.25	2.0	
	70	0.210	2.25	Fine sand
	80	0.177	2.5	
	100	0.149	2.75	
	120	0.125	3.0	
	140	0.105	3.25	Very fine sand
	170	0.088	3.5	
	200	0.074	3.75	
	230	0.0625	4.0	
MUD SILT	270	0.053	4.25	Coarse silt
	325	0.044	4.5	
		0.037	4.75	Medium silt
		0.031	5.0	
		0.0156	6.0	
		0.0078	7.0	
MUD CLAY		0.0039	8.0	Very fine silt
		0.0020	9.0	Clay
		0.00098	10.0	
		0.00049	11.0	
		0.00024	12.0	
		0.00012	13.0	
	0.00006	14.0		

(Sumber : (Leeder, 1992))

Sedimen merupakan suatu proses akumulasi mineral yang diakibatkan oleh adanya pengendapan dari material maupun partikel lain yang terbentuk melalui proses kimia yang terjadi di laut. Muatan sedimen yang masuk kedalam lingkungan perairan melalui media air dan kemudian diendapkan (sedimentasi) sehingga dengan proses yang terjadi secara terus-menerus pada material tersebut akan terjadi pendangkalan. Sedimen yang diambil dilapangan dikeringkan dengan oven kemudian di ayak menggunakan *sieve shaker*, kemudian dilakukan penghitungan untuk memperoleh prosentase setiap fraksi. Hasil prosentase setiap fraksi tersebut digunakan untuk penamaan jenis sedimen yang berada di suatu

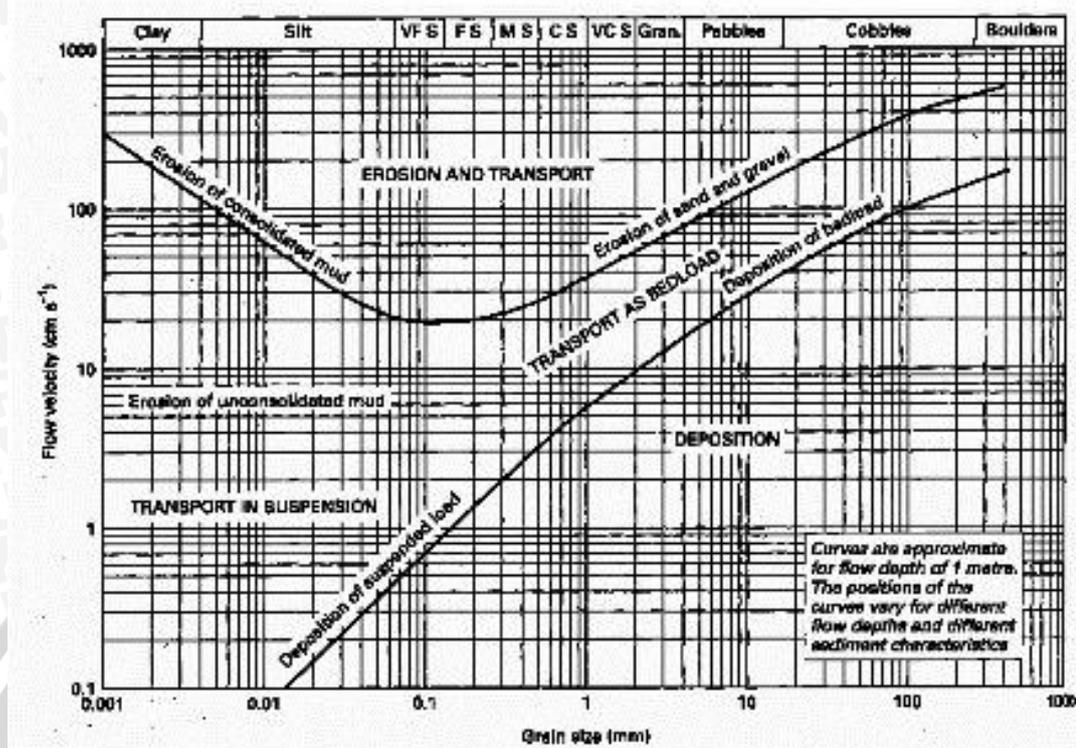
pantai dengan menggunakan segitiga shepard pada Gambar 4. yang terdiri dari dua jenis, yang pertama untuk *silt*, *clay*, dan *Sand* sedangkan yang kedua untuk *Sand*, *Gravel*, dan *silt/clay* (Pratiwi *et al.*, 2015).



Gambar 4. Segitiga Shepard (Sumber : Pratiwi *et al.*, 2015)

Diagram Hjulstrom pada Gambar 5. menunjukkan dua kurva pembagian. Kurva bagian atas *erosion and transport* mewakili kecepatan erosi (Entrainment) dalam satuan “ cm / s ” sebagai fungsi dari ukuran partikel didalam “ mm ”, sedangkan kurva bagian bawah *deposition* menunjukkan kecepatan pengendapan sebagai fungsi dari ukuran partikel. Sedangkan diantara kurva erosi dan kurva sedimentasi terdapat kurva berwarna abu-abu merupakan zona transisi dimana partikel tidak mengalami erosi maupun sedimentasi melainkan tetap tertransportasi didalam suatu media.

Menurut Krisetyana (2008) pada Grafik Hjulstrom, kecepatan air adalah sebagai ordinat dan gradasi sedimen sebagai absis. Maka apabila diketahui kecepatan air tertentu, akan didapat gradasi sedimen tertentu dan pengaruh kecepatan terhadap sedimen sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik Hjulstrom (Sumber : Krisetyana, 2008)

- Pada area sedimentation, maka air dengan kecepatan tersebut tidak bisa membawa material sedimen dan akan mengendap.
- Pada area transportation, maka air dengan kecepatan tersebut sedikit berpengaruh terhadap material sedimen yaitu diantara mengendap dan terbawa air.
- Pada area erosion, dengan kecepatan air tersebut material sedimen bisa tererosi dan terbawa air.

2.11.3. Sumber butir sedimen

Sungai adalah saluran dipermukaan bumi yang menyalurkan air hujan menuju ke daerah dataran rendah seperti danau atau laut. Didalam aliran terangkut sedimen yang berasal dari proses erosi yang terbawa oleh aliran air dan menyebabkan pendangkalan akibat adanya sedimentasi dimana aliran itu akan bermuara baik di danau maupun di laut. Sedimen yang berbutir halus pada

umumnya jarang sekali berada didasar perairan dikarenakan selalu terdorong ke atas oleh turbelensi air. Mineral lempung dan produk nonorganik hampir tidak ditemukan pada sedimen di permukaan air. Sedimen jenis ini seringkali terkonsentrasi di dasar perairan. Sedimen yang berada di perairan dangkal sangat dipengaruhi oleh kondisi hidrooseanografi suatu perairan (Sembiring *et al.*, 2014).

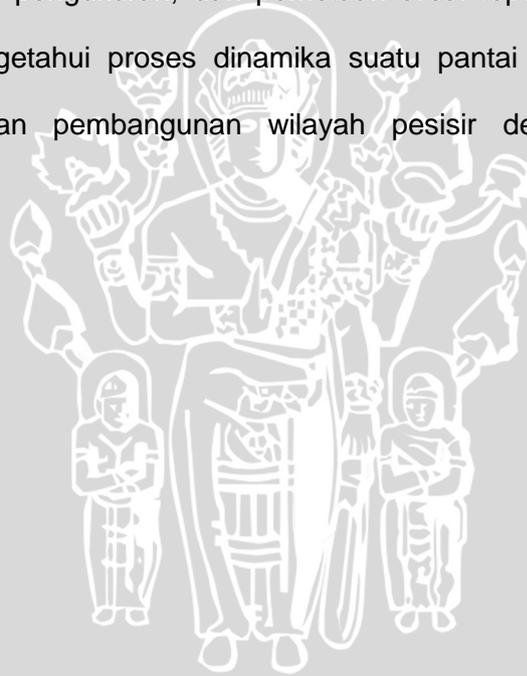
2.12. Dinamika Pantai

Wilayah pantai dan pesisir merupakan tempat berlangsungnya berbagai macam kegiatan aktifitas di daratan maupun di lautan. Pada daerah ini terdapat ekosistem mangrove yang berada di daratan kemudian lamun dan terumbu karang yang berada di wilayah laut. Karena banyaknya aktivitas di daerah pesisir dan pantai ini maka dinamika/perubahan pantai sangat tinggi. Hal tersebut ditambah lagi oleh faktor alam seperti ombak, arus dan pasang surut yang dapat mempercepat perubahan pantai. Pantai terbuka pada umumnya cenderung memiliki tingkat dinamika yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan daerah pantai yang tertutup. Selain itu faktor DAS (Daerah Aliran Sungai) juga berpengaruh secara signifikan dalam mempengaruhi dinamika pantai seperti proses erosi maupun sedimentasi (Massinai, 2012).

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 dari berbagai sumber (sungai, erosi pantai), perubahan muka air laut (tektonik, pemanasan global) dan aktivitas manusia seperti reklamasi pantai dan penambangan pasir. Proses abrasi dan sedimentasi merupakan salah satu proses bagian dari dinamika pantai yang menarik untuk dikaji guna mengetahui faktor dominan yang mempengaruhi proses

pantai sehingga dapat memberikan informasi kepada pemerintah setempat dalam menentukan kebijakan pengelolaan dan perencanaan (Solihuddin, 2011)

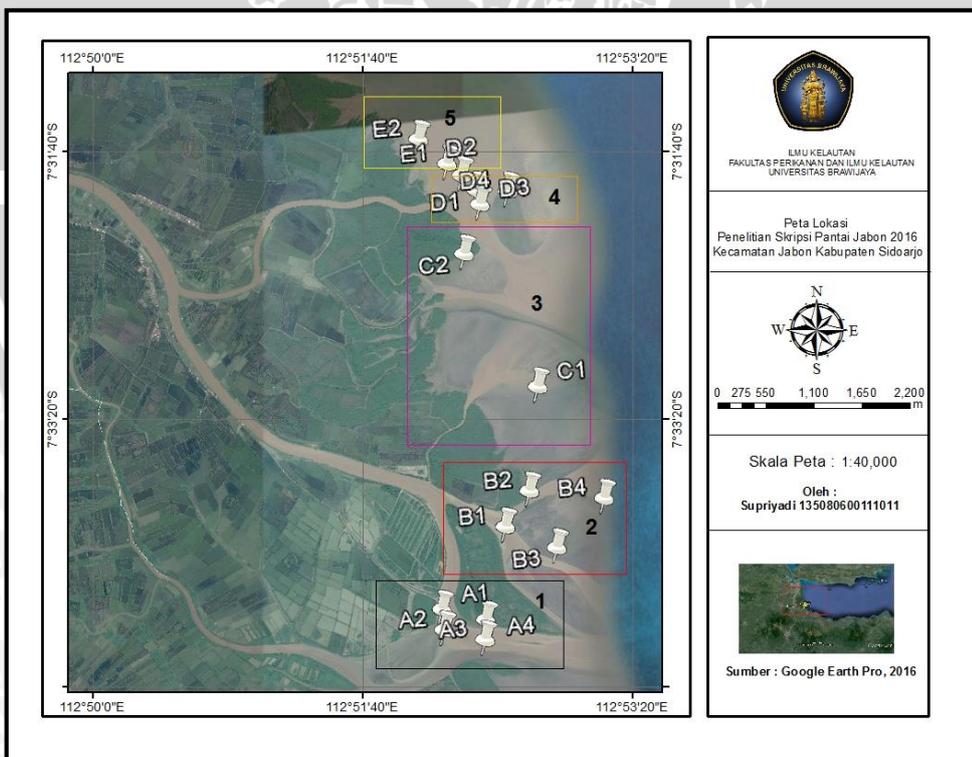
Dinamika pantai yang dipengaruhi oleh arus, gelombang dan pasang surut atau faktor lainnya berupa faktor kegiatan masyarakat pesisir merupakan bentuk proses penyesuaian yang terus menerus menuju keseimbangan secara alami. Hal tersebut dikarenakan pantai merupakan zona persinggungan dan interaksi antara tiga fasa yang rumit antara lautan, daratan dan udara. Pembangunan bendungan pada umumnya ketika ada di daerah hulu akan menyebabkan semakin sedikitnya sedimen yang mengalir ke muara sungai. Studi karakteristik pantai yang meliputi dinamika oseanografi, pengukuran, dan pemetaan areal topografi pantai perlu dilakukan untuk mengetahui proses dinamika suatu pantai sehingga mampu membuat perencanaan pembangunan wilayah pesisir dengan lebih baik (Massinai, 2012).



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Lokasi

Penelitian skripsi ini dilakukan dari bulan November sampai bulan April 2017. Adapun waktu pengambilan data dan studi literatur dinamika pantai di perairan Pantai Jabon Sidoarjo dilaksanakan pada bulan November sampai bulan Desember 2017, sedangkan analisis data laboratorium dilaksanakan pada bulan Desember sampai Februari 2017 di Laboratorium Tanah Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Pengolahan data dilakukan pada bulan Februari sampai April 2017. Dalam penelitian ini lokasi pengambilan sampel terdiri dari 16 titik yang terletak disekitar Pantai Jabon Sidoarjo. Titik Pengambilan Sampel menggunakan metode *Purposive Sampling* yaitu teknik pengambilan sampel sedimen dengan menggunakan pertimbangan pertimbangan tertentu. Titik koordinat dijelaskan pada Tabel 5, sedangkan untuk peta dijelaskan pada Gambar 6.



Gambar 6. Lokasi Penelitian Skripsi

Lokasi penelitian yang terdiri dari 16 titik memiliki koordinat masing masing yang akan dijelaskan dalam tabel 5. Dibawah ini :

Tabel 5. Titik koordinat pengambilan data penelitian

Stasiun	Lokasi	Koordinat	Keterangan
1	A1	-7.577000° LS 112.868917° BT	Mewakili daerah muara utama percabangan pertama sebelah barat dari sungai porong yang diprediksi membawa sedimen paling banyak
	A2	-7.579139° LS 112.869139° BT	
	A3	-7.580139° LS 112.873361° BT	
	A4	-7.592949° LS 112.800603° BT	
2	B1	-7.568417° LS 112.875444° BT	Mewakili daerah muara utama percabangan kedua sebelah utara dari sungai porong yang dimana diprediksi membawa sedimen paling banyak
	B2	-7.564694° LS 112.877917° BT	
	B3	-7.570583° LS 112.880750° BT	
	B4	-7.565444° LS 112.885611° BT	
3	C1	-7.553861° LS 112.878781° BT	Stasiun ketiga ini menggambarkan daerah yang berada diantara muara sungai utama yang dimana terdapat aliran aliran kecil menuju ke laut.
	C2	-7.540080° LS 112.871189° BT	
4	D1	-7.533500° LS 112.872528° BT	Stasiun ke empat mewakili muara sungai ketiga yang percabangannya jauh dari sungai utama porong, dimana berbeda dengan stasiun 1 dan 2 yang sangat dekat dengan aliran sungai utama porong.
	D2	-7.531917° LS 112.870944° BT	
	D3	-7.534917° LS 112.872833° BT	
	D4	-7.533528° LS 112.875694° BT	

Stasiun	Lokasi	Koordinat	Keterangan
5	E1	-7.530722° LS 112.869444° BT	Stasiun ke lima menggambarkan dinamika pantai yang lokasinya jauh dari muara sungai porong sidoarjo yang masuk dalam lingkup pantai jabon sidoarjo.
	E2	-7.528167° LS 112.866500° BT	

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1. Alat Lapangan

Peralatan lapangan yang digunakan dalam penelitian skripsi terdapat pada

Tabel 6. yaitu sebagai berikut :

Tabel 6. Alat lapang

No	Nama Alat	Fungsi
1	<i>Current meter</i>	Digunakan untuk mengukur arah & kecepatan arus
2	<i>Sediment Trap</i>	Digunakan untuk menangkap sedimen yang ada didalam perairan
3	Kompas	Digunakan untuk mengetahui arah arus
4	Kamera	Digunakan untuk mendokumentasikan kegiatan
5	Plastik 1 kg	Digunakan sebagai tempat sampel sedimen dari setiap stasiun
6	Nampan	Tempat Sedimen Sementara
7	GPS	Untuk menentukan titik koordinat pengambilan sampel
8	Tongkat Skala	Untuk mengukur kedalaman

3.2.2. Alat Laboratorium

Alat yang digunakan untuk mengolah data sedimen di laboratorium terdapat pada Tabel 7. yaitu sebagai berikut :

Tabel 7. Alat laboratorium

No	Nama Alat	Fungsi
1	Loyang	Digunakan sebagai tempat untuk menyimpan sampel sedimen
2	Oven	Digunakan sebagai tempat untuk mengeringkan sedimen

No	Nama Alat	Fungsi
3	<i>Shieve Shaker ATSM</i>	Digunakan sebagai pemisah sedimen berdasarkan ukuran
4	Timbangan Digital	Digunakan untuk mengukur berat masaa sedimen
5	Sikat	Digunakan sebagai pembersih ayakan dari sisa sedimen
6	Palu Karet	Digunakan untuk memisahkan sedimen yang berbentuk gumpalan
7	Tabung Hidrometer	Digunakan untuk uji hidrometer sedimen lumpur
8	Erlenmeyer	Digunakan sebagai wadah sampel sedimen yang direndam selama 24 jam sebelum diuji hidrometer
9	Gelas Ukur	Untuk mengukur jumlah larutan disperse yang akan digunakan saat uji hidrometer
10	Tabung Picnometer	Wadah yang digunakan untuk pengujian berat jenis tanah dana kalibrasi tabung picnometer
11	<i>Mixer</i>	Alat yang digunakan untuk mengaduk sedimen yang berfungsi untuk menghomogenkan sedimen
12	<i>Hot Plate</i>	Alat yang digunakan untuk memanaskan sedimen dalam uji berat jenis tanah dan kalibrasi tabung picnometer
13	Kuas kecil	Untuk membersihkan sedimen yang tersisa dalam suatu ayakan
14	Cawan	Wadah yang digunakan untuk mengeringkan sedimen sisa hasil uji hidrometer
15	Pynoline dan Magnet	Alat yang digunakan untuk menghomogenkan larutan pendispersi
16	Mortal dan Alu	Alat yang digunakan untuk menghaluskan sedimen yang sudah kering setelah dimasukkan ke dalam oven
17	<i>Stopwatch</i>	Alat pengukur waktu dalam pengujian sampel sedimen lumpur
18	Termometer	Alat untuk mengukur suhu
19	<i>Washing bottle</i>	Tempat air yang digunakan untuk membersihkan sisa sisa sedimen di dalam tabung hidrometer
20	Sendok	Alat untuk mengambil sampel sedimen
21	Panci	Tempat sedimen ketika dipanaskan
22	Kamera Digital	Alat dokumentasi laboratorium

3.2.3. Peralatan Pengolah Data

Peralatan Pengolah Data yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 8. yaitu sebagai berikut :

Tabel 8. Peralatan pengolahan data

No	Nama Alat	Fungsi
1	MS Excel 2016	Digunakan untuk perhitungan rumus perubahan garis pantai
2	MS Word 2016	Digunakan untuk pengerjaan penulisan laporan
3	Arcgis 10.0	Digunakan untuk mengolah data citra satelit
4	Google Earth	Digunakan untuk pengambilan citra lokasi lapang dari satelit
5	Surfer 10	Digunakan untuk pengolahan data arus

3.2.4. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah seperti pada Tabel 9. dan Tabel 10. berikut :

Tabel 9. Bahan penelitian lapangan

No	Nama Bahan	Fungsi
1	Plastik sampel	Digunakan sebagai wadah sampel sedimen dari lapang
2	Tali Rafia	Digunakan untuk mengukur jarak dari bibir pantai ke lepas pantai
3	Kertas	Digunakan sebagai penanda sampel sedimen
4	Alat Tulis	Digunakan untuk mencatat hasil pengukuran garis pantai dan tinggi gelombang
5	Spidol	Digunakan untuk mencatat klasifikasi sampel sedimen
6	Karet	Digunakan untuk mengikat sedimen
7	Selotip	Untuk merekatkan label sedimen

Tabel 10. Bahan Penelitian Laboratorium

No	Nama Bahan	Fungsi
1	Sedimen	Sampel yang akan diuji
2	Na-Heksametaphosphat	Digunakan untuk bahan disperse
3	Air Suling	Digunakan sebagai campuran bahan disperse
4	Tissue	Digunakan untuk membersihkan alat

3.3. Prosedur Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer penelitian ini didapat dengan cara pengambilan secara langsung ke lokasi penelitian, seperti data arah arus, kecepatan arus, dan pengambilan sampel sedimen pada setiap stasiun. Data sekunder dalam penelitian ini meliputi data perubahan garis pantai yang didapatkan dari Google Earth sebagai data pembandingan dalam analisa perubahan garis pantai, data prediksi pasang surut dengan TMD dan data gelombang dari BMKG Maritim II Perak, Surabaya. Ukuran butir sedimen dan kecepatan arus dihubungkan dalam Grafik Hjulstrom untuk mengetahui kondisi transport suatu sedimen. Menggunakan Grafik Hjulstrom maka kita akan mengetahui apakah sedimen tersebut mengalami erosi, sedimentasi atau mengalami suspensi di suatu perairan. Kondisi sedimen pada Grafik Hjulstrom tersebut dihubungkan dengan keadaan sesungguhnya pada Pantai Jabon menggunakan peta yang berasal dari Google Earth.

3.3.1. Pengambilan Data Garis Pantai

Perubahan data garis pantai merupakan data sekunder yang di unduh dari website www.GoogleEarth.com pada tahun 1986, 2001, 2011 dan 2016. Hasil download citra satelit selanjutnya di georeferencing di arcgis untuk menyesuaikan koordinat di peta dengan koordinat di wilayah sesungguhnya. Hasil Peta yang sudah di gereferencing disimpan dalam format TIFF. Langkah selanjutnya melakukan digitasi garis pantai pada masing masing tahun, kemudian data yang didapat dibandingkan garis pantainya apakah pantai tersebut mengalami erosi atau mengalami sedimentasi.

3.4.2. Pengukuran Arus

Secara umum teknik pengukuran arus di lapangan dibedakan menjadi dua kategori dua kategori, yaitu pendekatan Lagrangian atau Eulerian. Pendekatan Lagrangian dilakukan dengan pengamatan gerakan massa air permukaan dalam rentang waktu tertentu menggunakan pelampung, sedangkan pendekatan Eulerian dilakukan dengan pengamatan arus pada suatu posisi tertentu di suatu kolom air sehingga data yang didapat adalah data arus dalam suatu titik tertentu dalam fungsi waktu. Metode ini pada umumnya diterapkan pada *current meters* modern. Penelitian pada umumnya dalam pengukuran arus metode eularian lebih banyak digunakan. Hal ini disebabkan karena menghasilkan data yang jauh lebih cepat (Emery and Thomson, 1998 dalam Febribusmadian *et al.*, 2011)

Dalam penelitian skripsi ini pengukuran arus dilaksanakan dengan menerapkan metode eularian yaitu menggunakan *current meter* digital tipe FP111 yang hasilnya akan ditampilkan pada suatu *display*. Peletakkan baling baling *current meter* selama 5 menit sampai angka pada *display current meter* stabil dengan kedalaman 30 cm. Nilai yang muncul pada layar adalah kecepatan putar dari baling yang mewakili kecepatan dari arus laut. Langkah selanjutnya dilakukan pengukuran arah arus dengan menggunakan kompas.

3.4.3. Prediksi Pasang Surut dengan TMD

Langkah pertama dalam prediksi pasang surut dengan metode TMD adalah klik menu "Add with Subfolders" untuk memasukkan keseluruhan perintah yang ada pada folder TMD. Langkah berikutnya muncul window baru yang bertuliskan "Open Model Files Listed In". Fungsi window ini adalah untuk membuka model pemrograman dari toolbox TMD yang akan dijalankan setelahnya. Folder TMD berisikan folder "data" yang terdapat model files yang berjudul "Model_ind". Klik *model files* tersebut dan klik open, sehingga muncul window Tidal Model Driver

hasil Pemrograman dari Lana Erofeeva. Masukkan data koordinat, dan centang komponen pasang surut. Ubah tanggal menjadi bulan 12 (Desember) tahun 2016.

Hasil prediksi pasang surut dapat diperoleh dari menu “*Predict Tide*”. Data yang dihasilkan buka di Microsoft excel untuk memperoleh grafik pasang surut dan juga komponen komponen bilangan Formzahl. Menurut Rampengan (2013) setelah memperoleh nilai M2, S2, K1, dan O1 selanjutnya dihitung bilangan Formzahl

dengan formula $F = \frac{K1+O1}{M2+S2}$ dimana F = Bilangan Formzahl, K1, O1= konstanta

pasang surut harian tunggal utama, M2, S2 = konstanta pasang surut harian ganda utama. Besarnya nilai F kemudian di klasifikasi menurut pembagian sebagai berikut :

- Pasang surut harian ganda, jika $F = \frac{1}{4}$
- Pasang surut campuran condong harian ganda, jika $\frac{1}{4} < F < 1\frac{1}{2}$
- Pasang surut campuran condong harian tunggal, jika $1\frac{1}{2} < F < 3$
- Pasang surut harian tunggal, jika $F > 3$.

3.4.4. Pengambilan Sampel Sedimen.

Pengambilan sampel sedimen di lakukan menggunakan *Sediment Trap* untuk mengetahui volume sedimen setiap satuan waktu kemudian *Grab Sampler* untuk mengetahui jenis dari suatu sedimen. *Sediment trap* terbuat dari pipa PVC dengan diameter 9 cm (3 dim) dengan panjang 50 cm yang diikatkan pada sebuah bambu dengan panjang 1.5 meter. Data analisis volume sedimen diketahui dari volume angkutan sedimen yang masuk kedalam *Sediment Trap* dengan cara memasukkan penggaris di dalam tabung tersebut dan diamati tinggi sedimen yang berada di dalam pipa PVC. Volume sedimen didapatkan dari perhitungan volume tabung dengan rumus $V = \pi \times (\text{jari jari})^2 \times \text{tinggi}$. Sedimen yang diambil dari *Grab Sampler* di masukkan kedalam wadah plastik sampel. Sedimen yang diambil

kemudian ditandai menggunakan kertas label atau ditulis dengan *boardmarker permanent* untuk membedakan setiap sampel yang diambil dari 16 titik yang berbeda dari lima stasiun. Lokasi penelitian terdapat lima stasiun. Dimana stasiun pertama mewakili cabang utama sungai porong disebelah selatan. Titik penelitian kedua yaitu berada di stasiun kedua yang berjarak 100 meter dari stasiun pertama. Lokasi kedua ini merupakan percabangan di sebelah utara. Stasiun ketiga merupakan lokasi yang berada di antara percabangan muara sungai utama. Stasiun keempat yang mewakili dari percabangan ketiga muara sungai porong. Penempatan sediment trap juga dilakukan di wilayah yang jauh dari ketiga muara sungai utama tersebut yang berada di stasiun kelima.

3.4.5. Uji Laboratorium

Penelitian sedimen di laboratorium meliputi 3 tahapan yaitu pengeringan sampel dan pengayakan, analisis granulometri untuk menganalisis ukuran butir sedimen, dan juga analisa hidrometer untuk sedimen jenis lumpur yang terdiri dari *silt* dan *clay*.

3.4.5.1. Pengeringan Sampel dan Pengayakan

Hal pertama yang dilakukan sebelum dianalisis ayakan (*sieve shaker*) ataupun uji hidrometer sampel sedimen harus di keringkan menggunakan oven terlebih dahulu selama 24 jam kurang lebih menggunakan suhu 100°C. Langkah selanjutnya setelah sampel dikeringkan lakukan penghalusan sampel menggunakan alu, sehingga memudahkan untuk melakukan pengayakan sampel sedimen. Sampel sedimen yang dominan pasir dilakukan pengayakan dengan saringan nomor 10 sampai nomor 200, sedangkan yang dominan lumpur langsung diayak dengan saringan nomor 40 dengan ukuran diameter lubang saringan adalah 0.425 mm. Uji Hidrometer setidaknya membutuhkan sampel sedimen yang tertahan di pan minimal 70 gram, oleh sebab itu apabila dalam pengayakan sampel



sedimen yang tertahan di pan atau lolos saringan nomor 200 tidak sampai 70 gram maka tidak diperlukan analisis hidrometer. Sampel sedimen 70 gram dibagi dua yaitu 20 gram untuk analisis berat jenis tanah kemudian 50 gram untuk uji hidrometer.

3.4.5.2. Analisis Granulometri

Granulometri adalah analisis besar butir sedimen yang disesuaikan dengan parameter parameter statistik. Analisis granulometri ini lebih mengutamakan bagaimana sebaran butiran batuan sedimen tersebut. Klasifikasi ukuran butir sedimen disesuaikan dengan Tabel Wentworth. Hasil analisis butiran tersebut digunakan untuk mencari nilai phi sehingga kita mengetahui parameter parameter statistik seperti mean (rata rata ukuran butiran sedimen), Sortasi (standart deviasi), Skewness (ketidaksimetrisan kurva), dan Kurtosis (pemilahan sedimen) dalam penelitian ini penulis hanya membatasi analisa rata rata ukuran butir sedimen saja karena hanya data itu yang dihubungkan dengan parameter arus dalam plotting di grafik Hjulstrom. Nilai phi (ϕ) diperoleh dari $-\log^2 d$ (d = diameter butiran sedimen). Dalam analisis granulometri nilai phi yang digunakan adalah ϕ_5 , ϕ_{16} , ϕ_{25} , ϕ_{50} , ϕ_{75} , ϕ_{84} , dan ϕ_{95} . Nilai nilai phi ini diperoleh dari plotting prosentase lolos ayakan dengan nilai phi yang telah dihasilkan pada prosentase prosentase tersebut, jadi dapat disimpulkan ϕ_5 adalah nilai phi pada prosentase 5 %. Nilai mean phi diperoleh dengan rumus $(\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}) / 3$ sedangkan nilai mean dalam satuan mm diperoleh dengan rumus $2^{-(\text{data phi yang dihasilkan})}$.

3.4.5.3. Analisis Hidrometer

1. Kalibrasi tabung picnometer.

Kalibrasi tabung picnometer berfungsi untuk menentukan persamaan linier hubungan antara suhu dengan berat jenis tabung sehingga kita mampu mengetahui berat jenis tanah dari suatu sampel sedimen. Hal pertama dalam

melakukan proses kalibrasi tabung picnometer adalah mengisi tabung picnometer dengan air suling sampai leher tabung, kemudian dipanaskan sampai mendidih menggunakan kompor elektrik. Tabung picnometer yang berisi air ketika sudah mendidih diangkat dan diisi air suling sampai melewati batas leher tabung picnometer, kemudian tutup dan bersihkan sebelum dilakukan penimbangan. Pengukuran suhu dilakukan ketika pengukuran berat tabung dan air sudah diukur. Pencatatan data berat dan suhu air dilakukan pengulangan sebanyak enam kali dengan perhitungan menit ke 0, 3, 6, 9, 12, dan 15. Pengulangan dilakukan tanpa pemanasan sehingga sambil menunggu ke menit yang dihitung tabung picnometer + air dibiarkan terbuka. Pada dasarnya bentuk data yang dihasilkan adalah suhu yang semakin menurun karena penambahan air yang terus menerus sedangkan data berat yang semakin naik karena massa jenis air yang semakin berat dengan berkurangnya nilai suhu. Data yang sudah didapatkan masukkan data dalam program Excel maka akan didapatkan grafik linier dengan persamaan $y = -ax + b$ dimana :

y = sumbu y (berat air)

a = konstanta dari garis linier

x = sumbu x (suhu)

b = konstanta dari garis linier

nilai konstanta a dan b yang akan digunakan untuk menentukan berat labu ukur + air ketika pengukuran berat jenis tanah.

2. Pengukuran Berat Jenis Tanah

Pengukuran berat jenis tanah dilakukan untuk sampel sedimen yang cenderung dominan lumpur oleh sebab itu pada saat awal pengayakan kita harus dapat menentukan apakah suatu sampel sedimen berbutir halus apa berbutir kasar. Berat sedimen yang dibutuhkan dalam analisis ini sebanyak 20 gram. Analisis berat jenis tanah ini digunakan untuk mencari nilai K pada saat uji

hidrometer. Nilai k sendiri merupakan faktor koreksi suhu dalam melakukan uji hidrometer. Pengukuran berat jenis tanah sama halnya dengan proses penentuan kalibrasi tabung picnometer. Langkah pertama yang perlu dilakukan adalah memasukkan sedimen seberat 20 gram ke dalam tabung ke picnometer kemudian isi dengan air suling sampai batas leher dan tabung picnometer. Langkah selanjutnya adalah meletakkan tabung picnometer yang berisi sedimen di atas kompor sampai mendidih, ketika sudah mendidih angkat dan isi tabung picnometer dengan air suling sampai melewati leher tabung picnometer tersebut, bersihkan air yang tumpah karena ditutup oleh tabung picnometer dengan menggunakan *tissue*. Berat tabung picnometer + Air + Tanah setelah ditimbang lakukan pengukuran suhu dengan menggunakan thermometer. Langkah seperti itu ulangi sebanyak enam kali pada menit ke 0, 3, 6, 9, 12, dan menit ke 15. Proses pengulangan pengukuran tanpa melalui proses pemanasan tabung picnometer kembali.

3. Analisis Hidrometer Penentuan Rh

Sampel sebanyak 50 gram dipersiapkan terlebih dahulu sebelum melakukan analisis hidrometer. Larutan pendispersi dibuat dengan perbandingan 1000 ml air suling + 40 gram *Na-Hexametaphospat*. Langkah berikutnya campuran larutan tersebut dihomogenkan dengan magnet dan pynoline. Sampel yang digunakan analisis hidrometer juga harus direndam terlebih dahulu dengan larutan pendispersi minimal 12 jam. Sampel yang sudah direndam selama minimal 12 jam masukkan ke dalam mangkok dispersi tambahkan air suling secukupnya. Aduk selama kurang lebih 5 menit menggunakan mesin pengaduk. Masukkan rendaman benda uji (sedimen) dari mangkok pendispersi kedalam tabung hidrometer, kemudian tambahkan air suling sampai tanda batas atau sampai 1000 ml. Tutup bagian atas tabung dan kocok tabung dengan cara membolak balikkan tabung selama 20 kali. Masukkan pelampung hidrometer ke dalam tabung hidrometer.

Baca posisi muka air pada skala pelampung hidrometer sebagai pembacaan hidrometer (rh). Waktu pembacaan dimulai pada menit 0; 0.5; 1; 2; 15; 30; 60; 120; dan 1440. Ukur suhu larutan benda uji (tanah/sedimen) dengan waktu pengukuran. Waktu pembacaan dimulai pada menit 0; 0.5; 1; 2; 15; 30; 60; 120; dan 1440 catat sebagai nilai T. saring endapan lumpur pada tabung hidrometr yang telah diukur pada menit ke 1440 (24 jam) dengan menggunakan saringan nomor 200 (0.075mm). cuci dengan air yang mengalir akan dihasilkan tanah/sedimen yang bersih terhadap lanau maupun lempung. Keringkan endapan dan saring menggunakan saringan nomor 40 sampai saringan nomor 200 kemudian tentukan komposisi fraksi berdasarkan ukuran butiran sedimennya dengan klasifikasi sebagai berikut :

Pasir Halus = 0.425 mm – 0.075 mm atau tertahan saringan no.60 no. 200.

Lanau/Silt = berdiameter (D) 0.075 mm – 0.002 mm

Lempung/Clay = berdiameter (D) < 0.002mm – 0.001mm

Data Rh yang telah dihasilkan masukkan kedalam tabel yang telah disediakan (Lampiran 9) untuk mengetahui Prosentase Silt dan Clay yang mengendap sehingga kita dapat mengetahui komposisi fraksi disetiap ukuran butir sedimen.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Pantai Jabon

Menurut Yuniar *et al.*,(2012) karakteristik fisik dasar pesisir Pantai Kecamatan Jabon berbentuk landai dengan sedimentasi lumpur. Jenis batuan di Kecamatan Jabon adalah alluvial dan jenis tanahnya berupa alluvial kelabu dan alluvial hidromorf. Hasil endapan dari tanah dan lumpur yang terbawa oleh aliran sungai (Sungai Surabaya dan Porong) membentuk daratan sehingga jenis tanahnya lembek tanpa batuan keras. Garis pantainya merupakan dataran rendah yang sebagian tertutup hutan mangrove (kawasan lindung). Karakteristik wilayah pesisir Kabupaten Sidoarjo memiliki luas wilayah sebesar 634.39 km² (Gambar 7.)

dengan batas-batas wilayah sebagai berikut:

Utara : Kota Surabaya dan Kabupaten Sidoarjo

Selatan : Kabupaten Pasuruan

Timur : Selat Madura

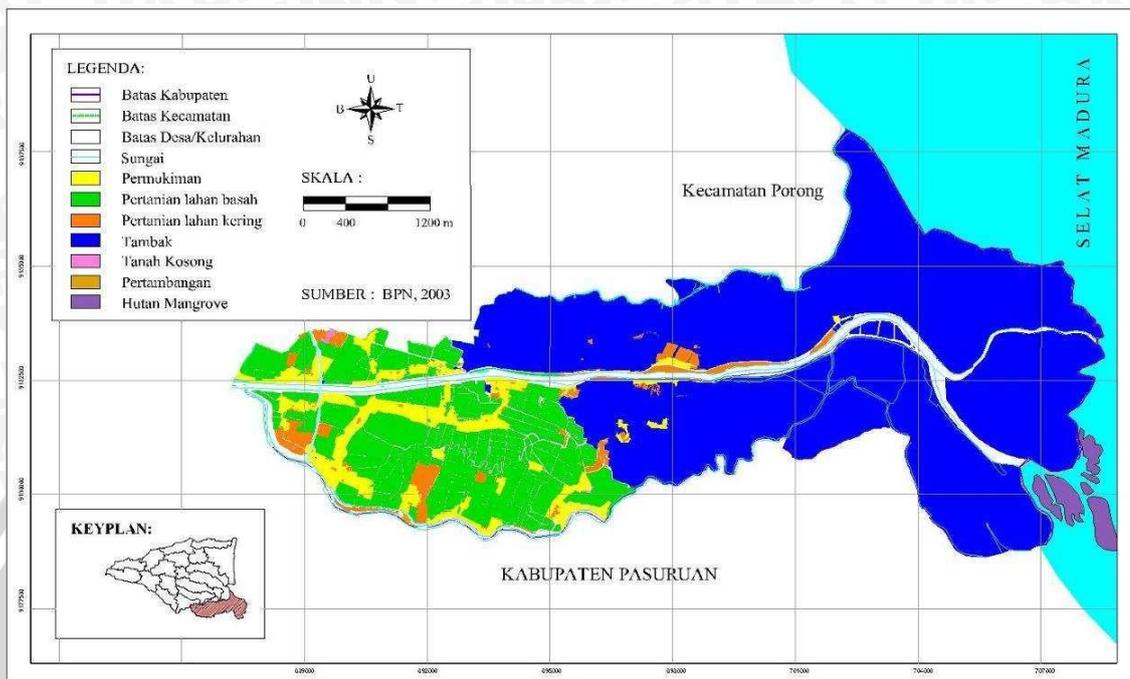
Barat : Kabupaten Mojokerto

Penggunaan wilayah pesisir Pantai Jabon pada tahun 2008 yang dijelaskan pada Tabel 11. adalah sebagai berikut

Tabel 11. Penggunaan Lahan Kecamatan Jabon

No.	Jenis Guna Lahan	Luas (Ha)
1	Kampung	422.127
2	Pertambangan	18.355
3	Sawah	1579.938
4	Pertanian tanah kering	180.275
5	Hutan (mangrove)	552.150
6	Perikanan/perairan	4077.513
7	Tanah kosong	53.172
8	Jalan	35.128
9	Sungai/saluran air	797.254
10	Lumpur Lapindo	69.974
11	Lain-lain	313.862

Jumlah	8099.750
--------	----------



Sumber : (Yuniar *et al.*, 2012)

Gambar 7. Peta Administrasi Kecamatan Jabon

Peristiwa lumpur lapindo pada tanggal 29 Mei 2006, menyebabkan Sungai Porong digunakan sebagai area pembuangan Lumpur Lapindo, untuk mencegah jebolnya tanggul akibat penuhnya tanggul Lumpur Lapindo. Hal ini dapat mengakibatkan material lumpur tidak banyak mengendap di kali, tetapi terbawa dan mengendap di daerah muara Kali Porong, yang berada di Selat Madura. Sedimentasi dari lumpur tersebut dapat menyebabkan perubahan garis pantai atau penambahan daratan di pesisir Surabaya-Sidoarjo yang selanjutnya mengakibatkan perubahan penggunaan lahan daerah tersebut, selain itu juga berpengaruh pada sebaran Total Suspended Matter (TSM) di Selat Madura (Pahlevi *and* Wiweka, 2010).

Berdasarkan penelitian Alhaq (2015) arah arus di Pantai Jabon cenderung ke arah barat atau tegak lurus dengan pantai, meskipun ada beberapa arus yang

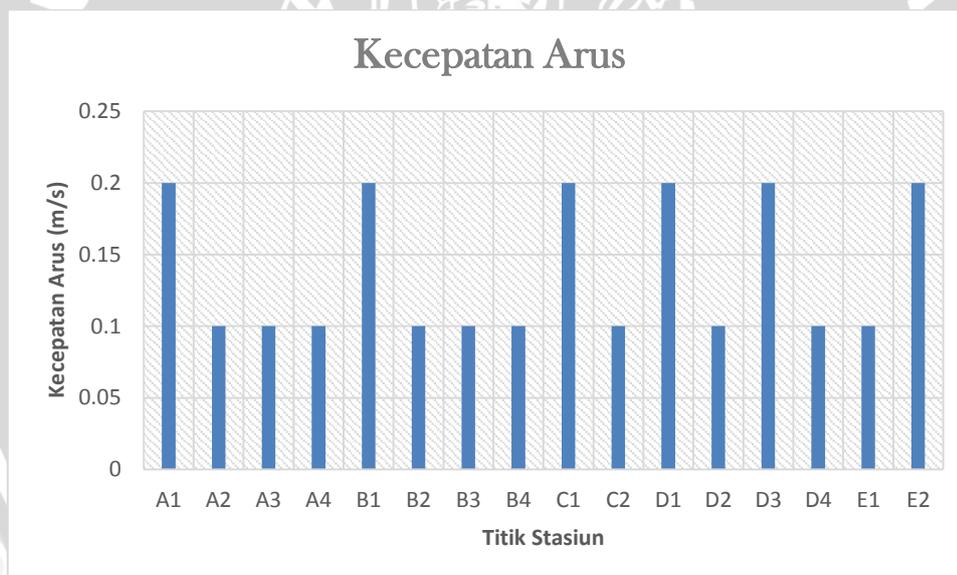


sedikit belok ke arah barat daya dikarenakan adanya faktor aliran sungai, dengan kecepatan arus rata rata 0.3 m/s. Ramadhani (2015) menyebutkan bahwa penambahan kedalaman pada stasiun 4 dan 5 atau muara sungai ke 3 cukup besar yaitu 10 meter dalam kurun waktu 52 tahun (tahun 1963 2015). Menurut Rahmawan (2015) perubahan garis pantai di muara sungai porong (stasiun 1) mengalami sedimentasi 4.66 m/tahun sedangkan yang sebelah utara (stasiun 5) sedimentasinya 2.47 meter per tahun.

4.2 Kondisi Parameter Hidro-oseanografi

4.2.1 Arus

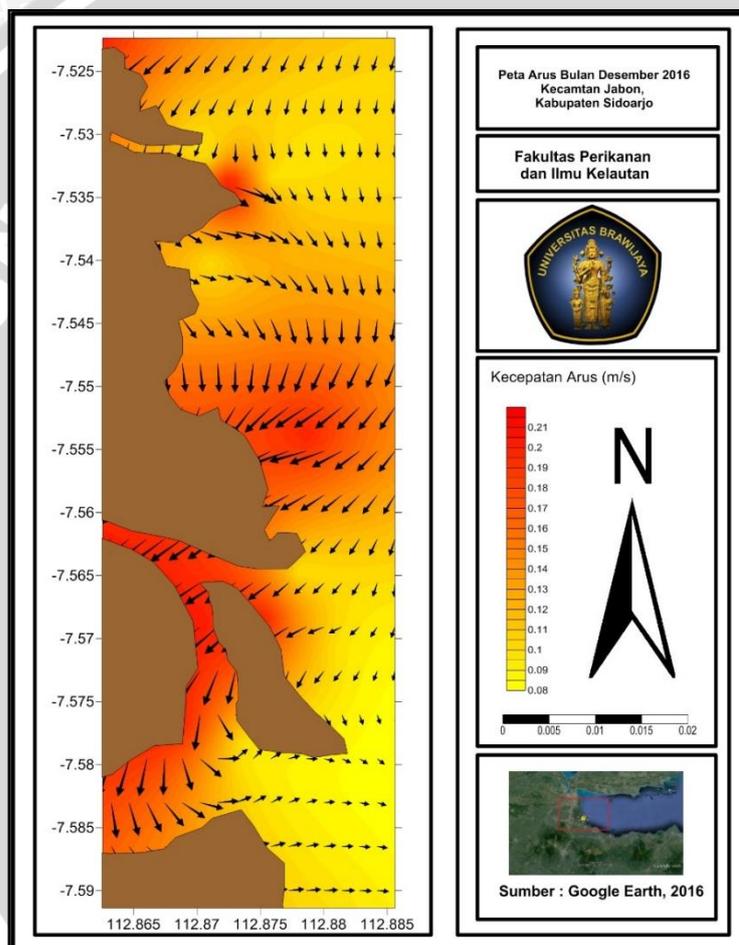
Data arus diambil dengan menggunakan *current meter* digital tipe FP111 pada tanggal 18 dan 25 Desember 2016 pada Gambar 8 adalah sebagai berikut :



Gambar 8. Distribusi Kecepatan Arus Pantai Jabon

Hasil data pengamatan arus yang dilaksanakan pada tanggal 18 Desember 2016 untuk stasiun A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4, C1, dan C2 dan 25 Desember 2016 untuk titik D1, D2, D3, D4, E1, dan E2 kecepatan arus pada Pantai Jabon kabupaten sidoarjo umumnya berkisar antara 0.1 m/s sampai 0.2

m/s. Kecepatan arus terbesar seperti yang terlihat pada Gambar 9. berada di titik A1, B1, C1, D1, D3, E2 dikarenakan berada di dekat muara sungai sehingga kecepatan arusnya 0.2 m/s. Titik E2 meskipun tidak berada di dekat muara besar akan tetapi mendapat pengaruh dari percabangan muara muara kecil yang ada disekitarnya. Titik A2, A3, A4, B2, B3, B4, C2, D2, D4, dan E1 kecepatan arusnya berkisar antara 0.1 m/s.



Gambar 9. Arus Pantai Jabon

Arah arus yang mendekati mulut muara utamanya muara bagian selatan menuju ke arah timur sedangkan yang berada di bagian luar muara cenderung ke arah selatan atau menuju tegak lurus pantai, hal ini dimungkinkan karena mendapat pengaruh aliran arus yang berada disekitar Selat Jawa. Pada Stasiun 2 dan 3 arah arus cenderung menuju ke arah barat atau tegak lurus pantai karena

sangat kecil dipengaruhi oleh aliran muara sungai porong. Stasiun 4 dan 5 sebagian arah arusnya menuju ke arah selatan karena mendapat pengaruh dari lairan arus di dekat muara sungai. Stasiun 1 karena merupakan aliran muara utama sehingga aliran arusnya menuju ke arah timur atau tenggara.

4.2.2 Gelombang

Data gelombang Pantai Jabon 18 Desember 2016 disajikan pada Gambar 10. dan data gelombang rata rata bulanan diperoleh dari BMKG Maritim II Perak, Surabaya disajikan pada Tabel 12. Secara keseluruhan tinggi gelombang terbesar pada Bulan Juli 2016 dengan ketinggian 0.52 meter. Tinggi gelombang terendah yaitu di Bulan Desember 2016 yaitu sebesar 0.03 meter. Arah gelombang hanya terdiri dari arah menuju ke Timur Laut dan Timur, akan tetapi arah dominannya menuju ke arah Timur.

Tabel 12. Rata Rata Data Gelombang Bulanan

Bulan	Rata Rata Tinggi Gelombang (m)	Arah
Desember 2015	0.050	Timur Laut
Januari 2016	0.070	Timur Laut
Februari 2016	0.040	Timur Laut
Maret 2016	0.040	Timur Laut
April 2016	0.230	Timur
Mei 2016	0.310	Timur
Juni 2016	0.350	Timur
Juli 2016	0.520	Timur
Agustus 2016	0.470	Timur
September 2016	0.300	Timur
Oktober 2016	0.290	Timur

Bulan	Rata Rata Tinggi Gelombang (m)	Arah
November 2016	0.140	Timur
Desember 2016	0.030	Timur Laut



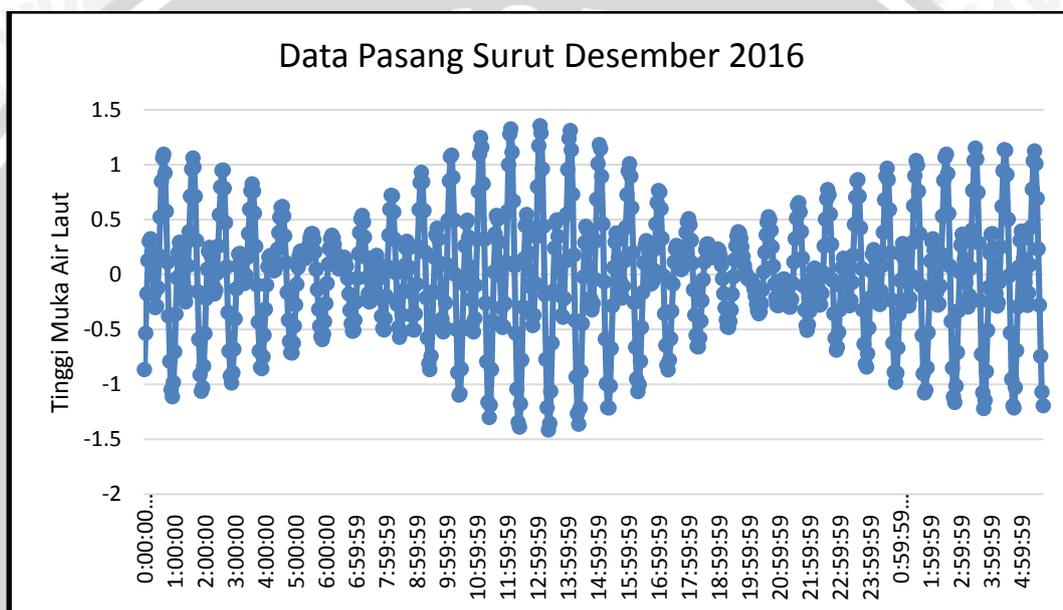
Gambar 10. Tinggi Gelombang Pantai Jabon

Pengamatan data gelombang tanggal 18 Desember 2016 tinggi gelombang di pantai jabon saat penelitian dari jam 08.00 sampai 16.00 WIB ditunjukkan pada Gambar 10. sebesar 0.09 sampai 0.08 meter. Tinggi gelombang akan mempengaruhi distribusi sedimen secara vertikal karena memang sifat gelombang yang pergerakannya secara vertikal. Pergerakan gelombang yang semakin tinggi menyebabkan persebaran sedimen secara vertikal juga tinggi. Arah gelombang pada tanggal 18 desember 2016 menuju ke North East (Timur Laut)

4.2.3 Pasang Surut

Hasil prediksi pasang surut dengan metode TMD ditampilkan pada Gambar 11. Tinggi Pasang Surut. Metode TMD ini akan menghasilkan beberapa koefisien bilangan pasang surut akan tetapi konstanta yang digunakan adalah $K1=0.38$,

$O1=0.21$, $M2=0.48$, $S2=0.36$ untuk menentukan tipe pasang surut Pantai Jabon. Tipe pasang surut sendiri terdiri dari 4 tipe yaitu tipe pasang surut harian tunggal, pasang surut harian ganda, pasang surut campuran condong ke harian tunggal dan pasang surut campuran condong ke harian ganda. Pasang surut harian tunggal terjadi apabila dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Pasang surut harian ganda terjadi dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut.



Gambar 11. Tinggi Pasang Surut

Tinggi muka air laut tertinggi (pasang tertinggi) terjadi pada saat pasang purnama (*spring tide*) pada tanggal 14 Desember 2016 pukul 15.00 WIB. Surut terendah juga terjadi pada tanggal 14 Desember 2016 pukul 22.00 WIB. Hasil bilangan

Formzahl ($F = \frac{(O1+K1)}{(M2+S2)}$) adalah 0.69 sehingga dapat disimpulkan di bulan

Desember 2016 terjadi tipe pasang surut campuran condong harian ganda. Hal ini berarti dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut akan tetapi bentuk gelombang pasang pertama tidak sama dengan gelombang pasang kedua (asimetris) dengan bentuk condong semi diurnal. Kondisi pasang surut ini akan

mempengaruhi ke stabilan pantai, ketika saat pasang tekanan air terhadap pantai berada pada posisi teratas sehingga jika terjadi perubahan kondisi arus atau gelombang akan menyebabkan perubahan kestabilan pantai pada posisi garis pantai yang teratas juga. Kondisi surut pengaruh faktor hidrooseanografi juga berada pada garis pantai terbawah.

4.3 Analisis tipe, jenis dan distribusi sedimen

Analisis tipe, jenis dan distribusi sedimen meliputi analisis ukuran butiran sedimen dan analisis volume sedimen

4.3.1 Analisis Ukuran Butiran Sedimen

Analisis ukuran butiran sedimen terdiri dari 2 jenis, untuk sedimen lumpur menggunakan analisis hidrometer sedangkan untuk sedimen pasir langsung menggunakan analisis ayakan tanpa pengujian kalibrasi tabung picnometer, perhitungan berat jenis tanah, dan perhitungan R_h (Uji Hidrometer). Berikut ini adalah hasil analisis sedimen pada titik A untuk titik lainnya hasil dalam tabel ditampilkan pada lampiran.

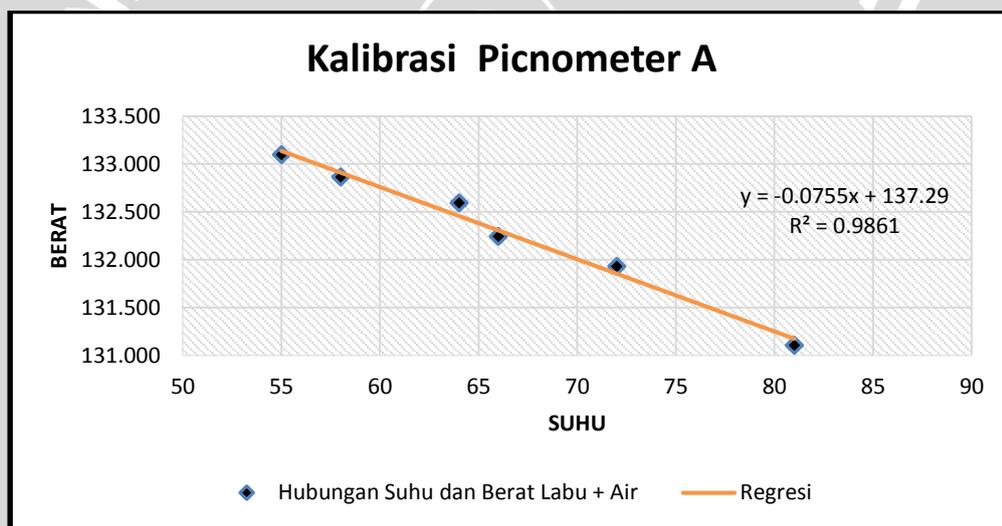
a) Hasil Kalibrasi Tabung Picnometer

Tabel 13. Menunjukkan data kalibrasi tabung yang digunakan dalam pengukuran berat jenis tanah. Tabung yang digunakan adalah tabung A, B, C, D, dan E

Tabel 13. Hasil Kalibrasi Tabung Picnometer

MENIT	SUHU				BERAT			
	A	B	C	D	A	B	C	D
0	81	83	86	79	131.108	133.636	130.769	131.599
3	72	76	76	72	131.930	134.258	131.544	132.262
6	66	71	72	66	132.243	134.682	132.041	132.575
9	64	63	66	62	132.593	135.066	132.447	132.957
12	58	60	62	58	132.865	135.362	132.734	133.137
15	55	57	59	54	133.098	135.518	132.960	133.335

Data kalibrasi tabung picnometer yang diperoleh dimasukkan dalam excel kemudian dianalisis menggunakan persamaan regresi sederhana sehingga memperoleh konstanta a dan b yang output terakhir akan digunakan dalam menentukan berat jenis tanah. Konstansa ini akan digunakan dalam menentukan berat labu ukur dan air ketika pada kondisi suhu pengukuran berat jenis tanah. Hasil dari persamaan regresi suhu dan berat tabung picnometer A + air ditunjukkan pada Gambar 12, untuk hasil persamaan tabung B,C, dan D terdapat pada Lampiran 1. Hasil konstanta untuk tabung picnometer B, C, dan D disajikan pada Tabel 14.



Gambar 12. Kalibrasi Picnometer A

Tabel 14. Kumpulan Kalibrasi Picnometer

Kalibrasi Tabung	A	B
A	-0.0755	137.29
B	-0.0705	139.57
C	-0.0818	137.82
D	-0.0691	137.15

Nilai konstanta ini harus disesuaikan saat penggunaan tabung picnometer untuk pengukuran berat jenis tanah. Hal tersebut dikarenakan penggunaan

konstanta yang salah akan menghasilkan berat tanah+air+labu berubah sehingga pengukuran berat jenis tanah tidak akurat.

Analisis sedimen pada titik A1 terdiri dari analisis berat jenis tanah seperti pada Tabel 15, hasil ayakan menggunakan saringan nomor 4 sampai nomor 200 dan uji hidrometer (pencarian nilai Rh) untuk menentukan prosentase *silt* dan *clay* dalam suatu sampel sedimen. Hasil Uji Hidrometer dan analisis saringan akan dicocokkan dengan segitiga *shepard* dan Tabel *udden wentworth* untuk mengetahui komposisi dalam suatu sedimen.

- Perhitungan Berat Jenis Tanah

Perhitungan berat jenis tanah seperti tercantum pada Tabel 15. digunakan untuk uji hidrometer sampel yang berbentuk lumpur, untuk sampel pasir tidak diperlukan uji berat jenis tanah.

Tabel 15. Berat Jenis A1

Labu ukur	Satuan	Tanah					
Berat tanah kering (Ws)	gram	20					
Berat labu ukur+air+tanah (W1)	gram	146	147	147	148	148	148
Suhu	(°C)	85	78	75	72	64	60
Berat labu ukur+air (W2)	gram	134	134	134	134	135	135
Berat jenis air (Gt)	gram/cm ³	0.969	0.973	0.975	0.977	0.981	0.983
Berat jenis tanah (Gs)	gram/cm ³	2.666	2.780	2.813	2.841	2.728	2.686
Rata-rata berat jenis	gram/cm ³	2.752					

Berat tanah yang digunakan dalam analisis berat jenis tanah sebanyak 20 gram. Berat labu ukur+air+tanah semakin lama semakin naik. Kenaikan rata rata beratnya dari perubahan suhu dalam rentang waktu 3 menit sebesar 200 sampai 700 mg. Data suhu turun secara teratur karena adanya penambahan air suling

dalam selang waktu 3 menit. Data pengukuran suhu dan berat labu ukur+air+tanah akan menghasilkan data akhir bert jenis tanah di masing masing suhu pengukuran.

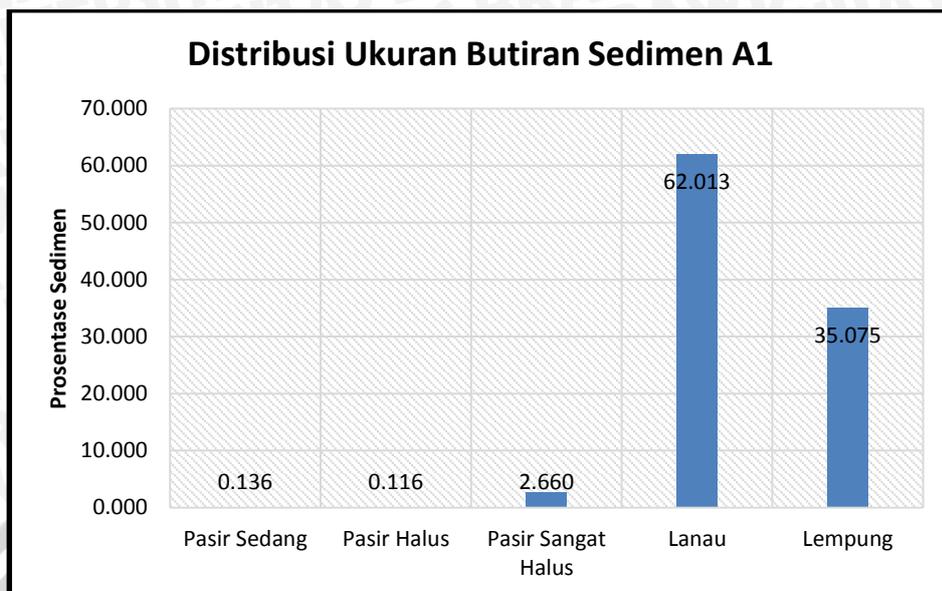
Rata rata berat jenis tanah dititik A1 adalah **2.752 gram/cm³** untuk rata rata berat jenis titik lainnya disajikan pada Lampiran 2. Data ini akan digunakan dalam menentukan nilai faktor koreksi suhu terhadap berat jenis tanah ketika melakukan analisis hidrometer.

- Prosentase ukuran butir sedimen analisis saringan

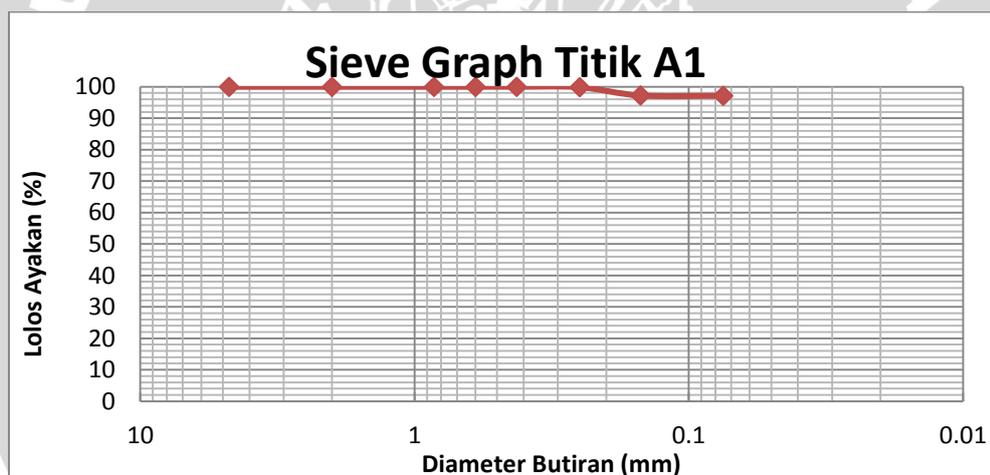
Prosentase ukuran butir sedimen disetiap nomor ayakan disajikan pada Tabel 16. untuk titik lainnya disajikan pada Lampiran 3. Prosentase sedimen disetiap ayakan kemudian di buat diagram batang seperti pada Gambar 13. untuk menunjukkan prosentase sedimen pada setiap jenis sedimen yang berada di Pantai Jabon. Diagram batang distribusi ukuran butiran sedimen seperti pada Gambar 13. untuk titik lainnya disajikan pada Lampiran 4

Tabel 16. Prosentase Ukuran Butir A1

No. Saringan	Berat tertahan saringan	Jumlah tertahan	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0	0	0	100.000
10	0	0	0	100.000
20	0	0	0	100.000
30	0	0	0	100.000
40	0	0	0	100.000
60	0.068	0.068	0.136	99.864
100	0.058	0.126	0.252	99.748
200	1.330	1.456	2.912	97.088
Pan	48.544	50.000	100.000	0



Gambar 13. Distribusi Diameter Sedimen A1



Gambar 14. Sieve Graph A1

Berat tertahan di saringan nomor 4 (ukuran saringan 4.75 mm) sampai 40 adalah 0 gram jadi dapat disimpulkan secara keseluruhan bahwa komposisi sedimen cenderung lumpur. Pasir sedang yang tertahan disaringan nomor 60 (0.25 mm) sebanyak 0.068 gram dengan prosentase dari keseluruhan adalah 1.136%. Pasir halus yang tertahan saringan nomor 100 (0.15 mm) pada stasiun A1 ini adalah 0.058 gram dengan prosentase jumlah tertahan adalah 0.252%. Pasir sangat halus yang tertahan pada saringan nomor 200 atau ukuran saringan 0.075 mm adalah 1.330

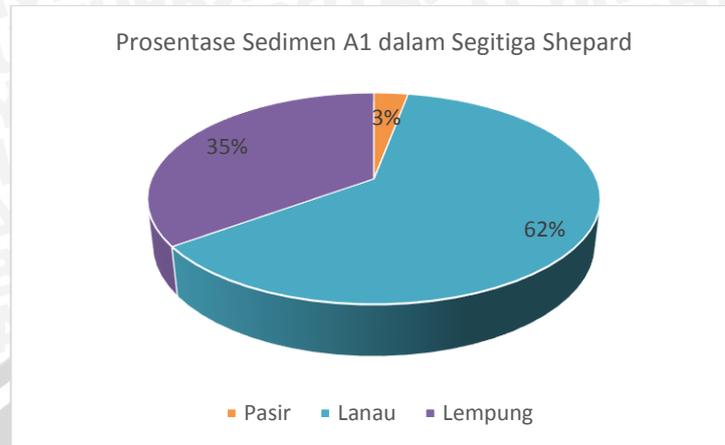
gram dengan prosentase jumlah tertahan dari keseluruhan pasir sangat halus dari fraksi semua jenis sedimen di titik A1 adalah 2.912%. Prosentase lolos saringan nomor 60 adalah 99.86%, nomor 100 adalah 99.748% dan nomor 200 adalah 97.088%, sehingga komposisi *silt* dan *clay* yang tertahan sangatlah banyak. Grafik Ayakan (Sieve Graph) untuk titik A2,A3,A4, titik B,C,D, dan E bisa dilihat dalam Lampiran 5.

- Uji Hidrometer dan Penyesuaian dengan Segitiga *shepard* dan Tabel *udden wentworth*

Uji Hidrometer bertujuan untuk mengklasifikasikan lanau dan lempung yang tertahan di pan atau ukurannya < 0.075 mm. Prosentase jenis sedimen lanau dan lempung diperoleh dari kolom prosentase mengendap terhadap seluruh contoh yang disesuaikan dengan diameter ukuran butir tanah yang terbagi menjadi Lanau/Silt berdiameter 0.075 mm – 0.002 mm. Lempung/Clay = berdiameter <0.002 mm – 0.001 mm. Pada titik A1 prosentase fraksi sedimen di sajikan pada Tabel 17, sedangkan untuk titik lainnya terdapat pada Lampiran 6.

Tabel 17. Prosentase Fraksi Sedimen A1

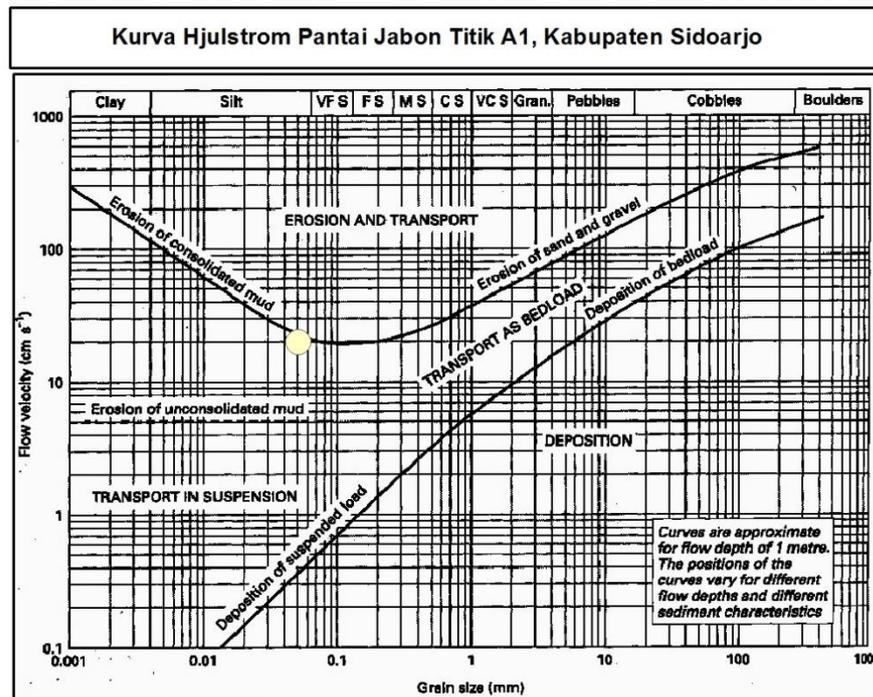
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)			Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4.75	0	Pebble dan Granule	0		
10	2	0	pasir sangat kasar			
20	0.85	0	pasir kasar			
30	0.6	0				
40	0.425	0	pasir sedang			
60	0.25	0.068				2.910
100	0.15	0.058	pasir halus			
200	0.075	1.330	pasir sangat halus			
Pan	< 0.075	48.544	lanau			97.090



Gambar 15. Hasil Uji Hidrometer A1

Prosentase sedimen secara keseluruhan terdiri dari pasir sebanyak 2.91% dan didalam pan yang terdiri dari lanau dan lempung sebanyak 97.09%. Prosentase sedimen yang berada di dalam pan hasil dari uji hidrometer titik A1 yang tersaji pada Gambar 15. menunjukkan bahwa komposisi sedimen jenis *silt/lanau* berkisar sekitar 62% dari keseluruhan sampel sedimen yang berada di titik A1. Prosentase *Clay/lempung* paling banyak kedua dari ketiga jenis sedimen yaitu sebesar 35%. Komposisi pasir yang ada di titik A1 tersebut hanya berkisar 3% dari keseluruhan jenis sedimen yang ada di titik A1 tersebut. Hasil ketiga pembagian fraksi sedimen akan dicocokkan dengan segitiga *shepard*. Hasil uji hidrometer pada titik lainnya disajikan pada Lampiran 7.

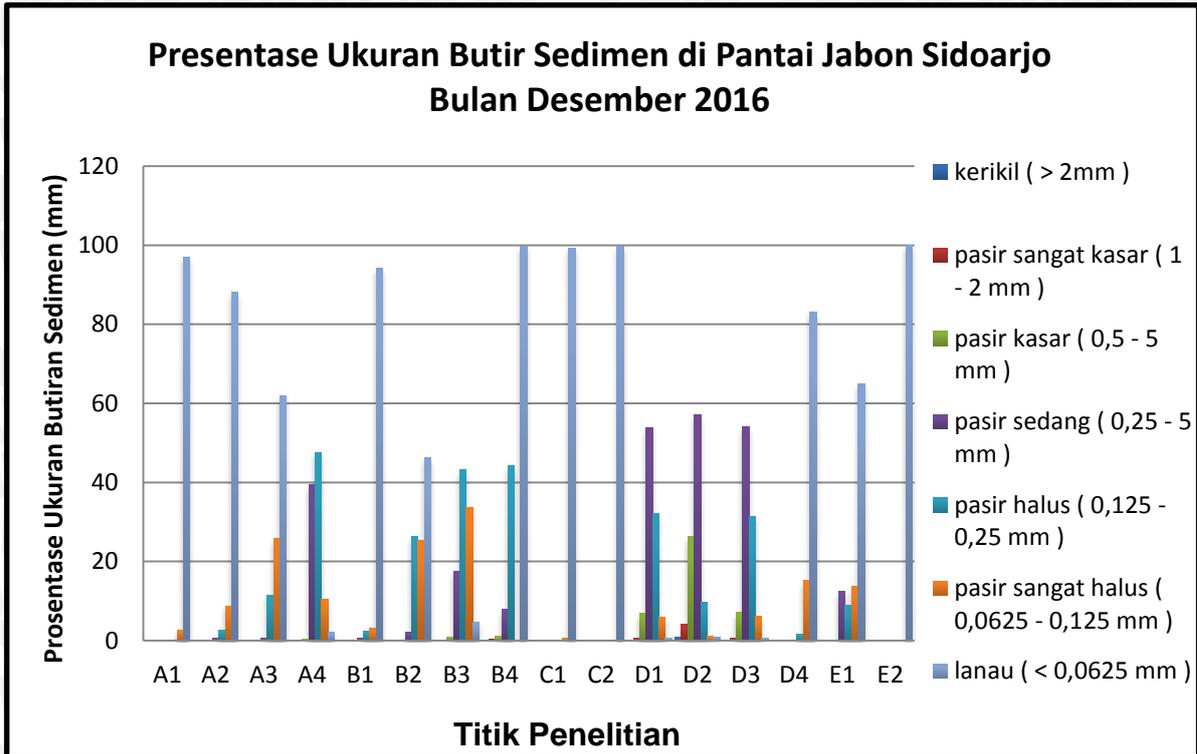
Prosentase *Sand* 3 %, *silt* 62 % dan *clay* 35 % di cocokkan dengan segitiga *shepard* untuk mengetahui pengelompokan sedimen. Garis warna orange mewakili prosentase *Sand/pasir*, garis warna biru mewakili prosentase *silt/lanau* sedangkan garis warna ungu mewakili prosentase *clay/lempung*. Pertemuan dari ketiga garis tersebut berada pada wilayah *Clayey Silt*, sehingga sedimen pada titik A1 tergolong pada jenis sedimen *Clayey Silt*. Hasil plotting prosentase sedimen pada segitiga shepard untuk titik A2,A3,A4, titik B,C,D, dan E bisa dilihat dalam Lampiran 8.



Gambar 16. Kurva Hjulstrom Titik A1

Hasil plotting kecepatan arus dan rata rata ukuran butiran sedimen menunjukkan bahwa sedimen yang berada pada titik A1 mengalami *erosion of unconsolidated mud* atau erosi pada jenis sedimen yang tidak mengumpal (tersuspensi) di dalam air. Plotting pada grafik hjulstrom dilakukan pada titik A, B, C, D, dan E secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 9.

Hasil analisis sedimen didapatkan data sedimen dititik A1, A2, A3, B1, B2, B4, C1, C2, D4, E1 dan E2 didominasi oleh sedimen jenis *clay* dan *silt*. Prosentase sedimen lumpur terbanyak terdapat di titik E2, bahkan hampir pasir nya 0% yang terdiri dari komposisi pasir sangat halus. Analisis sebelas sampel sedimen tersebut menggunakan uji hidrometer karena dominansi komposisi sedimen yang terdiri dari *silt* dan *clay*. Sedimen lumpur di titik B2 hampir seimbang jumlahnya dengan sedimen yang berjenis pasir bahkan melebihi dari separuhnya, akan tetapi jumlah yang tertahan di pan lebih dari 70 gram maka analisisnya tetap memakai uji hidrometer. Titik lainya seperti titik A4, B3, D1, D2, D3 komposisi sedimen

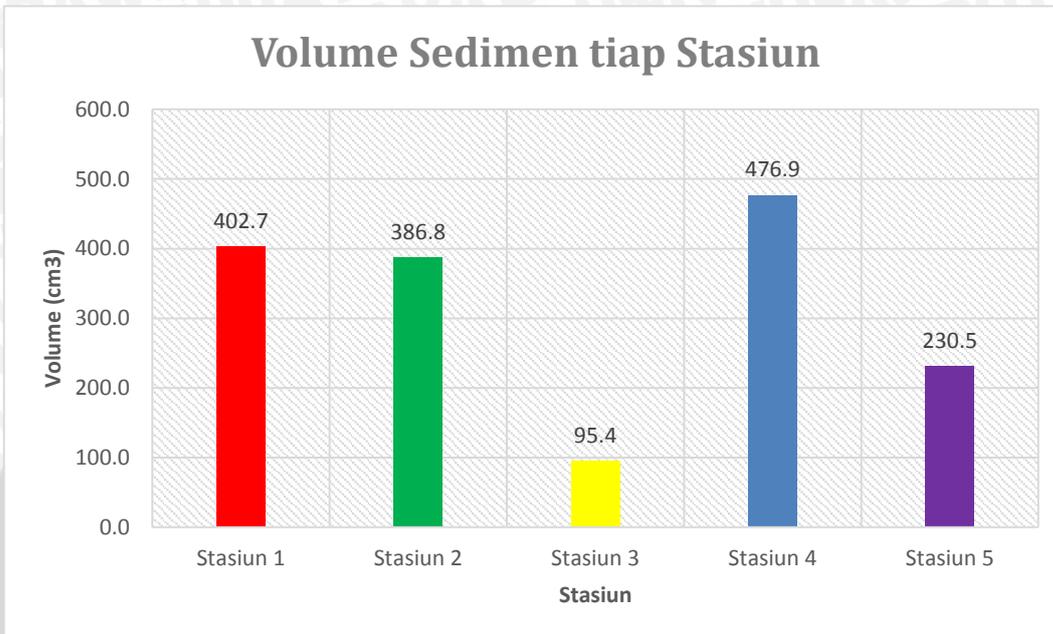


Gambar 17. Perbandingan Presentase Ukuran Butiran Sedimen

didominasi oleh sedimen jenis pasir. Presentase sedimen dari semua titik jenis pasir sedang dengan ukuran 0.25 mm – 0.5 mm paling banyak di stasiun D1,D2,D3 sedangkan di stasiun A4 dan B3 sedimen yang paling banyak ditemukan sedimen dengan jenis pasir halus yang memiliki ukuran 0.125 mm sampai 0.25 mm

4.3.2 Analisis Volume Sedimen

Hasil penancangan sediment trap selama 1 minggu diperoleh data volume yang disajikan pada Gambar 18.



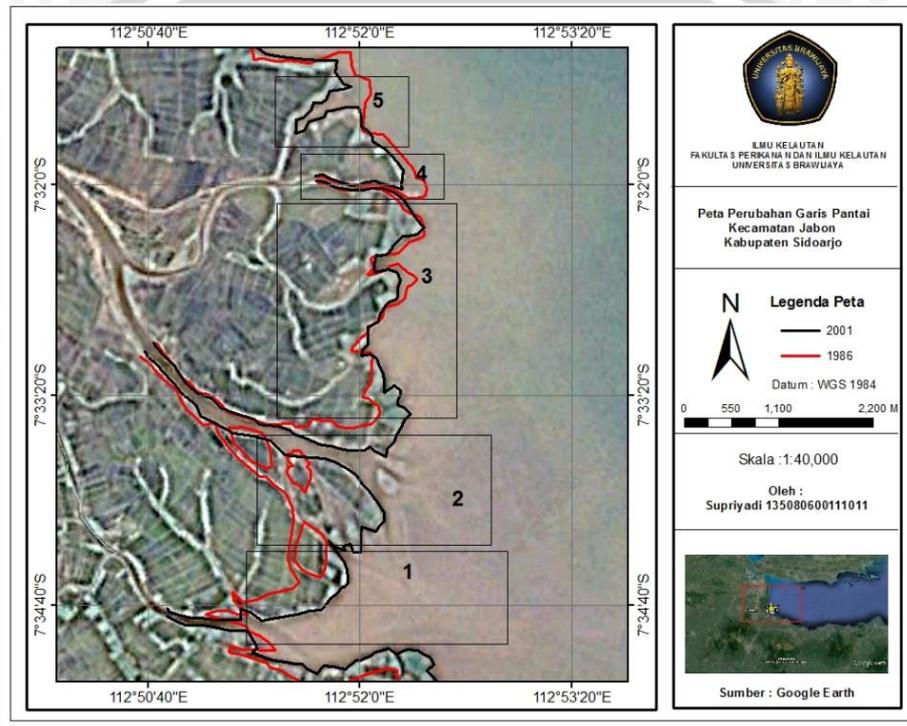
Gambar 18. Volume Sedimen dalam 1 Minggu

Volume sedimen pada Gambar 18. yang diambil pada beberapa stasiun menunjukkan bahwa berkisar antara 95.4 cm³ sampai 476.9 cm³. Hasil volume sedimentasi tersebut merupakan rata-rata dari penancangan sediment trap pada setiap titik pengambilan sampel sedimen selain itu data ini diambil dalam interval waktu satu minggu. Pada stasiun 3 volume sedimen cenderung lebih sedikit jika dibandingkan dengan stasiun yang lain, hal ini disebabkan karena stasiun 3 tidak berhadapan langsung dengan muara sungai porong dan muara sungai kedunglarangan. Stasiun 4 menunjukkan volume sedimen yang cukup tinggi hal tersebut dikarenakan adanya pengaruh butiran sedimen lempung yang mudah terbawa oleh arus sehingga sedimen yang terbawa ke dalam tabung paralon sediment trap juga cukup besar. Stasiun 4 juga berhadapan dengan muara sungai Bajul yang berada di Pantai Jabon. Stasiun 1 memiliki volume sedimen terbanyak

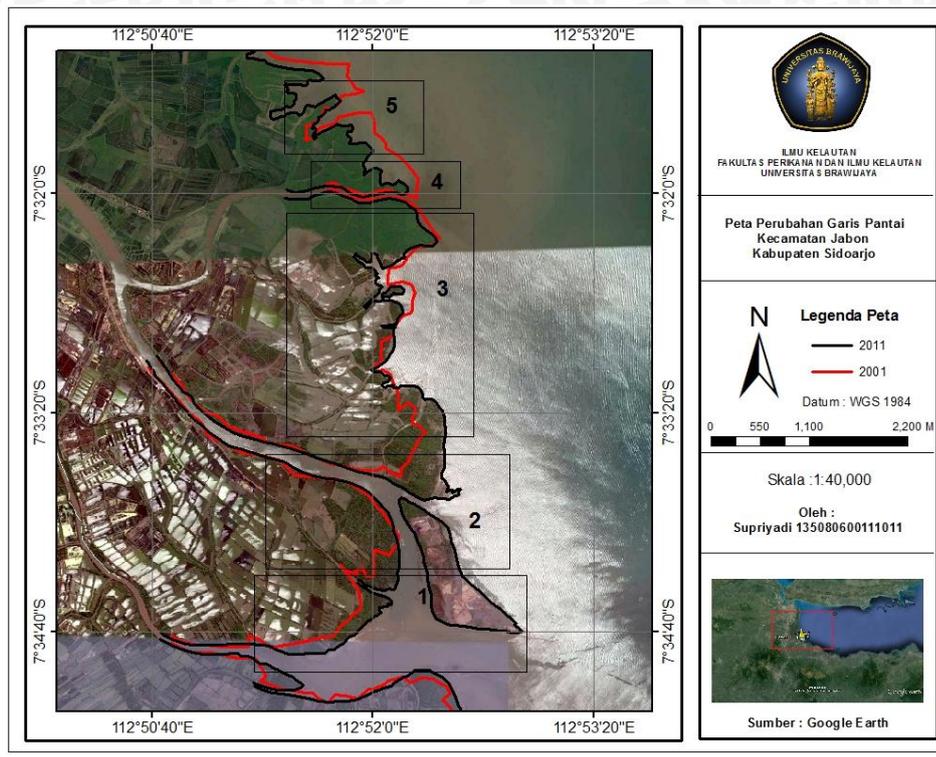
nomor dua dari beberapa stasiun yang ada yaitu sebesar 402.7 cm^3 . Hal tersebut dikarenakan sedimen yang berada di stasiun 1 cenderung lumpur sehingga mudah masuk dan terbawa kedalam tabung sediment trap. Pada stasiun 2 yang merupakan muara utama sungai porong volume nya sebanyak 386.8 cm^3 . Rata rata volume sedimen pada stasiun 2 nomor tiga terbanyak dari seluruh stasiun, hal ini disebabkan karena sedimen yang berada pada stasiun tersebut cenderung pasir jadi memungkinkan sulitnya sedimen untuk masuk kedalam sediment trap. Selain itu kondisi harus pada stasiun ini cenderung kecil yaitu sekitar 1.0 m/s sehingga menyebabkan sedimen sulit untuk terbawa ke laut terbuka. Stasiun 3 dan 5 memiliki karakteristik yang sama yaitu berada diantara muara sungai porong dan kedunglarangan. Volume sedimen yang berada di stasiun 5 lebih banyak yaitu sebesar 203.5 cm^3 karena letaknya yang lebih dekat dengan muara sungai kedunglarangan sedangkan stasiun 3 letaknya sangat jauh dari aliran muara sungai porong sehingga volume sedimen yang terkumpul dalam satu minggu hanya berkisar 95.4 cm^3 . Kesimpulan akhir dari data volume sedimen yang didapat adalah stasiun 4 memiliki laju sedimen yang cukup tinggi hal tersebut dimungkinkan bahwa kedepannya stasiun 4 akan mengalami pendangkalan seperti yang ada di stasiun 1.

4.4 Perubahan Garis Pantai

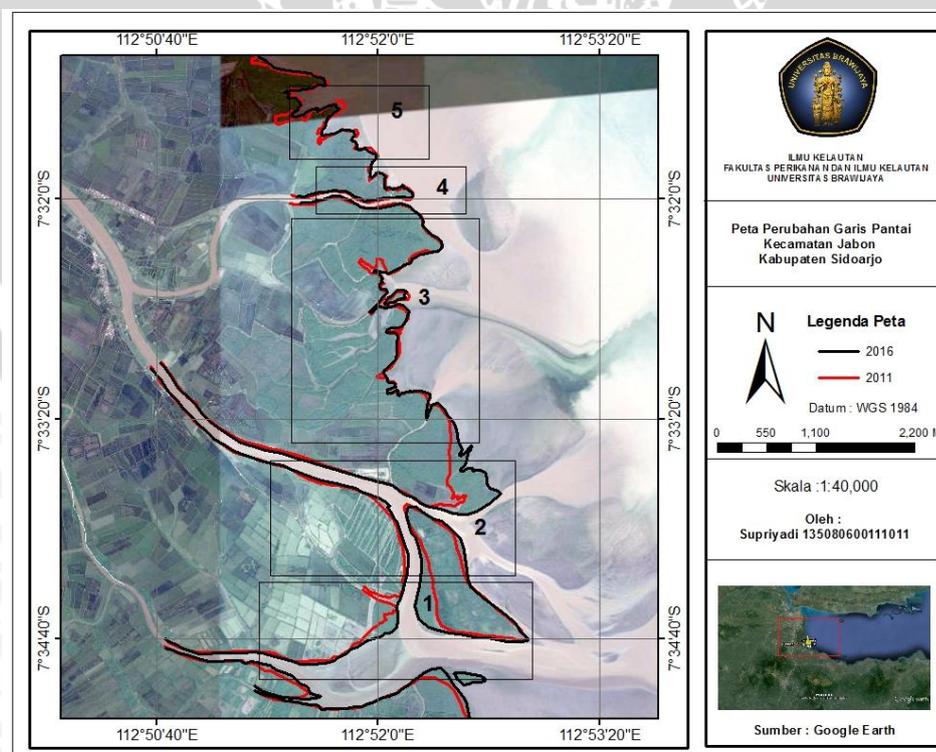
Perubahan garis pantai di Pantai Jabon dijelaskan pada Gambar 19, 20, dan 21 yang menunjukkan perubahan tahun 1986, 2001, 2011, dan 2016. Gambar 19. menunjukkan perubahan garis pantai tahun 1986 – 2001, Gambar 20. perubahan garis pantai pada tahun 2001 – 2011, dan Gambar 21. menunjukkan perubahan garis pantai tahun 2011 – 2016.



Gambar 19. Perubahan Garis Pantai Tahun 1986 – 2001



Gambar 20. Perubahan Garis Pantai Tahun 2001 – 2011



Gambar 21. Perubahan Garis Pantai Tahun 2011 – 2016

Hasil digitasi peta diketahui bahwa pantai mengalami erosi pada tahun 2001 – 2011 di muara sungai bagian utara (Kali Bajul) Sungai Porong, akan tetapi tahun 2011 – 2016 mengalami sedimentasi. Penelitian Ramadhani (2015) menyebutkan wilayah di muara sungai sebelah utara mengalami perubahan kedalaman yang cukup besar, sedangkan yang berada di dekat muara sungai porong sebelah selatan mengalami sedimentasi yang cukup cepat. Pembentukan delta pada stasiun 1 dan 2 memang sengaja dibuat sebagai tempat pembuangan lumpur lapindo. Perubahan garis pantai Gambar 19. pada stasiun 1 mengalami sedimentasi sekitar ± 120 meter per 15 tahun sehingga per tahunnya ± 8 meter. Stasiun 2 mengalami akresi ± 90 meter per 15 tahun sehingga akresi per tahunnya selebar 6 meter. Stasiun 3 mengalami erosi dan sedimen, pada stasiun 3 sebelah selatan sedimentasinya berkisar 5 meter per tahun sedangkan sebelah utara erosinya 3 meter per tahun. Tahun 1986 – 2001 stasiun 4 dan 5 mengalami erosi selebar 100 meter, sehingga perubahan per tahunnya adalah 6.7 meter.

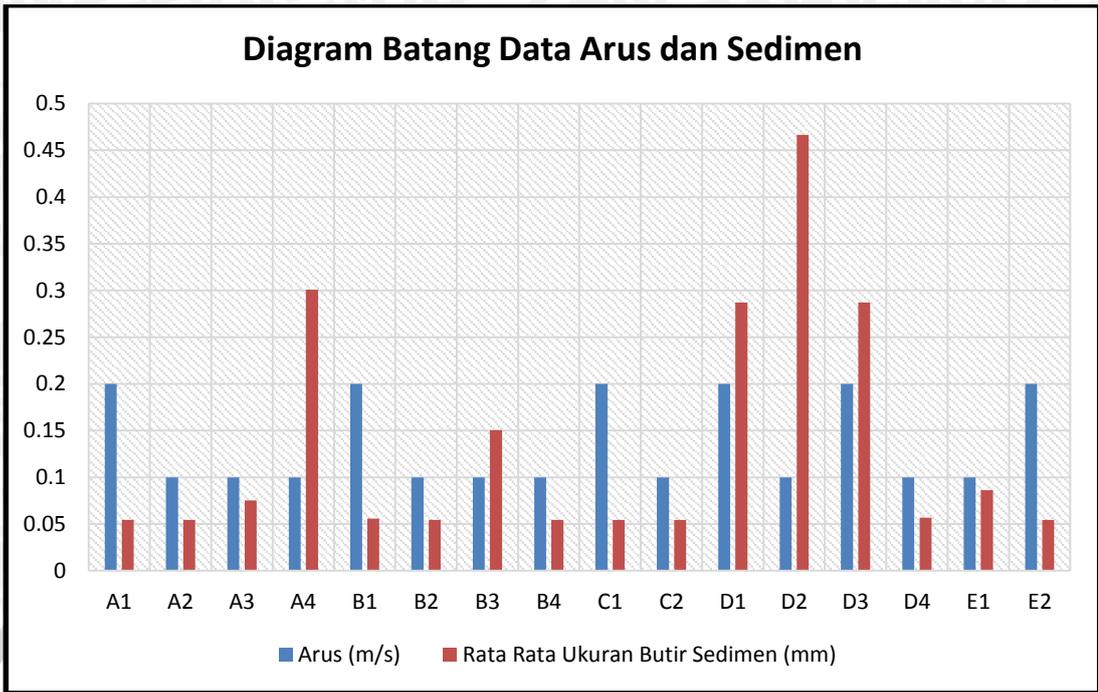
Gambar 21. Menunjukkan perubahan garis pantai pada tahun 2011 sampai 2016. Tahun 2002 sampai 2009 kondisi citra Google Earth mengalami gangguan sehingga penulis membandingkan gambar garis pantai pada tahun 2001 dengan 2011 jangka waktu 10 tahun dan 2011 dengan 2016 jangka waktu 5 tahun. Gambar 20. menunjukkan tahun 2001 pulau buatan yaitu Pulau Sarinah belum terbentuk, akan tetapi pada tahun 2011 sudah terlihat jelas perubahan garis pantai pada tahun 2001 – 2011 stasiun 1 adalah sedimentasi ± 5 meter/tahun. Stasiun 2 sedimentasi yang terjadi sebesar ± 4 meter/tahun. Stasiun 3 sebelah selatan mengalami sedimentasi ± 4 meter/tahun sedangkan sebelah utara erosi yang terjadi selebar ± 3 meter/tahun. Stasiun 4 dan 5 mengalami erosi per tahunnya 5 meter dan 6 meter. Hal tersebut dimungkinkan karena adanya pengaruh arus pasang surut. Perubahan garis pantai pada tahun 2011 – 2016 seperti pada Gambar 21. stasiun 1 sebelah selatan rata rata mengalami sedimentasi seluas \pm

2 sampai 3 meter/tahun. Sisi barat sebelah selatan stasiun 1 menunjukkan sedimentasi yang cukup besar sekitar 30 m/tahun, sedangkan untuk sisi sebelah utara sedimentasinya hanya berkisar 10 meter per 5 tahun jadi per tahunnya hanya 2 meter. Stasiun 2 sebelah selatan laju sedimentasinya sangat rendah jika dibandingkan dengan sebelah utara pada tahun 2011 sampai tahun 2016. Bagian utara stasiun 2 sedimentasinya 200 meter per 5 tahun sehingga per tahunnya pada tahun 2011 – 2016 mengalami akresi ± 40 meter, sementara itu pada stasiun 2 sebelah selatan hanya berkisar 5 meter per tahun. Stasiun 3 sebelah selatan pantai mengalami akresi selebar 10 meter dalam rentang waktu lima tahun sehingga dapat dilihat mengalami perubahan sebesar 2 meter per tahun. Stasiun 3 sebelah utara mengalami akresi ± 5 meter per 5 tahun sehingga perubahannya hanya 1 meter per tahun. Perubahan garis pantai selama 5 tahun pada stasiun 4 dan 5 ± 10 meter sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua stasiun tersebut mengalami sedimentasi perubahan garis pantai selebar 2 meter per tahun.

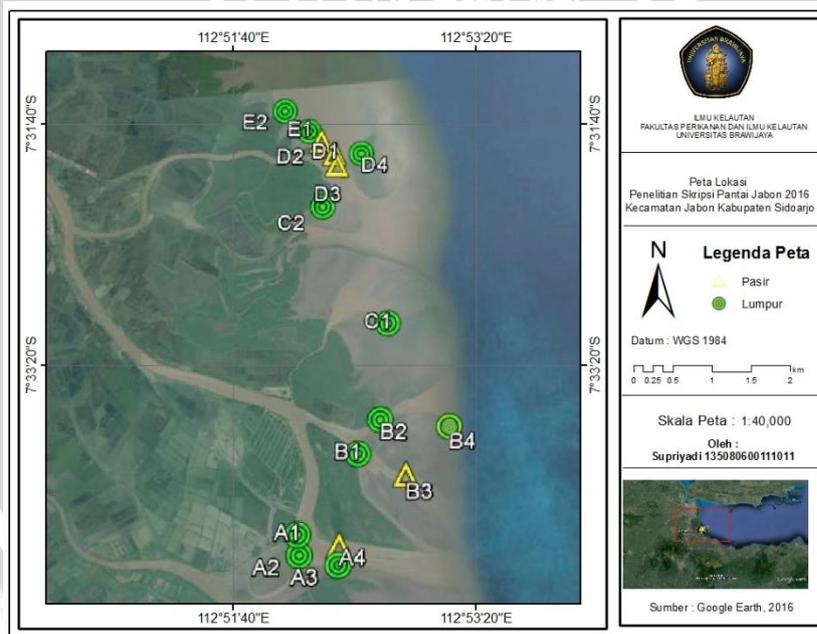
4.5 Dinamika Pantai Jabon Sidoarjo

4.5.1 Analisis Kecepatan Arus dan Ukuran Butiran Sedimen

Gambar 22. Menunjukkan diagram ukuran butir sedimen dari kerikil sampai *silt* dan *clay* dengan kondisi arus pada setiap titik pengambilan sampel sedimen tersebut. Pengukuran arus menggunakan current meter digital tipe FP111 *Global Water Flow Probe* sehingga dihasilkan data arus satu angka di belakang koma. Menurut Purnawan (2012) menyatakan bahwa peningkatan ukuran butiran sedimen selaras dengan bertambahnya kecepatan arus yang lebih tinggi. Perairan dengan kondisi turbulensi tinggi, memiliki kenampakan sedimen yang makroskopis.



Gambar 22. Data Arus dan Ukuran Butir Sedimen



Gambar 23. Peta Persebaran Sedimen

Tabel 18. Data Arus dan Sedimen

Titik	Arus (m/s)	Rata Rata Ukuran Butir Sedimen (mm)
A1	0.2	0.050
A2	0.1	0.050
A3	0.1	0.080

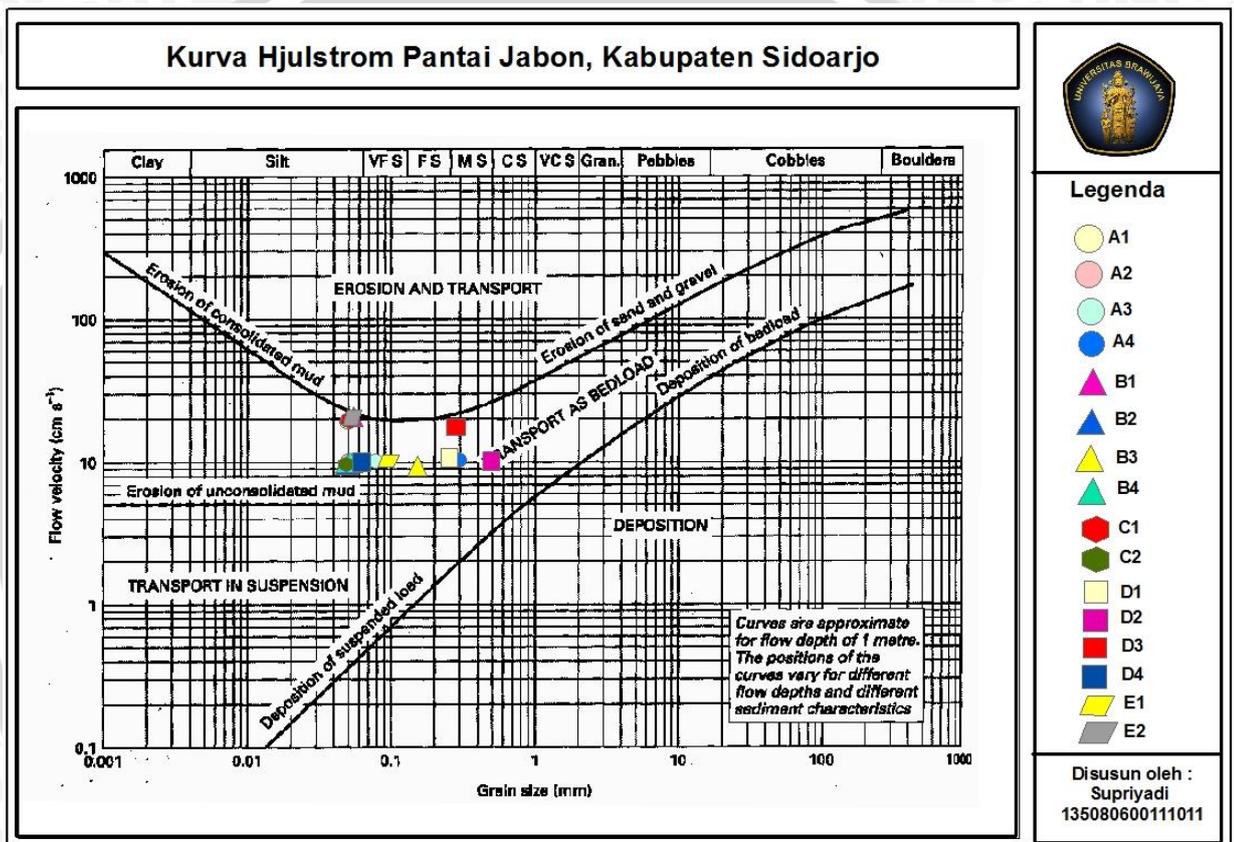
Titik	Arus (m/s)	Rata Rata Ukuran Butir Sedimen (mm)
A4	0.1	0.300
B1	0.2	0.060
B2	0.1	0.050
B3	0.1	0.150
B4	0.1	0.050
C1	0.2	0.050
C2	0.1	0.050
D1	0.2	0.290
D2	0.1	0.470
D3	0.2	0.290
D4	0.1	0.060
E1	0.1	0.090
E2	0.2	0.050

Hasil analisis diagram batang pada Gambar 22. dan peta sebaran sedimen pada Gambar 23. dari data kecepatan arus dengan rata rata ukuran butiran sedimen (Tabel 18.) menunjukkan bahwa sedimen yang berada di titik A1 dengan rata rata diameter ukuran butiran sedimen 0.05 mm (*silt* dan *clay*) berada pada kecepatan arus 0.2 m/s. Titik A2 memiliki rata rata ukuran butiran sedimen 0.05 mm dengan kecepatan arus 0.1 m/s. Titik A3 memiliki rata rata ukuran butiran sedimen 0.08 m/s atau masuk klasifikasi pasir sangat halus yang berada pada kecepatan arus 0.1 m/s. Titik A4 memiliki rata rata ukuran butiran sedimen 0.30 mm (pasir sedang). Stasiun B pada titik B1, B2 dan B4 memiliki sedimen klasifikasi lumpur yang berada pada kecepatan arus 0.2 m/s untuk B1 dan 0.2 m/s untuk B2 dan B4. Titik C1 dan C2 sama sama memiliki sedimen jenis lumpur dengan kecepatan arus pada C1 lebih besar dari C2. Sedimen titik D1 dan D3 rata rata diameter ukuran butirnya adalah 0.29 mm yang masuk dalam klasifikasi pasir sedang dengan kecepatan arus 0.2 m/s. Titik D2 sama halnya dengan titik D1 akan tetapi memiliki kecepatan arus yang lebih rendah yaitu sebesar 0.1 m/s. Titik D4 memiliki rata rata ukuran butiran sedimen 0.06 mm (lumpur) dengan kecepatan arus 0.1 m/s. Klasifikasi rata rata ukuran diameter butiran sedimen pada titik E1 dan E2 adalah

silt dan clay dengan kecepatan arus pada E1 sebesar 0.1 m/s sedangkan titik E2 kecepatan arusnya 0.2 m/s.

4.5.2 Analisis Dinamika Pantai Jabon Kabupaten Sidoarjo

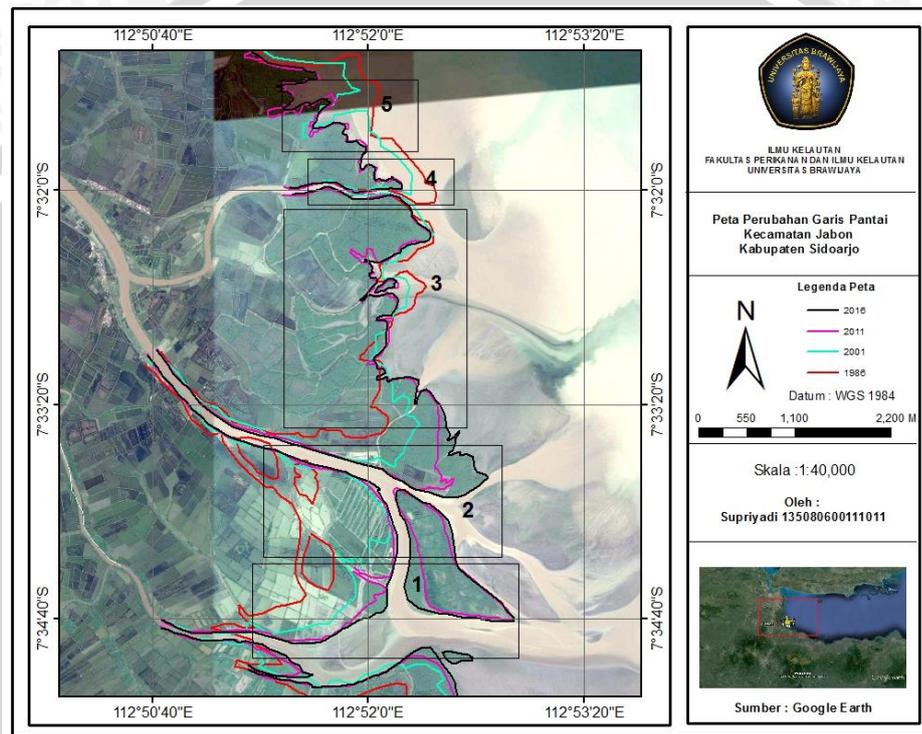
Hubungan antara arus dan ukuran butir sedimen di plotting di dalam kurva Hjulstrom pada Gambar 24. untuk mengetahui dinamika pantai dan pola transport sedimen yang terjadi di Pantai Jabon Kabupaten Sidoarjo.



Gambar 24. Kurva Hjulstrom Pantai Jabon

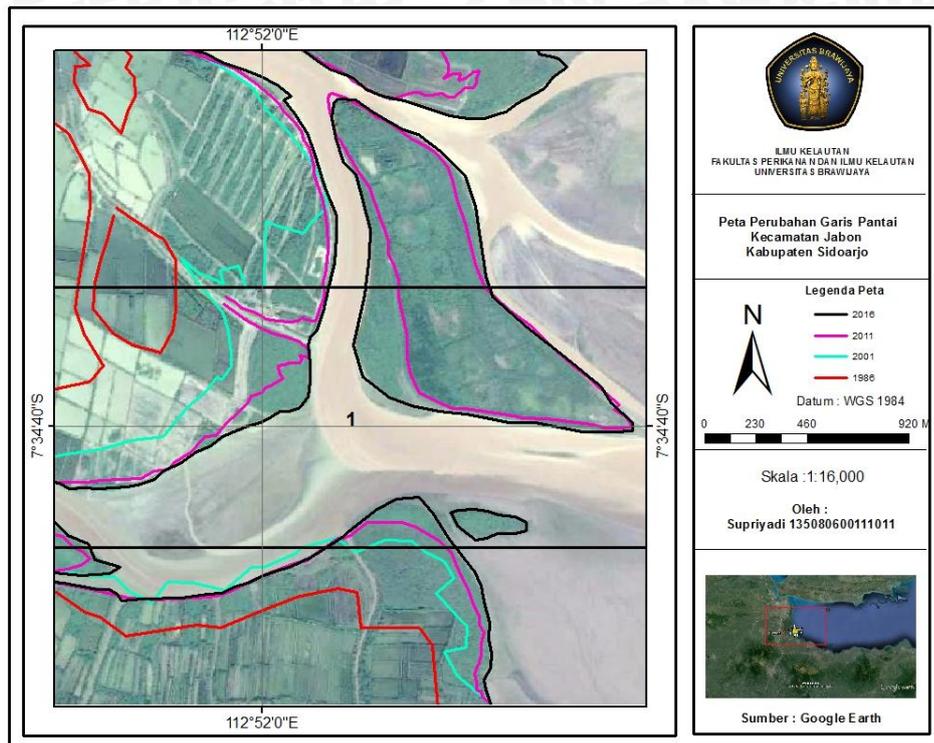
Hasil analisis kurva Hjulstrom menunjukkan bahwa rata rata sedimen yang berada pada titik A1, A2, A3, B2, B3, B4, C1, C2, D4, E1 dan E2 mengalami kondisi *Erosion of unconsolidated mud* atau kondisi pantai akan mengalami erosi apabila sedimen berada pada kondisi sedimen lempung yang tersuspensi atau tidak mengumpul. B1 berada pada kondisi garis kritis *erosion of consolidated mud*, hal ini berarti sedimen yang berbenuk gumpalan akan mudah tererosi jika

dibandingkan dengan sedimen lumpur yang berada pada kondisi suspensi, akan tetapi karena berada di garis kritis dalam kondisi arus yang rendah sedimen akan tererosi dalam kondisi *unconsolidated* (tidak bergumpal). Sedimen berbentuk pasir pada titik A4, D1, D2, dan D3 akan mengalami *transport as bedload* yang berarti sedimen yang berbutir kasar tersebut akan berpindah dari suatu tempat ke tempat lain di dasar perairan karena adanya aliran arus dengan kecepatan tertentu.

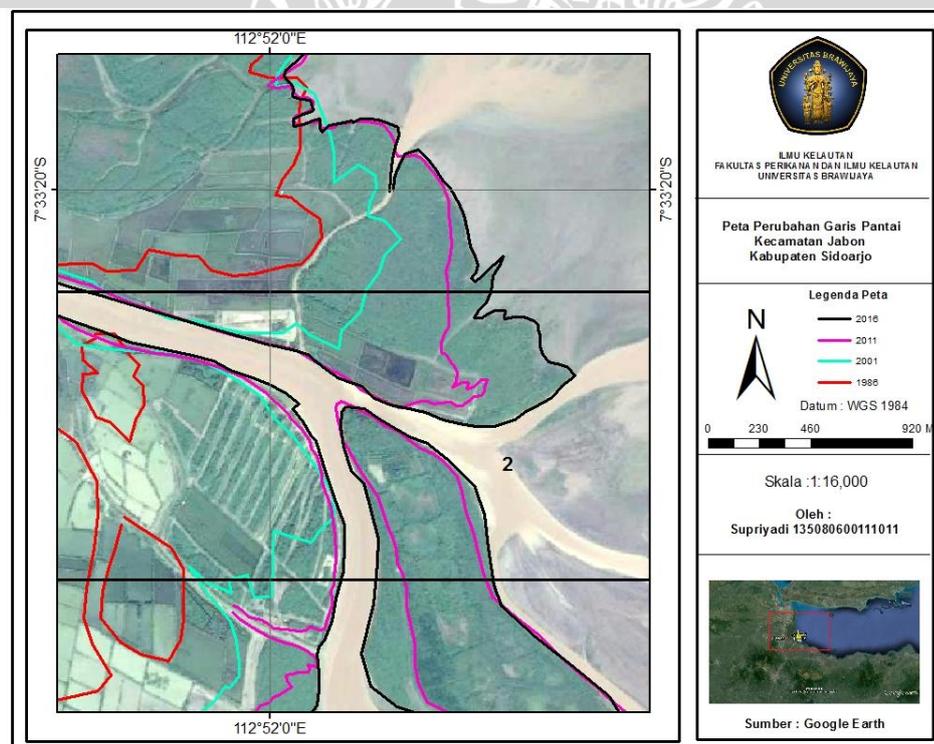


Gambar 25. Perubahan Garis Pantai 1986 – 2016

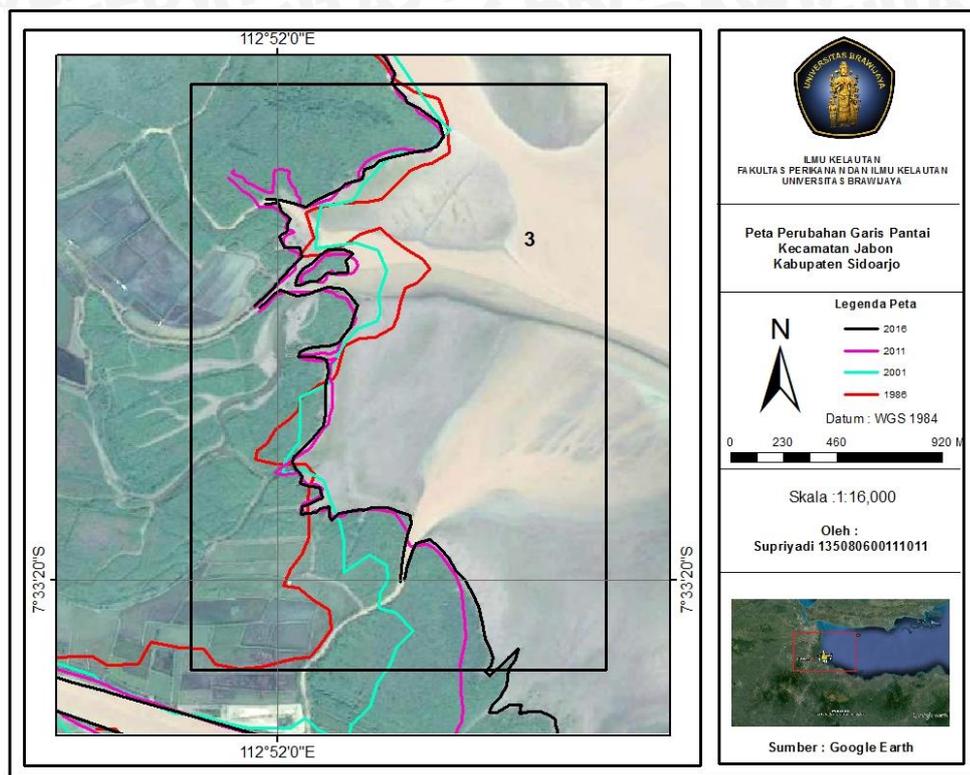
Perubahan garis pantai jika kita hubungkan dengan grafik Hjulstrom menunjukkan korelasi yang positif, secara keseluruhan pantai Jabon mengalami sedimentasi. Grafik Hjulstrom menunjukkan kebanyakan sedimen mengalami *erosion unconsolidated mud* atau kondisi tererosi jika sedimen tidak berbentuk gumpalan, akan tetapi prosentase sedimen di lapangan kebanyakan prosentase silt dan clay yang lebih banyak dari pada pasir sehingga pantai sulit untuk tererosi. Istilah *erosion unconsolidated mud* disebut juga *transport in suspension* jadi kondisi sedimen yang tersuspensi jika tidak berbentuk gumpalan di perairan.



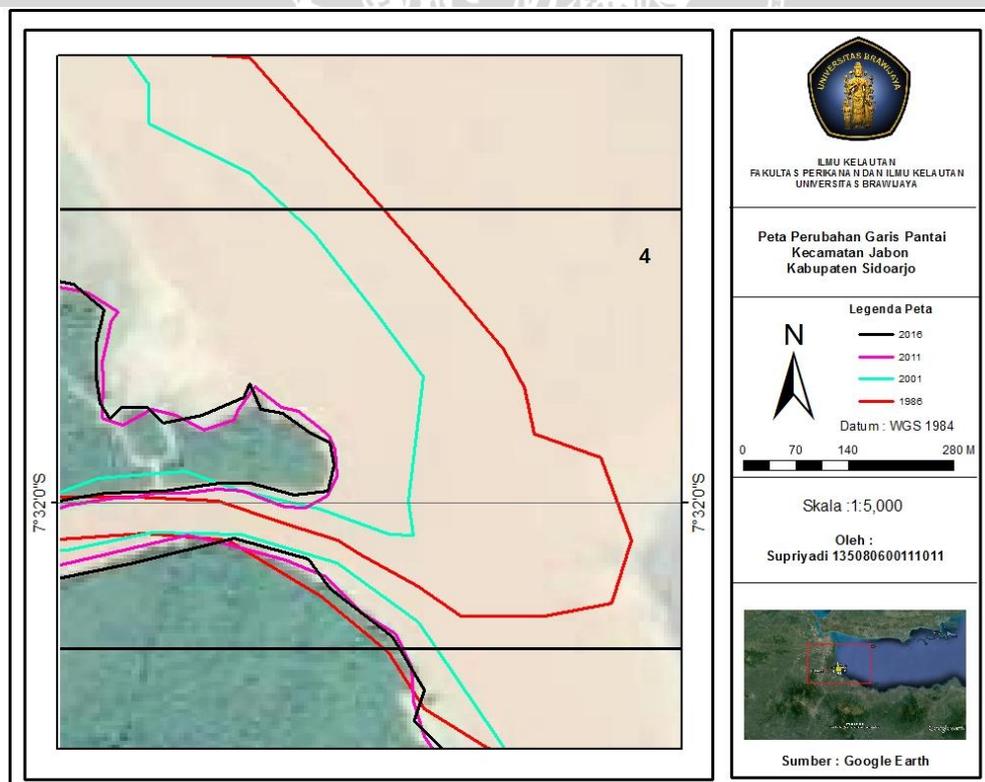
Gambar 26. Perubahan Garis Pantai 1986 – 2016 Stasiun 1



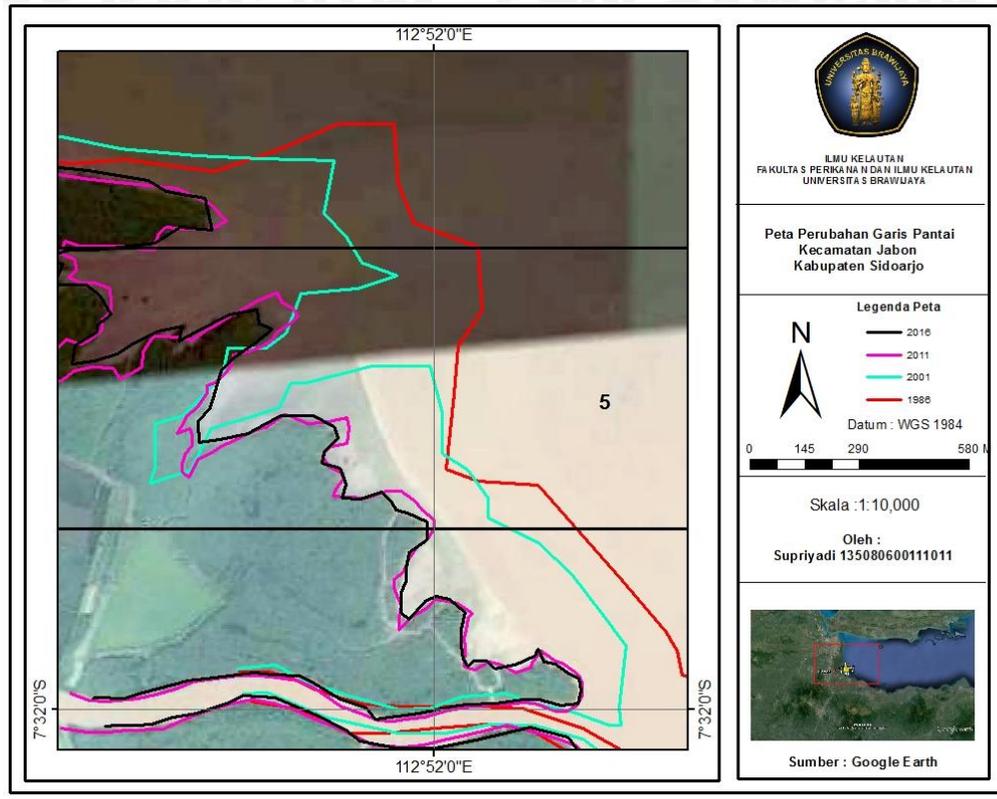
Gambar 27. Perubahan Garis Pantai 1986 – 2016 Stasiun 2



Gambar 28. Perubahan Garis Pantai 1986 – 2016 Stasiun 3



Gambar 29. Perubahan Garis Pantai 1986 – 2016 Stasiun 4



Gambar 30. Perubahan Garis Pantai 1986 – 2016 Stasiun 5

Dilihat dari tipe sedimentasinya secara keseluruhan pada Gambar 25. menunjukkan bahwa tipe muara yang terdapat di stasiun 1 dan 2 (Gambar 26. dan Gambar 27.) merupakan tipe muara yang didominasi oleh aliran sungai atau debit sungai. Ciri ciri muara jenis ini adalah terbentuknya delta pada Gambar 26 dan 27 yang berada di muara Sungai Porong sebelah selatan, selain itu pengaruh gelombang juga tidak terlalu signifikan karena rata rata tinggi gelombang di Bulan Desember hanya 0.03 meter dengan arah menuju ke arah timur. Arah gelombang yang tidak menuju garis pantai sehingga pengaruh gelombang sangat kecil. Stasiun 3 pada Gambar 28. sebelah utara dalam tahun tahun sebelumnya mengalami erosi karena suplai sedimen yang terbawa oleh aliran sungai lebih banyak berada di muara sungai sebelah selatan (Stasiun 1, 2, & 3 sebelah selatan) akan tetapi mulai tahun 2011 sudah mengalami sedimentasi yang disebabkan oleh suplai sedimen dari lumpur lapindo. Stasiun 4 dan 5 (Gambar 29. dan Gambar 30.)

pada tahun 2011 mulai mengalami sedimentasi, tipe muara ini didominasi oleh pasang surut, terlihat dari pola muaranya berbentuk lonceng atau corong.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian kajian dinamika Pantai Jabon, Kabupaten Sidoarjo adalah sebagai berikut :

1. Hasil penelitian kondisi hidro-oseanografi kecepatan arus terbesar 0.2 m/s dominan berada di dekat mulut menuju ke arah timur, sedangkan yang berada disekitar muara menuju ke arah barat atau tenggara yang dipengaruhi oleh pasang surut. Tinggi gelombang tanggal 18 Desember 2016 berkisar antara 0.08 s/d 0.09 m dengan data gelombang selama satu tahun dominan menuju ke arah timur. Tipe pasang surut di wilayah Pantai Jabon Sidoarjo campuran cenderung harian ganda.
2. Sebagian besar jenis sedimen yang berada di wilayah Pantai Jabon bebutir halus yang terdiri dari *silt* dan *clay* dengan ukuran 0.0625 mm s/d 0.00006 mm. Laju sedimen paling besar berada di dekat muara sungai sebelah selatan (Stasiun 1) dan muara sungai sebelah utara (Stasiun 4) sebesar 67 cm³/hari.
3. Tahun 1986 – 2001 banyak sekali terjadi terbentuk delta sehingga perubahan luasan pantainya hampir terjadi ± 3 s/d ± 8 meter per tahun akan tetapi di stasiun 4 dan 5 mengalami erosi berkisar ± 6 meter per tahun. Tahun 2011 sampai tahun 2016 setelah terjadinya luapan lumpur lapindo tahun 2006 sedimentasi berkisar antara 1 meter sampai 5 meter dalam setiap tahunnya.
4. Kajian dinamika pantai menunjukkan Pantai Jabon mengalami sedimentasi. Hal tersebut didukung dengan hasil kurva Hjulstrom menunjukkan bahwa sedimen yang berada di pantai jabon cenderung mengalami suspensi, akan tetapi komposisi sedimen yang terdapat *clay*

memungkinkan pantai tersebut mengalami sedimentasi karena akumulasi *clay* yang terus menerus. Sedimentasi di wilayah Porong lebih didominasi oleh sumber sedimen yang berasal dari aliran muara Sungai Porong.

5.2 Saran

Penelitian kajian dinamika pantai memiliki parameter yang sangat luas sehingga membutuhkan pengukuran data yang relatif banyak, oleh sebab itu penggunaan sumberdaya manusia dan juga waktu penelitian perlu diperhatikan. Kondisi seperti Pantai Jabon memiliki perubahan hidro-oseanografi yang relatif cepat disarankan ketika melakukan penelitian di pantai ini lebih diperhatikan lagi kondisi lingkungan pantai termasuk pada waktu pasang surut, arus dan gelombang.

Terjadinya pendangkalan yang tinggi menyebabkan berubahnya faktor hidro-oseanografi. Mata pencaharian masyarakat sekitar adalah nelayan sangat besar terkena dampak dari pendangkalan, karena mempengaruhi perubahan alur pelayaran yang menyebabkan penggunaan bahan bakar solar yang digunakan juga semakin banyak. Pendangkalan yang besar juga dapat menyebabkan banjir didekat muara sungai tersebut. Rekomendasi yang tepat adalah melakukan pengerukan kemudian membangun sebuah *seawall* sehingga pola sedimentasi terpusat pada wilayah yang telah ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajiwibowo, H., Nita, Y., 2011. Model Fisik Pengaman Pantai. ITB, Bandung.
- Alhaq, M.N., 2015. (Skripsi) Studi Distribusi Sedimen Permukaan Dasar Perairan Berdasarkan Diameter Ukuran Butir di Muara Sungai Porong, Sidoarjo, Jawa Timur. FPIK UB, Malang.
- Angkotasari, A.M., Nurjaya, I.W., Natih, N.M., 2014. Shoreline Change Analysis Of The South West Coast At Ternate Island, North Molucas Province. J. Teknol. Perikan. dan Kelaut. 3.
- Arifin, T., Yulius, Y., Ismail, M.F.A., 2012. Kondisi arus pasang surut di perairan pesisir kota Makassar, Sulawesi Selatan. Depik 1.
- Atmodjo, W., 2011. Studi penyebaran sedimen tersuspensi di muara Sungai Porong Kabupaten Pasuruan. Bul. Oseanografi Mar. 1.
- Bayhaqi, A., Dungga, C.M.A., 2015. Distribusi butiran sedimen di pantai Dalegan, Gresik, Jawa Timur. DEPIK 4. doi:10.13170/depik.4.3.3054
- Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S.P., Sitepu, M.J., 1996. Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Dean, R.G., Dalrymple, R.A., 2004. Coastal Processes With Engineering Applications. Cambridge University Press, Cambridge.
- Febribusmadian, Purwanto, Hariadi, 2011. Studi Pola Arus dan Sedimentasi di Dekat Breakwater Bagi Kolam Labuh Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. J. Oceanogr. 1, 178–185.
- Folk, R.L., Ward, W.C., 1957. Brazos River bar, a study in the significance of grainsize parameters. J Sediment. Petrol. 27, 3–26.
- Hasriyanti, 2013. Analisis Kelerengan Dan Jenis Butir Sedimen Dasar Perairan Untuk Wisata Pantai di Pulau Samalona Makassar Sulawesi Selatan. J. Sainsmat 198–208.

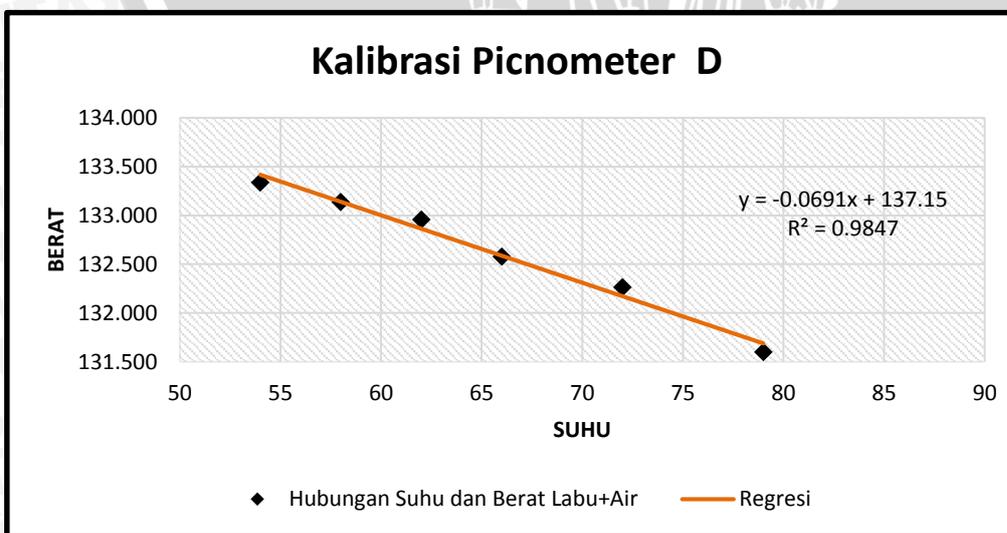
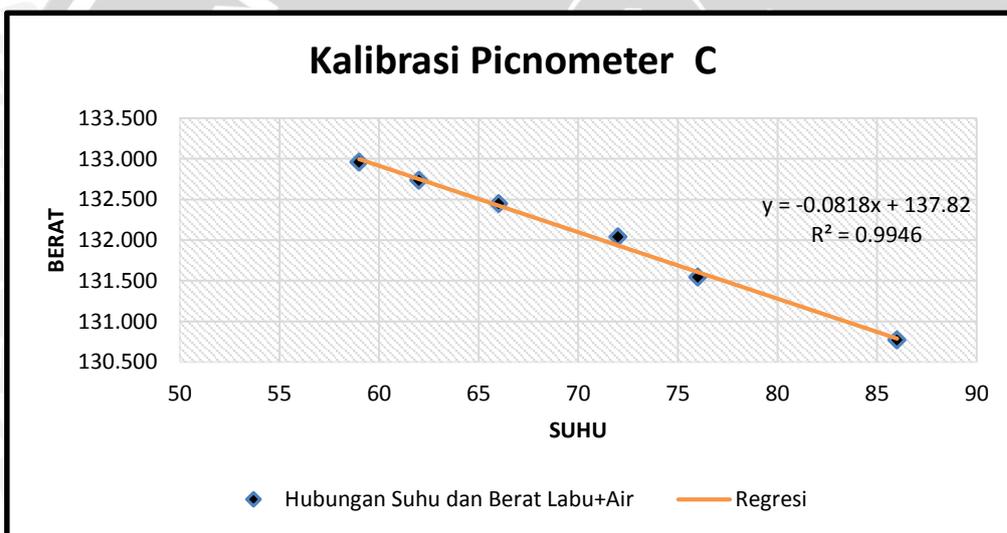
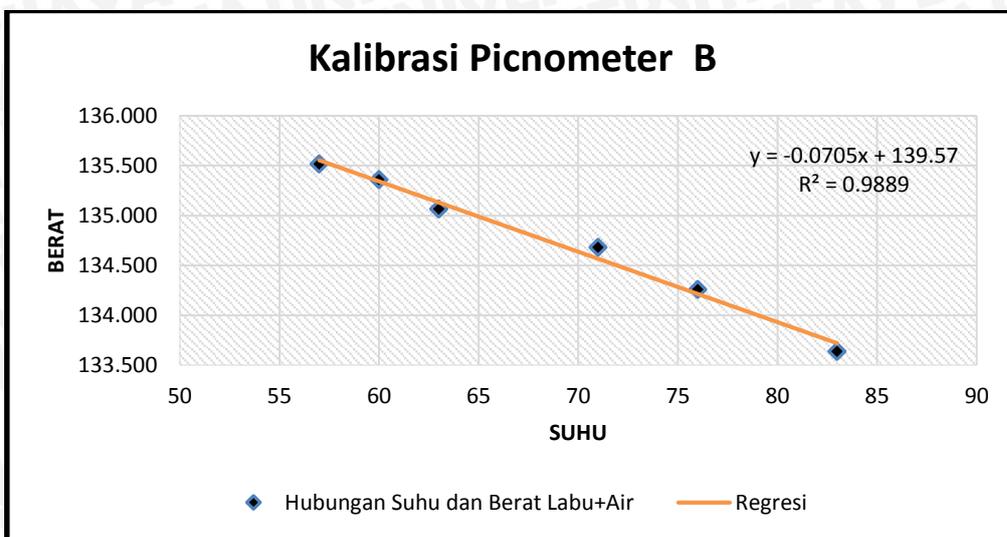
- Hidayat, N., 2005. Kajian Hidro-Oseanografi Untuk Deteksi Proses Proses Fisik di Pantai. *J. Smartek* 2, 73–85.
- Kalay, D.E., Manilet, M., Wattimurry, J.J., 2014. Kemiringan Pantai dan Distribusi Sedimen Pantai di Pesisir Utara Pulau Ambon. *J. TRITON* 10, 91–103.
- Kasim, F., Salam, A., 2015. Identifikasi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit serta Korelasinya dengan Penutup Lahan di Sepanjang Pantai Selatan Provinsi Gorontalo. *J. Nike* 3.
- Krisetyana, H., 2008. Tingkat Efisiensi Penggelontoran Endapan Sedimen di Waduk PLTA PB. Sudirman. Universitas Diponegoro.
- Kurniawan, R., Habibie, M.N., Suratno, 2011. Variasi Bulanan Gelombang Laut di Indonesia (Monthly Ocean Waves Variation Over Indonesia). Puslitbang BMKG Kemayoran Jkt.
- Kusuma, H., 2009. Karakteristik Gelombang dan Arus di Deretan Indramayu. *P2O-LIPI* 13, 163–172.
- Leeder, M.R., 1992. *Sedimentology (Process and Product)*. Chapman and Hall, London.
- Loupatty, G., 2013. Karakteristik Energi Gelombang dan Arus Perairan di Provinsi Maluku. *J. Barekeng* 7, 19–22.
- Massinai, M.A., 2012. Studi Karakteristik Pantai Tanjung Alam Kota Makassar. *J. Fusi* 2, 1–9.
- Nugroho, S.H., Basit, A., 2014. Sebaran Sedimen Berdasarkan Analisis Ukuran Butir Di Teluk Weda, Maluku Utara Sediment Distribution Based On Grain Size Analyses In Weda Bay, Northern Maluku 6, 229–240.
- Opa, E.T., 2011. Perubahan Garis Pantai Desa Bentenan Kecamatan Pusomaen, Minahasa Tenggara. *J. Perikan. Dan Kelaut. Trop.* 7, 109–114.

- Pahlevi, A.M., Wiweka, W., 2010. Analisa Sedimentasi di Muara kali Porong Akibat Pembuangan Lumpur Lapindo Menggunakan Data Citra Satelit ASTER. J. Ilm. GEOMATIKA 16.
- Pranoto, 2010. Prediksi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Model GENESIS. Jur. Tek. Sipil UNDIP.
- Pratiwi, M.J., Muslim, Suseno, H., 2015. Studi Sebaran Sedimen Berdasarkan Tekstur Sedimen di Perairan Sayung, Demak. J. Oseanografi 4, 608–613.
- Purnawan, S., Setiawan, I., Marwantim, M., 2012. Studi sebaran sedimen berdasarkan ukuran butir di perairan Kuala Gigieng, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. DEPIK 1.
- Rahmawan, F., 2015. (Skripsi) Analisa Perubahan Garis Pantai dengan Menggunakan Model Numerik di Wilayah Jabon Sidoarjo, Jawa Timur. FPIK UB, Malang.
- Ramadhani, S., 2015. (Skripsi) Analisis Perubahan Kedalaman Berdasarkan Kontur Batimetri dan Persebaran Sedimen di Perairan Jabon, Kabupaten Sidoarjo. FPIK UB, Malang.
- Ramadhan, M., 2011. Komparasi Hasil Pengamatan Pasang Surut di Perairan Pulau Pramuka dan kabupaten Pati dengan Prediksi Pasang Surut Tide Model Driver. J. Segara 7, 1–12.
- Rampengan, R.M., 2013. Amplitude of the Tidal Harmonic Constituents M2, S2, K1, and O1 in Waters Around the City of Bitung in North Sulawesi. J. Ilm. PLATAX 1, 118–124.
- Sardiyatmo, S., Supriharyono, S., Hartoko, A., 2013. Dampak Dinamika Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Multi Temporal Pantai Semarang Provinsi Jawa Tengah (Study of the Dynamics of Image Using Satellite

- Beach Line Multi-Temporal Beach Semarang Central Java Province). J. SAINTEK Perikan. 8, 33–37.
- Sasongko, D.P., Suripin, Fadilah, 2014. Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode Admiralty. Maspari J. 6, 1–12.
- Sembiring, A.E., Mananoma, T., Halim, F., Wuisan, E.M., 2014. Analisis sedimentasi di muara sungai panasen. J. Sipil statik 2.
- Siswanto, A.D., 2012. Studi Karakteristik Gelombang Kabupaten Bangkalan Sebelum Jembatan Suramadu. J. Kelaut. Univ. Trunojoyo 5 No.1.
- Solihuddin, T., 2011. Karakteristik Pantai Dan Proses Abrasi Di Pesisir Padang Pariaman, Sumatera Barat. Maj. Ilm. Globe 13.
- Tarigan, M.S., 2007. Perubahan garis pantai di wilayah pesisir perairan Cisadane, Provinsi Banten. Makara Sains 11, 49–55.
- Tawas, H., Tangkudung, H., Mamoto, J.D., 2013. Analisis Karakteristik Gelombang Pecah Terhadap Perubahan Garis Pantai di Atep Oki. Tek. Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado Vol. 1 No. 12, 784–796.
- Trenggono, M., 2009. Transformasi Gelombang dan Pengaruhnya Terhadap Dinamika Pantai Muara Ajkwa (1993 – 2007). Inst. Pertan. Bogor.
- Triatmodjo, B., 1999. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta.
- Yahya, M., 1986. Teknik Pantai. Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, Bandung.
- Yuniar, D.W., Suharso, T.W., Prayitno, G., 2012. Arahana Pemanfaatan Ruang Pesisir Terkait Pencemaran Kali Porong. J. Tata Kota Dan Drh. 2, 63–74.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kalibrasi Picnometer



Lampiran 2. Pengukuran Berat Jenis Tanah Untuk Uji Hidrometer

Titik A2							
Labu ukur	Satuan	Tanah					
Berat tanah kering (Ws)	gram	20					
Berat labu ukur+air+tana h (W1)	gram	145	145	145	146	146	146
Suhu	(°C)	73	68	65	61	58	54
Berat labu ukur+air (W2)	gram	132	132	133	133	133	133
Berat jenis air (Gt)	gram/cm ³	0.976	0.979	0.981	0.983	0.984	0.986
Berat jenis tanah (Gs)	gram/cm ³	2.712	2.731	2.744	2.707	2.684	2.630
Rata-rata berat jenis	gram/cm ³	2.701					

Titik A3							
Labu ukur	Satuan	Tanah					
Berat tanah kering (Ws)	gram	20					
Berat labu ukur+air+tana h (W1)	gram	144	145	145	146	146	146
Suhu	(°C)	77	69	66	61	57	52
Berat labu ukur+air (W2)	gram	132	132	133	133	133	134
Berat jenis air (Gt)	gram/cm ₃	0.974	0.978	0.980	0.983	0.985	0.988
Berat jenis tanah (Gs)	gram/cm ₃	2.545	2.689	2.721	2.689	2.665	2.620
Rata-rata berat jenis	gram/cm ₃	2.655					

Titik B1							
Labu ukur	Satuan	Tanah					
Berat tanah kering (Ws)	Gram	20					
Berat labu ukur+air+tana h (W1)	Gram	143	144	144	144	145	145
Suhu	(°C)	84	79	74	66	64	57

Titik B1							
Berat labu ukur+air (W2)	Gram	131	131	132	132	133	133
Berat jenis air (Gt)	gram/cm ₃	0.969	0.972	0.976	0.980	0.981	0.985
Berat jenis tanah (Gs)	gram/cm ₃	2.412	2.553	2.549	2.453	2.485	2.375
Rata-rata berat jenis	gram/cm ₃	2.471					

Titik B2							
Labu ukur	Satuan	Tanah					
Berat tanah kering (Ws)	gram	20					
Berat labu ukur+air+tana h (W1)	gram	144	144	145	145	145	145
Suhu	(°C)	85	79	69	64	62	57
Berat labu ukur+air (W2)	gram	131	132	132	133	133	133
Berat jenis air (Gt)	gram/cm ³	0.969	0.972	0.978	0.981	0.982	0.985
Berat jenis tanah (Gs)	gram/cm ³	2.512	2.583	2.489	2.493	2.540	2.504
Rata-rata berat jenis	gram/cm ³	2.520					

Titik B4							
Labu ukur	Satuan	Tanah					
Berat tanah kering (Ws)	Gram	20					
Berat labu ukur+air+tanah (W1)	Gram	144	145	145	145	145	145
Suhu	(°C)	83	69	67	62	57	53
Berat labu ukur+air (W2)	Gram	131	132	132	133	133	133
Berat jenis air (Gt)	gram/cm ³	0.9699	0.9784	0.9795	0.9822	0.9848	0.9857
Berat jenis tanah (Gs)	gram/cm ³	2.735	2.611	2.683	2.594	2.522	2.463
Rata-rata berat jenis	gram/cm ³	2.601					

Titik C1								
1	Labu ukur	Satuan	Tanah					
2	Berat tanah kering (Ws)	gram	20					
3	Berat labu ukur+air+tanah (W1)	gram	145	145	146	146	146	146
4	Suhu	(°C)	76	66	62	58	53	50
5	Berat labu ukur+air (W2)	gram	132	132	133	133	133	134
6	Berat jenis air (Gt)	gram/cm ³	0.974	0.980	0.982	0.984	0.986	0.988
7	Berat jenis tanah (Gs)	gram/cm ³	2.962	2.873	2.856	2.796	2.720	2.678
8	Rata-rata berat jenis	gram/cm ³	2.814					

Titik C2								
Labu ukur	Satuan	Tanah						
Berat tanah kering (Ws)	gram	20						
Berat labu ukur+air+tanah (W1)	gram	147	148	148	148	148	148	
Suhu	(°C)	80	70	63	58	55	52	
Berat labu ukur+air (W2)	gram	134	135	135	135	136	136	
Berat jenis air (Gt)	gram/cm ³	0.972	0.978	0.982	0.984	0.986	0.987	
Berat jenis tanah (Gs)	gram/cm ³	2.901	2.841	2.742	2.700	2.683	2.661	
Rata-rata berat jenis	gram/cm ³	2.755						

Titik D4								
Labu ukur	Satuan	Tanah						
Berat tanah kering (Ws)	gram	20						
Berat labu ukur+air+tanah (W1)	gram	146	147	147	147	148	148	
Suhu	(°C)	82	71	66	60	55	52	
Berat labu ukur+air (W2)	gram	134	135	135	135	136	136	

Titik D4							
Berat jenis air (Gt)	gram/cm ³	0.971	0.977	0.980	0.983	0.986	0.987
Berat jenis tanah (Gs)	gram/cm ³	2.648	2.547	2.529	2.488	2.456	2.451
Rata-rata berat jenis	gram/cm ³	2.520					

Titik E1							
Labu ukur	Satuan	Tanah					
Berat tanah kering (Ws)	gram	20					
Berat labu ukur+air+tanah (W1)	gram	145	145	145	146	146	146
Suhu	(°C)	77	69	65	62	58	54
Berat labu ukur+air (W2)	gram	132	132	133	133	133	133
Berat jenis air (Gt)	gram/cm ³	0.974	0.978	0.981	0.982	0.984	0.986
Berat jenis tanah (Gs)	gram/cm ³	2.805	2.791	2.795	2.806	2.766	2.718
Rata-rata berat jenis	gram/cm ³	2.780					

Titik E2							
Labu ukur	Satuan	Tanah					
Berat tanah kering (Ws)	gram	20					
Berat labu ukur+air+tanah (W1)	gram	144	145	145	145	145	146
Suhu	(°C)	86	76	71	65	60	57
Berat labu ukur+air (W2)	gram	131	132	132	133	133	133
Berat jenis air (Gt)	gram/cm ³	0.968	0.974	0.977	0.981	0.983	0.985
Berat jenis tanah (Gs)	gram/cm ³	2.707	2.662	2.670	2.625	2.585	2.583
Rata-rata berat jenis	gram/cm ³	2.638					

Lampiran 3. Prosentase Ukuran Butir

Titik A1				
No. Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0	0	0	100.000
10	0	0	0	100.000
20	0	0	0	100.000
30	0	0	0	100.000
40	0	0	0	100.000
60	0.068	0.068	0.136	99.864
100	0.058	0.126	0.252	99.748
200	1.330	1.456	2.912	97.088
Pan	48.544	50.000	100.000	0

Titik A2				
No. Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0	0	0	100.000
10	0	0	0	100.000
20	0	0	0	100.000
30	0	0	0	100.000
40	0	0	0	100.000
60	0.291	0.291	0.582	99.418
100	1.323	1.614	3.228	96.772
200	4.386	6.000	12.000	88.000
Pan	44.000	50.000	100.000	0

Titik A3				
No. Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0	0	0	100.000
10	0	0	0	100.000
20	0	0	0	100.000
30	0	0	0	100.000
40	0	0	0	100.000
60	0.32	0.32	0.640	99.360
100	5.756	6.076	12.152	87.848
200	12.909	18.985	37.970	62.030
Pan	31.015	50.000	100.000	0

Titik A4				
No. Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0	0	0	100.000
10	0	0	0	100.000
20	1	1	0.090	99.910

Titik A4				
30	4	5	0.430	99.570
40	26	31	2.660	97.340
60	434	465	39.850	60.150
100	556	1021	87.490	12.510
200	122	1143	97.940	2.060
Pan	24	1167	100.000	0

Titik B1				
No. Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0	0	0	100.000
10	0	0	0	100.000
20	0	0	0	100.000
30	0	0	0	100.000
40	0	0	0	100.000
60	0.255	0.255	0.510	99.490
100	1.153	1.408	2.816	97.184
200	1.561	2.969	5.938	94.062
Pan	47.031	50.000	100.000	0

Titik B2				
No. Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0	0	0	100.000
10	0	0	0	100.000
20	0	0	0	100.000
30	0	0	0	100.000
40	0	0	0	100.000
60	1.031	1.031	2.062	97.938
100	13.223	14.254	28.508	71.492
200	12.651	26.905	53.810	46.190
Pan	23.095	50.000	100.000	0

Titik B3				
No. Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0	0	0	100.000
10	0	0	0	100.000
20	2	2	0.150	99.850
30	8	10	0.760	99.240
40	26	36	2.750	97.250
60	204	240	18.350	81.650
100	566	806	61.620	38.380
200	440	1246	95.260	4.740
Pan	62	1308	100.000	0

Titik B4				
No. Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0	0	0	100.000
10	0	0	0	100.000
20	0	0	0	100.000
30	0	0	0	100.000
40	0	0	0	100.000
60	0	0	0	100.000
100	0	0	0	100.000
200	0.091	0.091	0.182	99.818
Pan	49.909	50.000	100.000	0

Titik C1				
No. Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0	0	0	100.000
10	0	0	0	100.000
20	0	0	0	100.000
30	0	0	0	100.000
40	0	0	0	100.000
60	0	0	0	100.000
100	0	0	0	100.000
200	0.315	0.315	0.630	99.370
Pan	49.685	50.000	100.000	0

Titik C2				
No. Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0	0	0	100.000
10	0	0	0	100.000

Titik C2				
20	0	0	0	100.000
30	0	0	0	100.000
40	0	0	0	100.000
60	0	0	0	100.000
100	0	0	0	100.000
200	0.093	0.093	0.186	99.814
Pan	49.907	50.000	100.000	0

Titik D1				
No. Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	2	2	0.130	99.870
10	8	10	0.650	99.350
20	24	34	2.200	97.800
30	82	116	7.500	92.500
40	146	262	16.950	83.050
60	686	948	61.320	38.680
100	498	1446	93.530	6.470
200	92	1538	99.480	0.520
Pan	8	1546	100.000	0

Titik D2				
No. Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	10	10	0.800	99.200
10	50	60	4.800	95.200
20	116	176	14.080	85.920
30	212	388	31.040	68.960
40	240	628	50.240	49.760
60	474	1102	88.160	11.840
100	122	1224	97.920	2.080
200	14	1238	99.040	0.960
Pan	12	1250	100.000	0

Titik D3				
No. Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	1	1	0.070	99.930
10	8	9	0.590	99.410
20	28	37	2.440	97.560
30	80	117	7.710	92.290
40	162	279	18.390	81.610

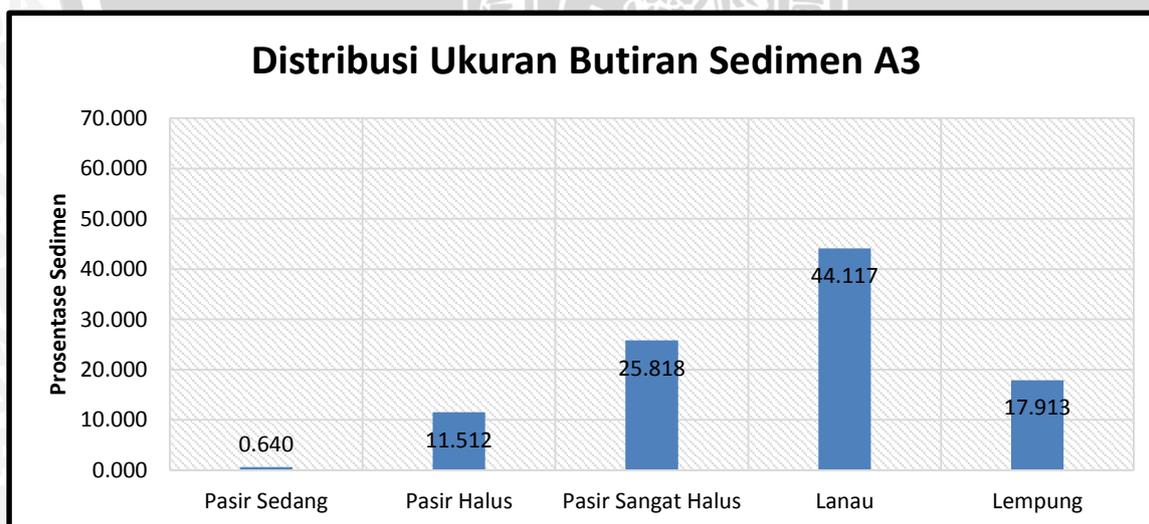
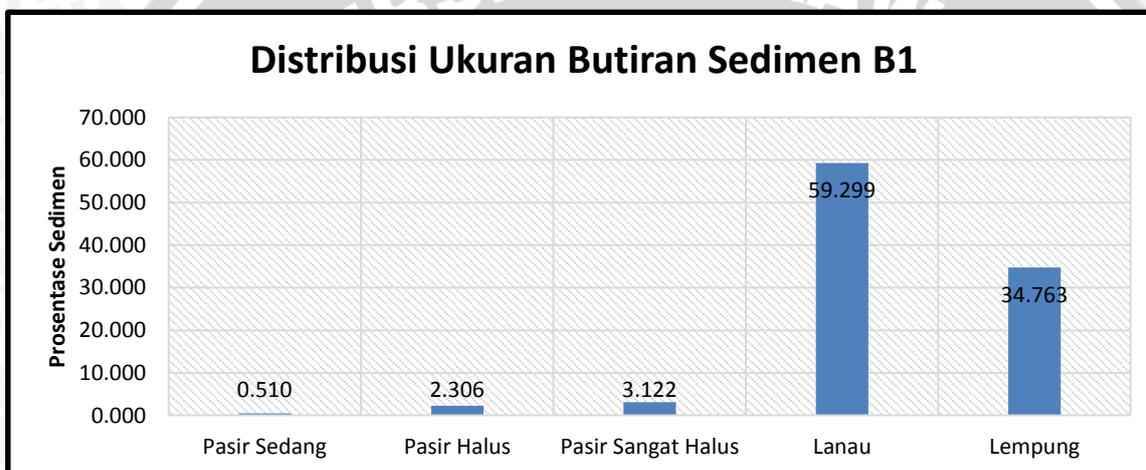
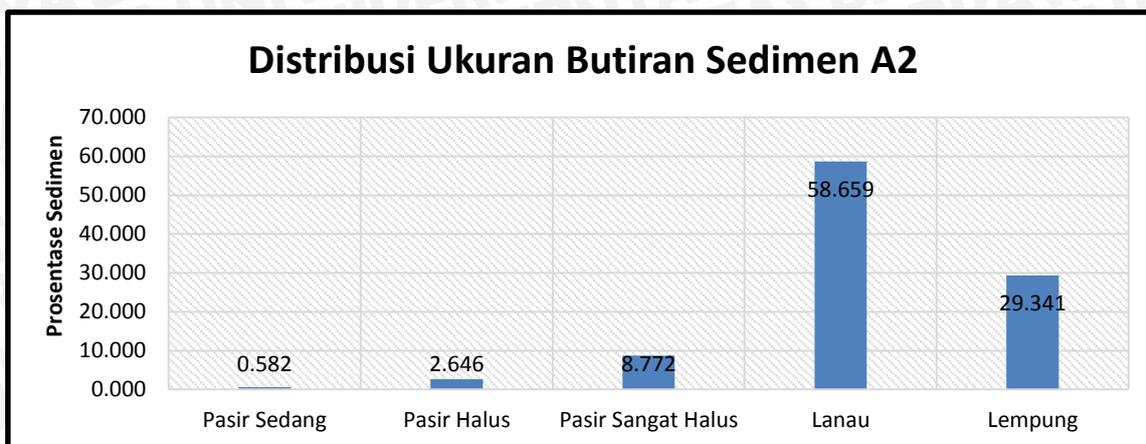
Titik D3				
No. Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
60	658	937	61.770	38.230
100	478	1415	93.280	6.720
200	92	1507	99.340	0.660
Pan	10	1517	100.000	0

Titik D4				
No. Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0	0	0	100.000
10	0	0	0	100.000
20	0	0	0	100.000
30	0	0	0	100.000
40	0	0	0	100.000
60	0.083	0.083	0.166	99.834
100	0.754	0.837	1.674	98.326
200	7.575	8.412	16.824	83.176
Pan	41.588	50.000	100.000	0

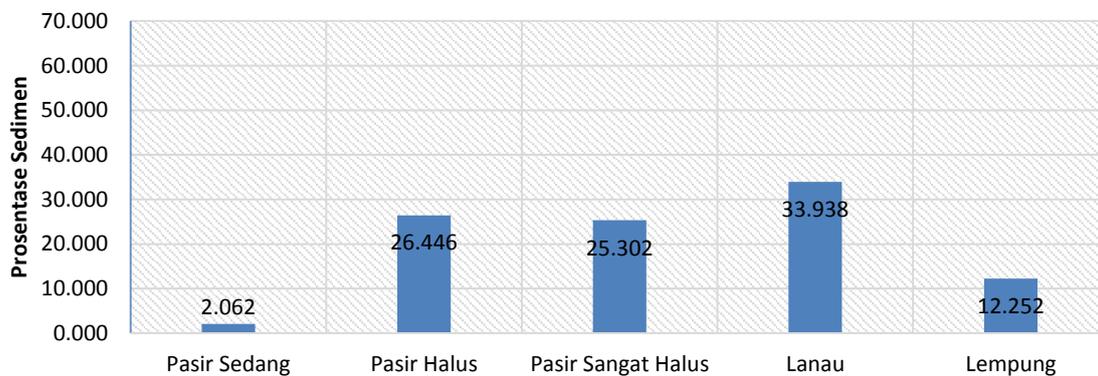
Titik E1				
No. Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0	0	0	100.000
10	0	0	0	100.000
20	0	0	0	100.000
30	0	0	0	100.000
40	0	0	0	100.000
60	6.271	6.271	12.542	87.458
100	4.439	10.71	21.420	78.580
200	6.857	17.567	35.134	64.866
Pan	32.433	50.000	100	0

Titik E2				
No. Saringan	Berat tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	% Tertahan saringan	% Lolos saringan
4	0	0	0	100.000
10	0	0	0	100.000
20	0	0	0	100.000
30	0	0	0	100.000
40	0	0	0	100.000
60	0	0	0	100.000
100	0	0	0	100.000
200	0.060	0.060	0.120	99.880
Pan	49.940	50.000	100.000	0

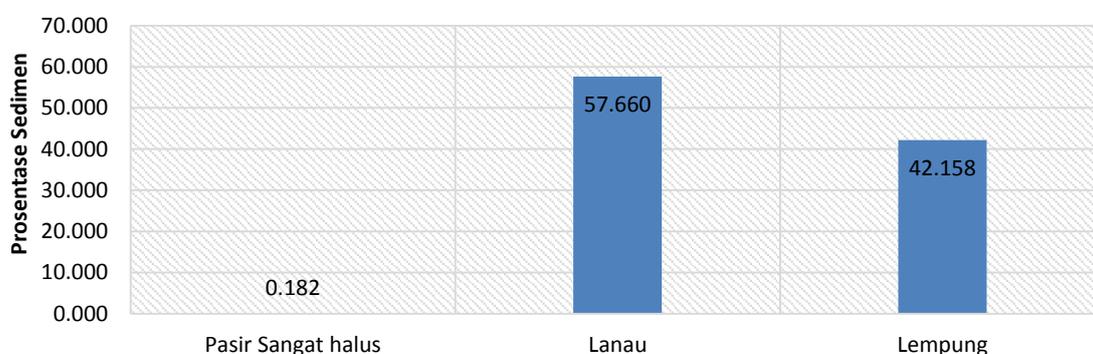
Lampiran 4. Distribusi Ukuran Butiran Sedimen dalam Analisis Hidrometer



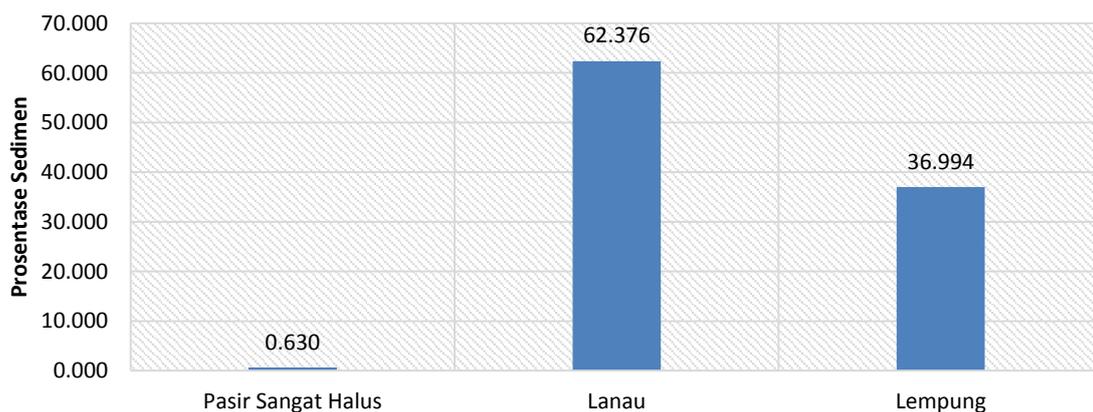
Distribusi Ukuran Butiran Sedimen B2



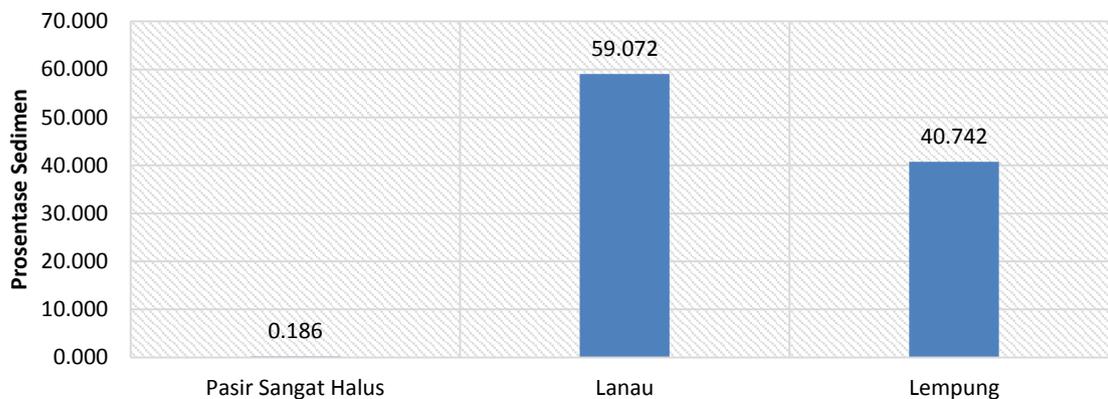
Distribusi Ukuran Butiran Sedimen B4



Distribusi Ukuran Butiran Sedimen C1



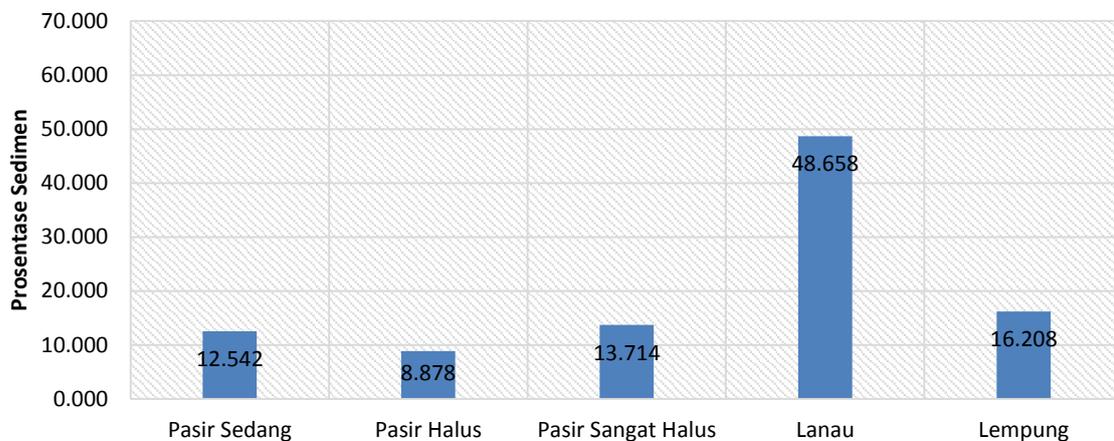
Distribusi Ukuran Butiran Sedimen C2



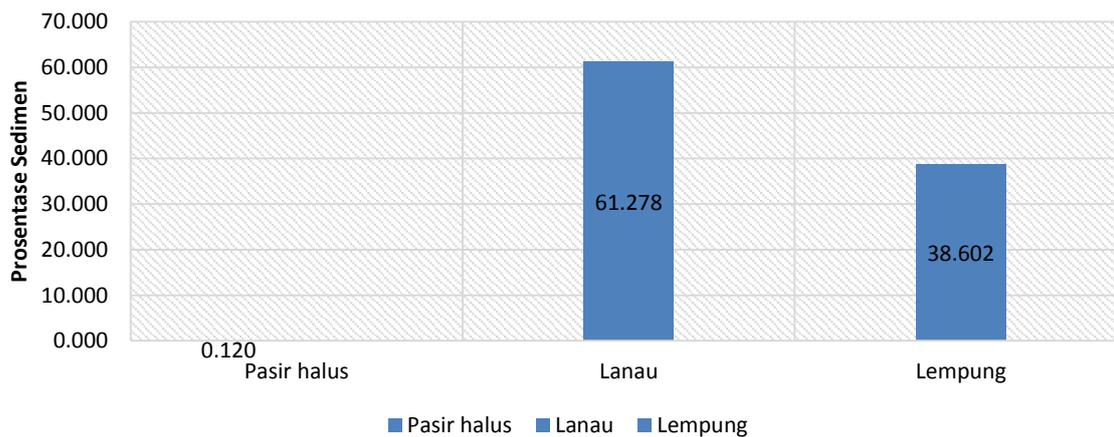
Distribusi Ukuran Butiran Sedimen D4



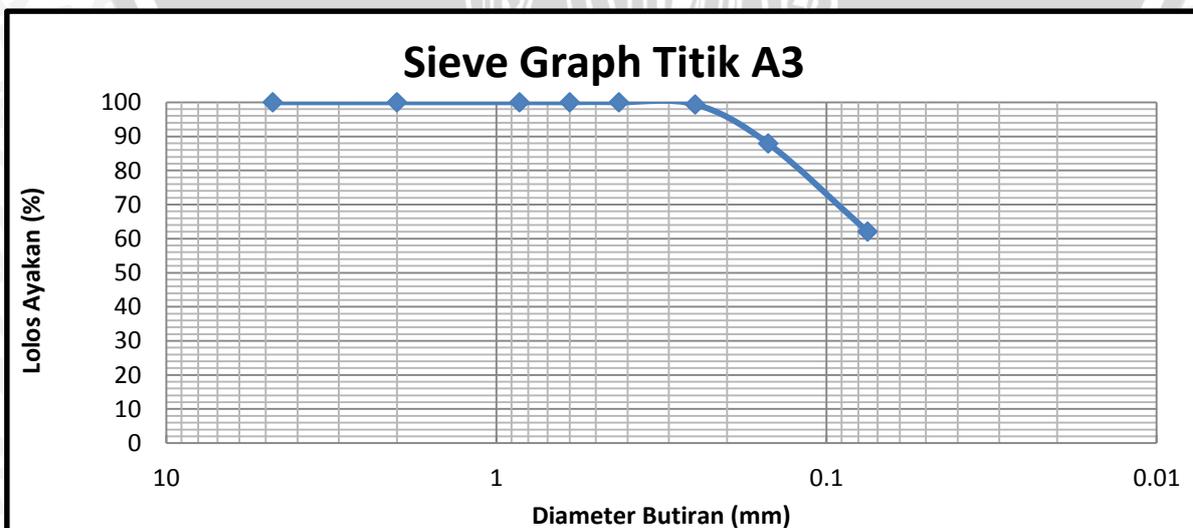
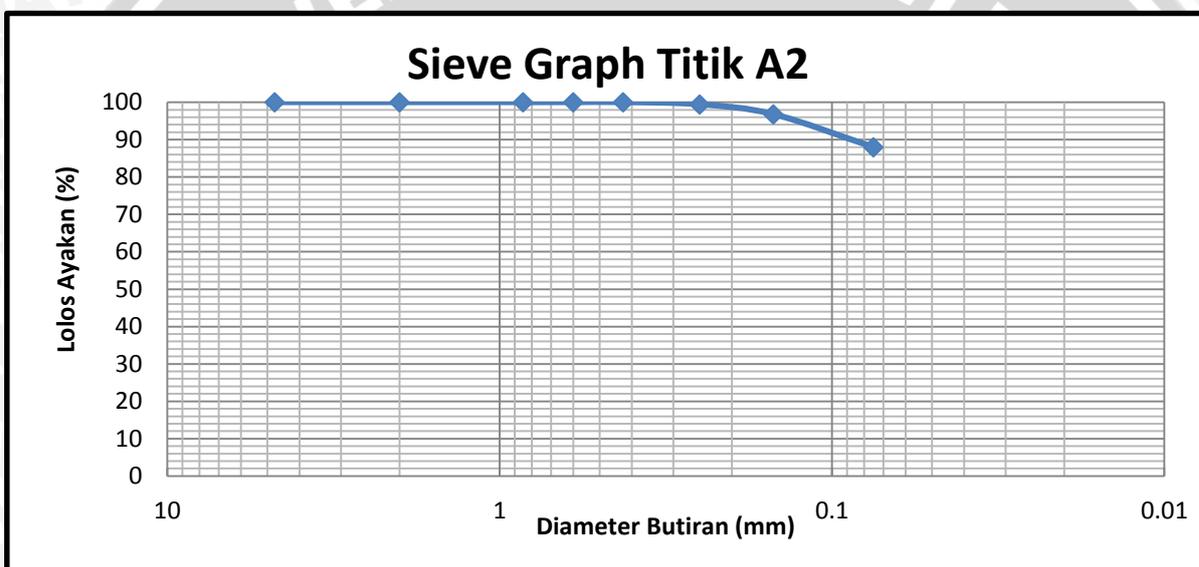
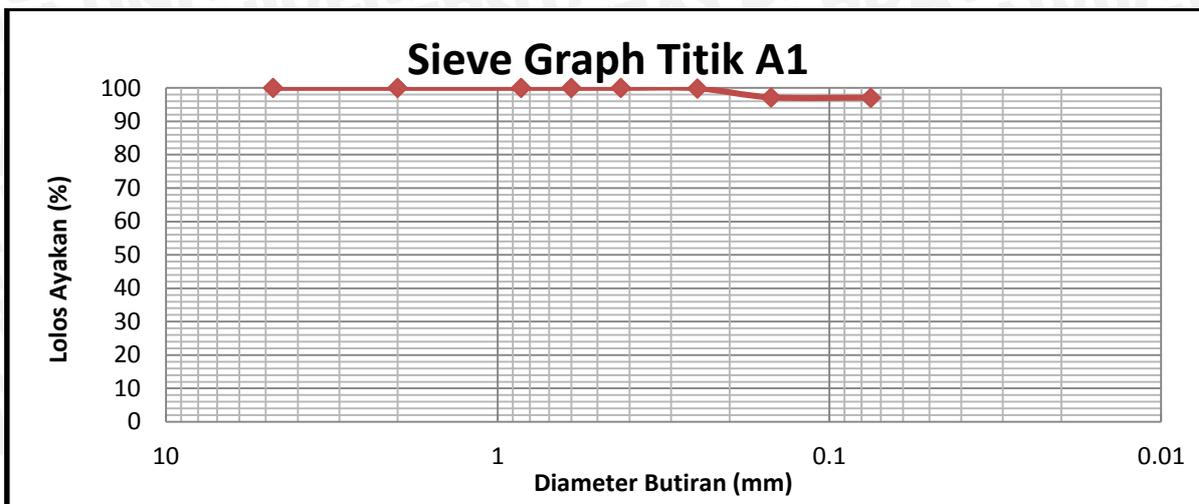
Distribusi Ukuran Butiran Sedimen E1

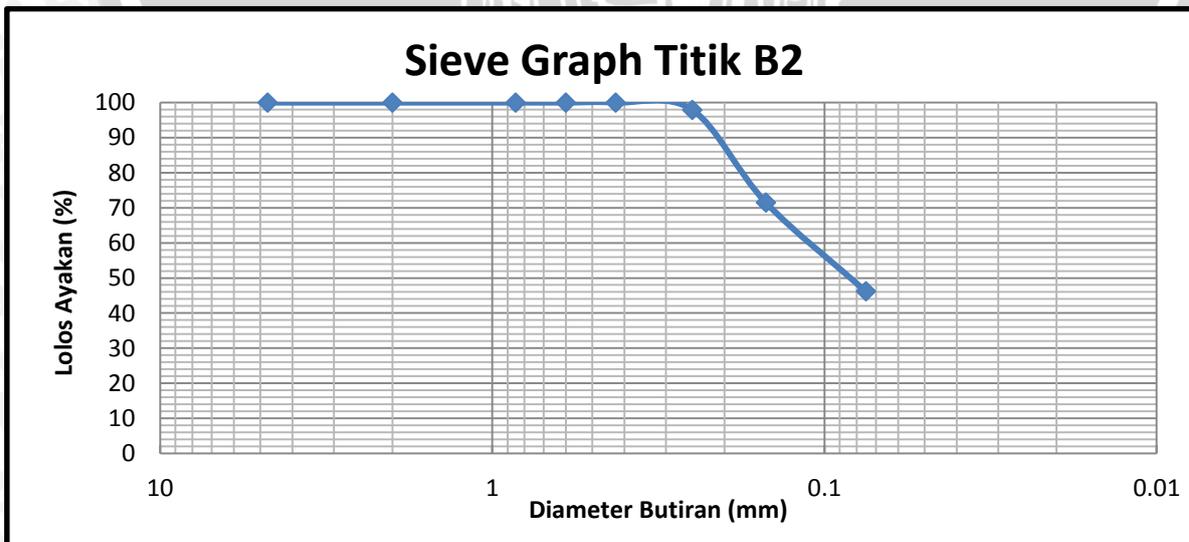
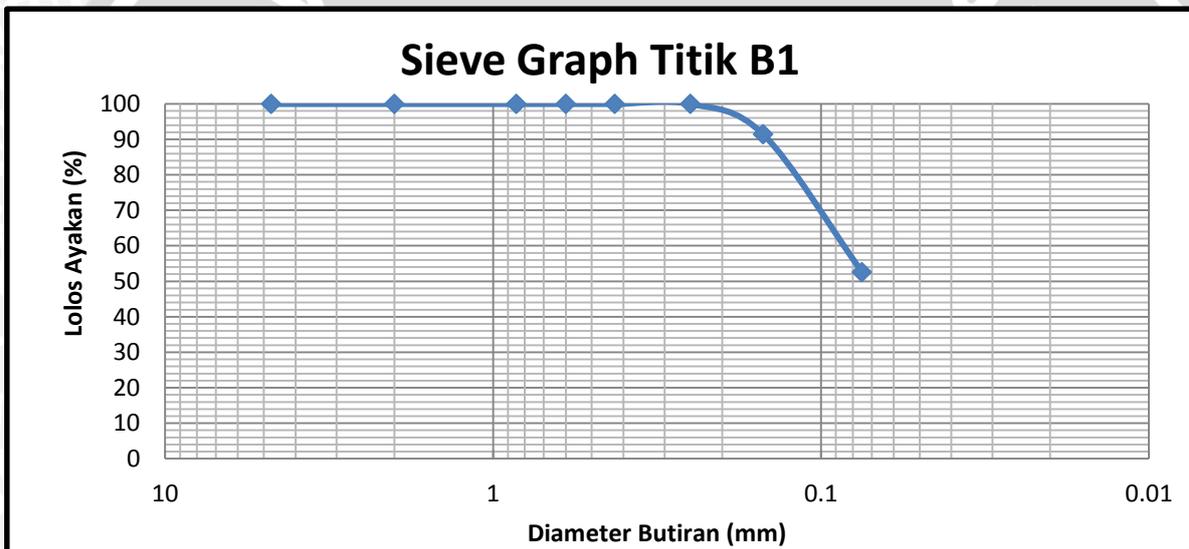
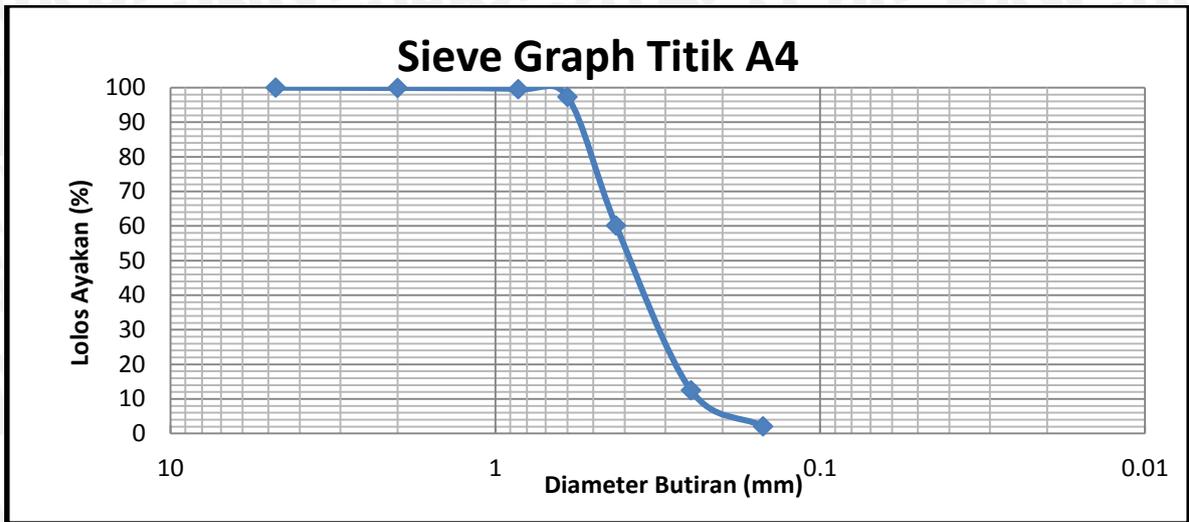


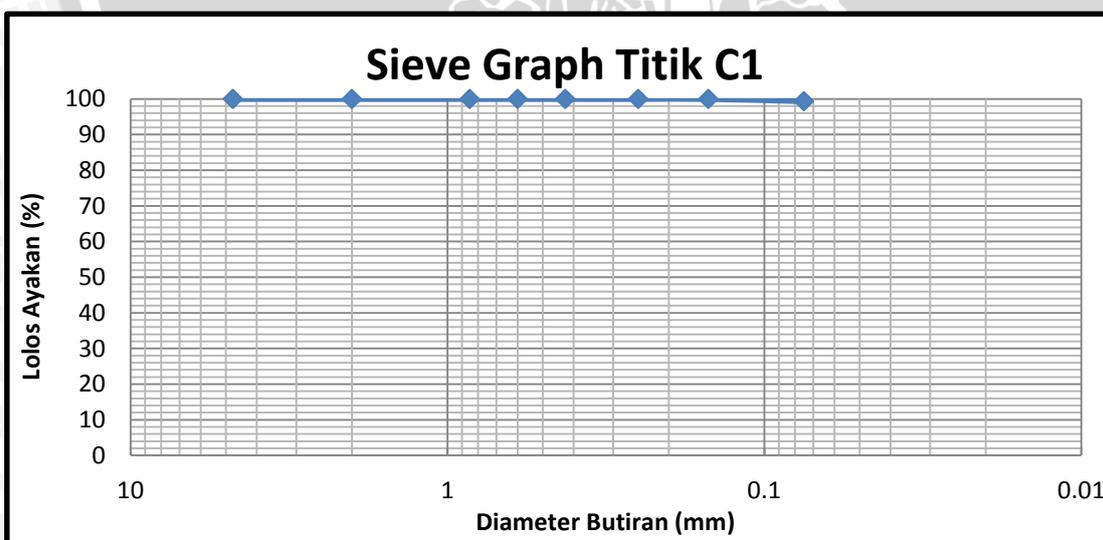
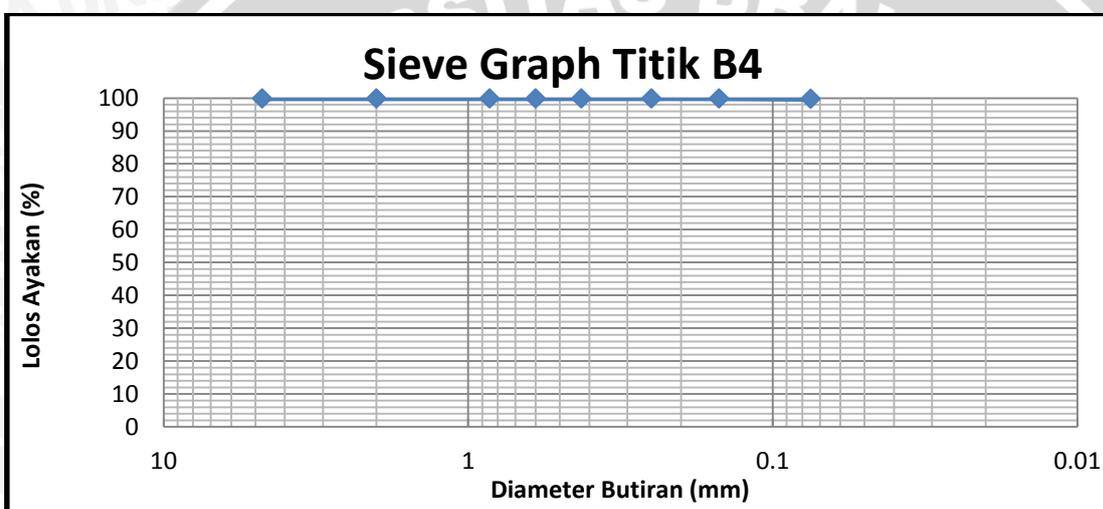
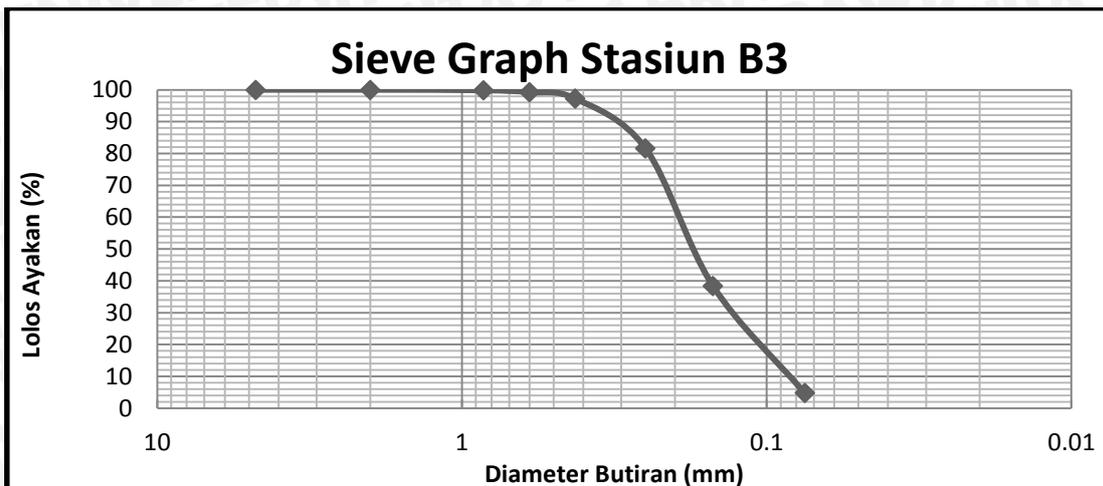
Distribusi Ukuran Butiran Sedimen E2

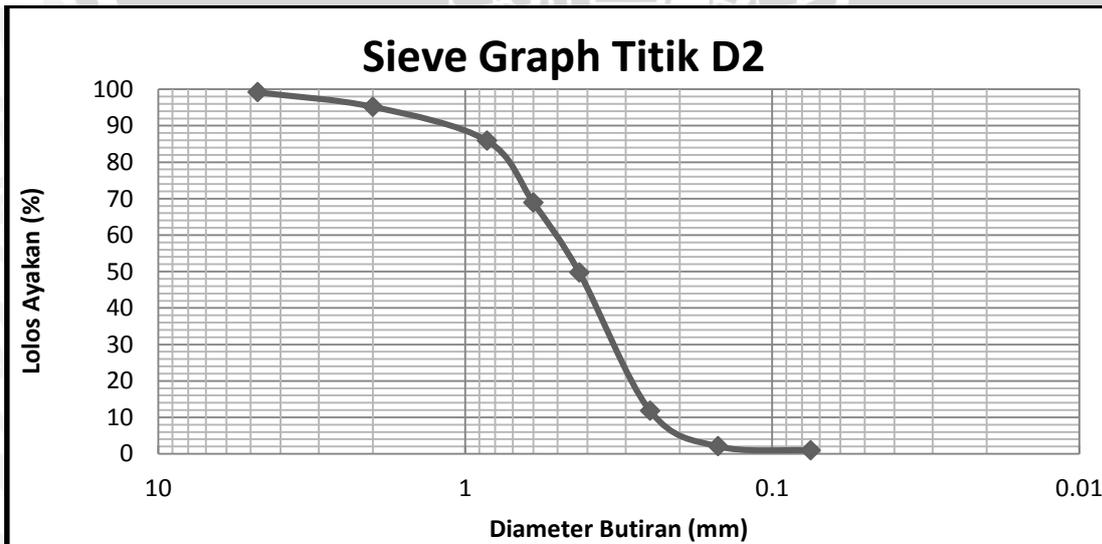
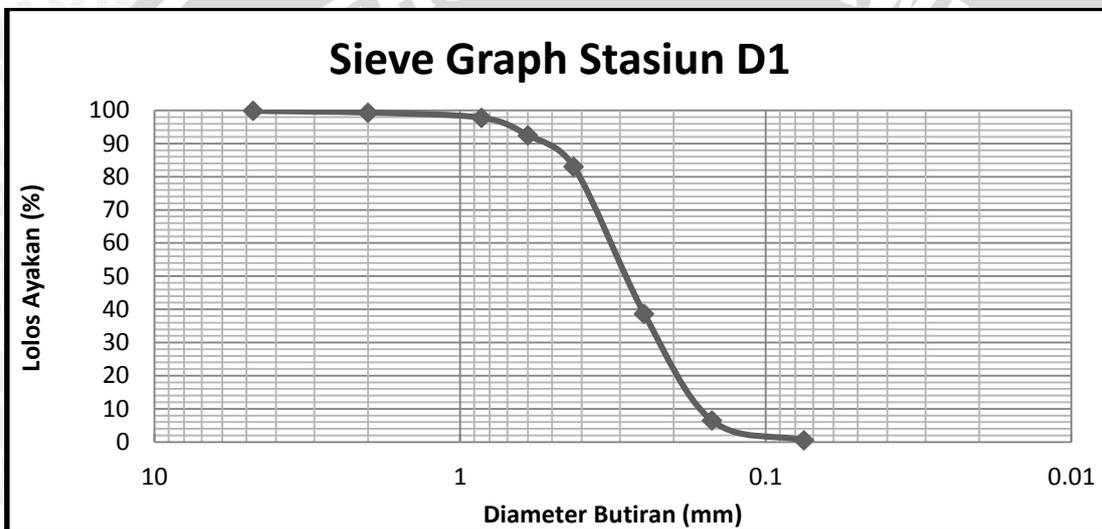
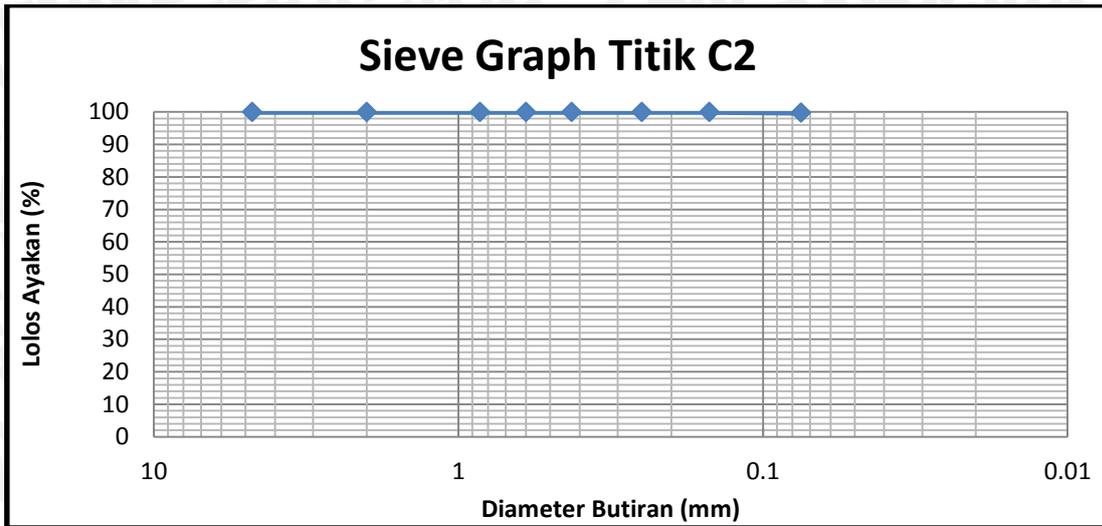


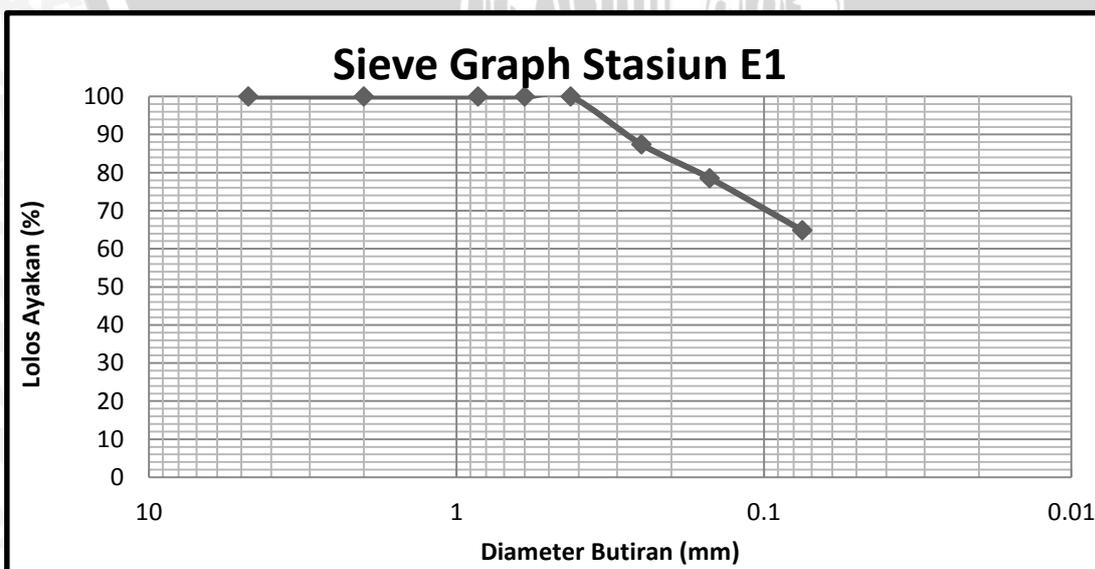
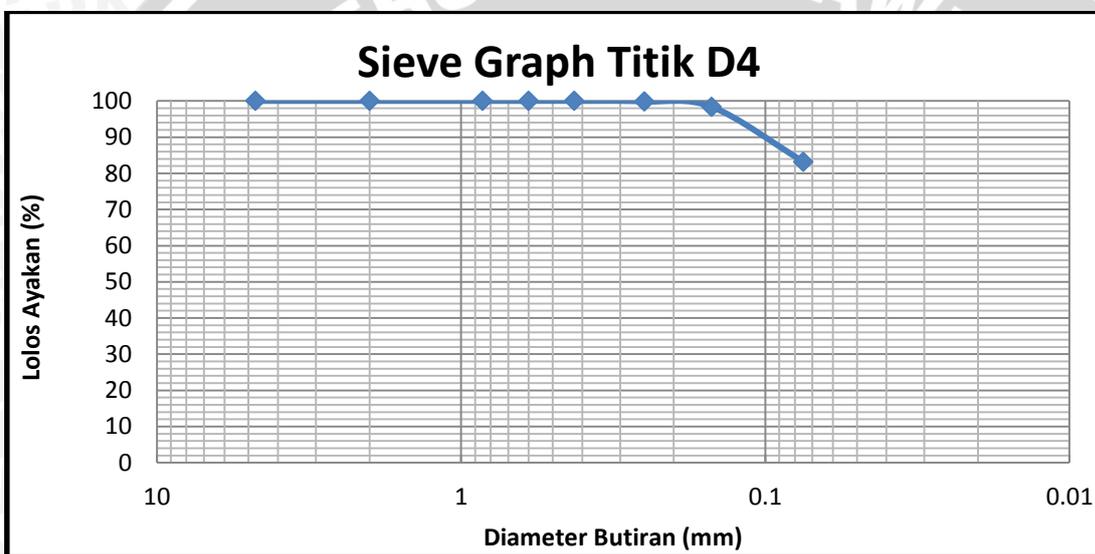
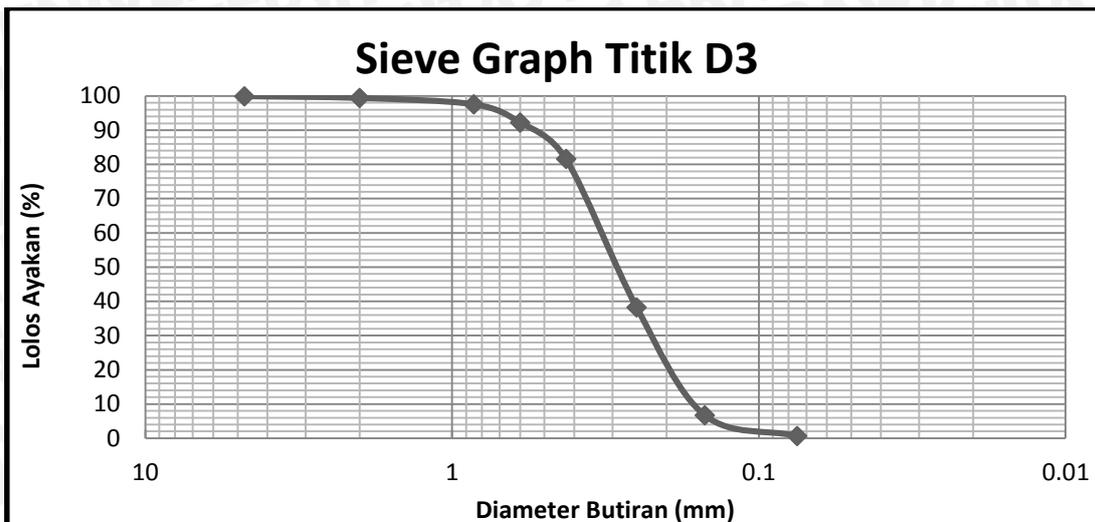
Lampiran 5. Sieve Graph

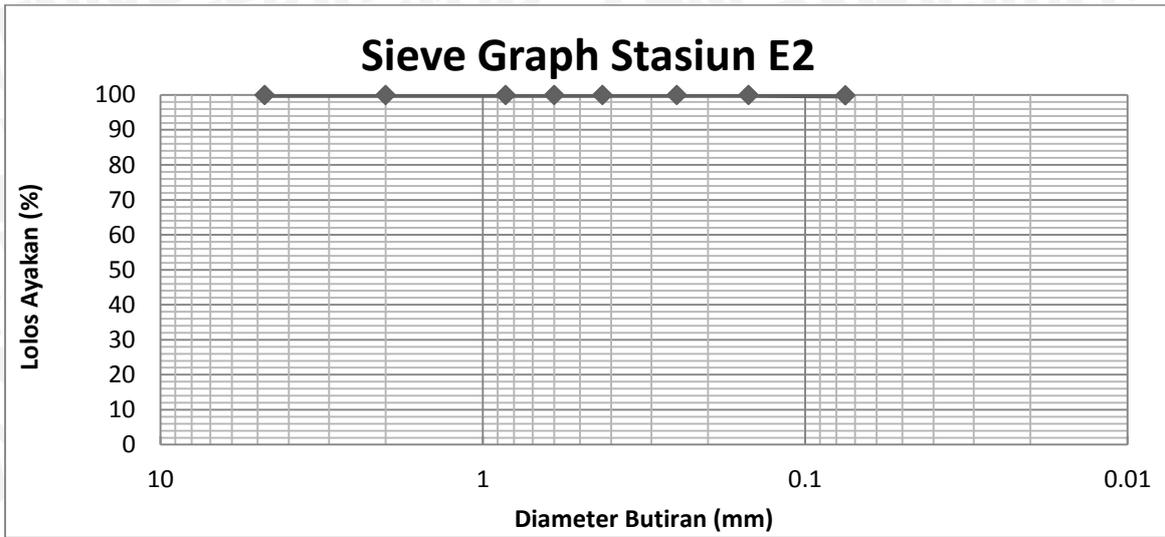












Lampiran 6. Prosentase Fraksi Sedimen

Titik A1						
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)			Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4.75	0	Pebble dan Granule	0		
10	2	0	pasir sangat kasar		2.910	
20	0.85	0	pasir kasar			
30	0.6	0				
40	0.425	0	pasir sedang			
60	0.25	0.068				
100	0.15	0.058	pasir halus			
200	0.075	1.330	pasir sangat halus			
Pan	< 0.075	48.544	lanau			97.090

Titik A2						
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	% Fraksi Sedimen			
No	Diameter Butiran (mm)		Gravel	Sand	Silt+Clay	
4	4.75	0	0			
10	2	0		12.000		
20	0.85	0				
30	0.6	0				
40	0.425	0				
60	0.25	0.291				
100	0.15	1.323				
200	0.075	4.386				
Pan	< 0.075	44.000			88.000	

Titik A3						
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)			Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4.75	0	Pebble dan Granule	0		
10	2	0	pasir sangat kasar	37.970		
20	0.85	0	pasir kasar			
30	0.6	0	pasir sedang			
40	0.425	0				
60	0.25	0.320				
100	0.15	5.756	pasir halus			
200	0.075	12.909	pasir sangat halus			
Pan	< 0.075	31.015	lanau			

Titik A4						
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)			Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4.75	0	Pebble dan Granule	0		
10	2	0	pasir sangat kasar	97.940		
20	0.85	1	pasir kasar			
30	0.6	4				
40	0.425	26	pasir sedang			
60	0.25	434				
100	0.15	556	pasir halus			
200	0.075	122	pasir sangat halus			
Pan	< 0.075	24	lanau			

Titik B1						
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)			Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4.75	0	Pebble dan Granule	0		
10	2	0	pasir sangat kasar		5.940	
20	0.85	0	pasir kasar			
30	0.6	0				
40	0.425	0	pasir sedang			
60	0.25	0.255				
100	0.15	1.153	pasir halus			
200	0.075	1.561	pasir sangat halus			
Pan	< 0.075	47.031	lanau			

Titik B2						
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)			Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4.75	0	Pebble dan Granule	0		
10	2	0	pasir sangat kasar		53.810	
20	0.85	0	pasir kasar			
30	0.6	0				
40	0.425	0	pasir sedang			
60	0.25	1.031				
100	0.15	13.223	pasir halus			
200	0.075	12.651	pasir sangat halus			
Pan	< 0.075	23.095	lanau			

Titik B3						
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)			Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4.75	0	Pebble dan Granule	0	95.260	
10	2	0	pasir sangat kasar			
20	0.85	2	pasir kasar			
30	0.6	8				
40	0.425	26	pasir sedang			
60	0.25	204				
100	0.15	566	pasir halus			
200	0.075	440	pasir sangat halus			
Pan	< 0.075	62	lanau			

Titik B4						
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)			Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4.75	0	Pebble dan Granule	0	0.180	
10	2	0	pasir sangat kasar			
20	0.85	0	pasir kasar			
30	0.6	0				
40	0.425	0	pasir sedang			
60	0.25	0				
100	0.15	0	pasir halus			
200	0.075	0.091	pasir sangat halus			
Pan	< 0.075	49.909	lanau			

Titik C1						
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)			Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4.75	0	Pebble dan Granule	0		
10	2	0	pasir sangat kasar		0.630	
20	0.85	0	pasir kasar			
30	0.6	0				
40	0.425	0	pasir sedang			
60	0.25	0				
100	0.15	0	pasir halus			
200	0.075	0.315	pasir sangat halus			
Pan	< 0.075	49.685	lanau			99.370

Titik C2						
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)			Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4.75	0	Pebble dan Granule	0		
10	2	0	pasir sangat kasar		0.190	
20	0.85	0	pasir kasar			
30	0.6	0				
40	0.425	0	pasir sedang			
60	0.25	0				
100	0.15	0	pasir halus			
200	0.075	0	pasir sangat halus			
Pan	< 0.075	50	lanau			99.810

Titik D1						
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)			Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4,75	2	Pebble dan Granule	0.130		
10	2	8	pasir sangat kasar		99.350	
20	0,85	24	pasir kasar			
30	0,6	82				
40	0,425	146	pasir sedang			
60	0,25	686				
100	0,15	498	pasir halus			
200	0,075	92	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	8	Lanau			0.520

Titik D2						
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)			Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4.75	10	Pebble dan Granule	0.800		
10	2	50	pasir sangat kasar		98.240	
20	0.85	116	pasir kasar			
30	0.6	212				
40	0.425	240	pasir sedang			
60	0.25	474				
100	0.15	122	pasir halus			
200	0.075	14	pasir sangat halus			
Pan	< 0.075	12	lanau			0.960

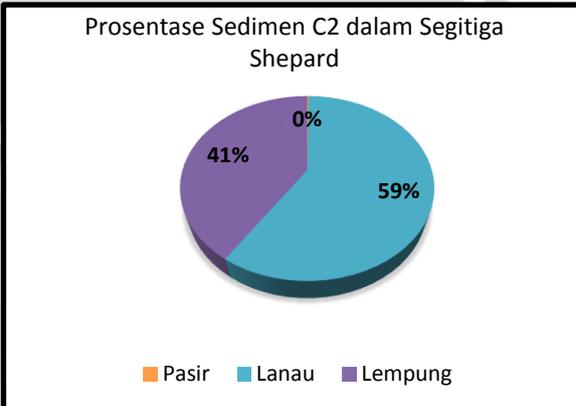
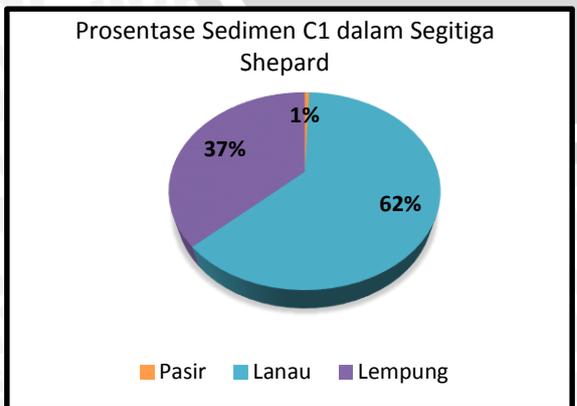
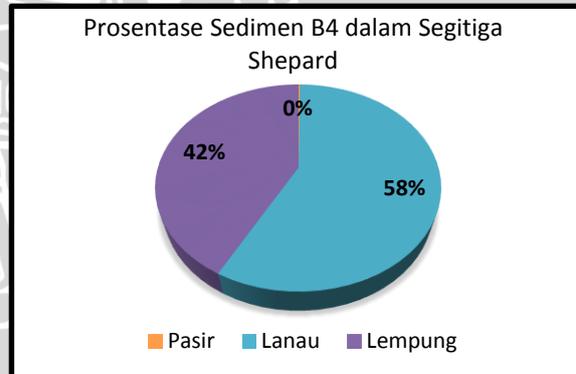
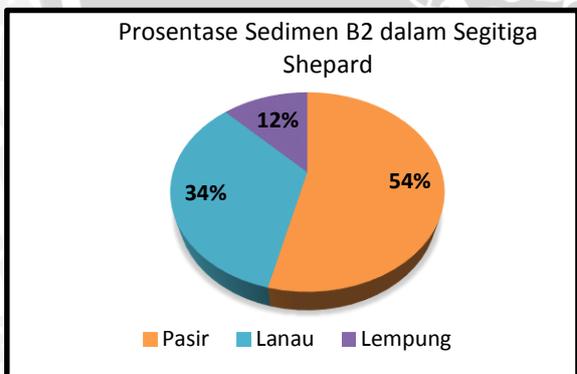
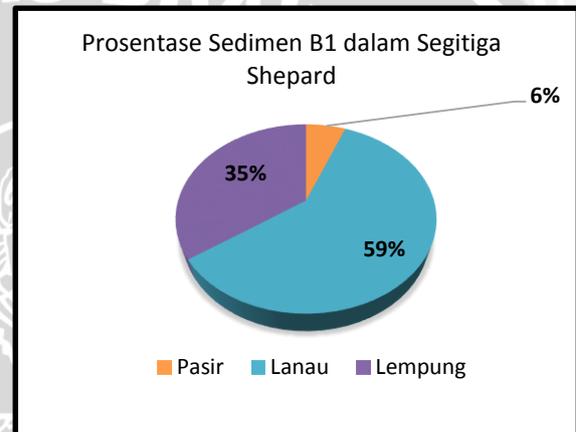
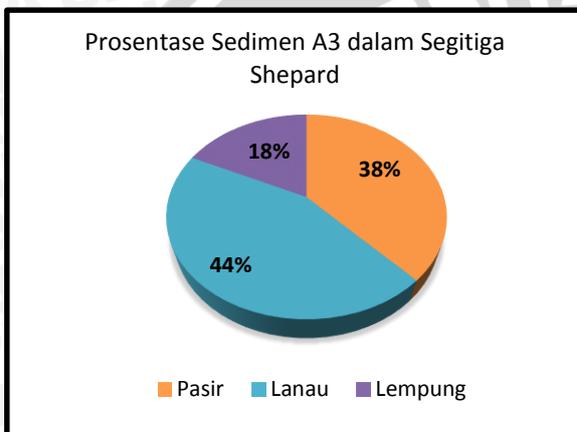
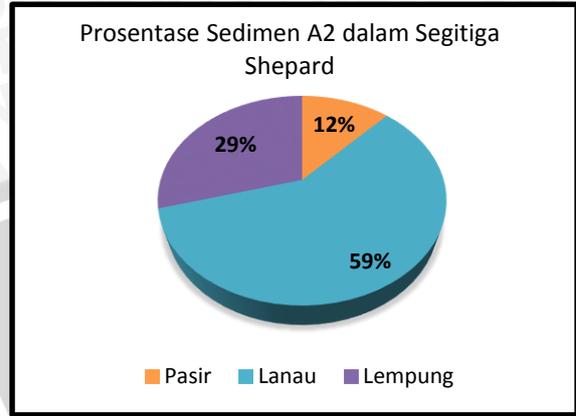
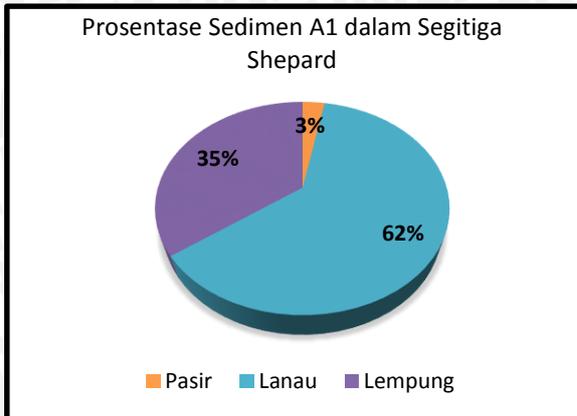
Titik D3						
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)			Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4.75	1	Pebble dan Granule	0.070		
10	2	8	pasir sangat kasar		99.270	
20	0.85	28	pasir kasar			
30	0.6	80				
40	0.425	162	pasir sedang			
60	0.25	658				
100	0.15	478	pasir halus			
200	0.075	92	pasir sangat halus			
Pan	< 0.075	10	lanau			0.660

Titik D4						
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)			Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4.75	0	Pebble dan Granule	0		
10	2	0	pasir sangat kasar		16.820	
20	0.85	0	pasir kasar			
30	0.6	0				
40	0.425	0	pasir sedang			
60	0.25	0				
100	0.15	0.754	pasir halus			
200	0.075	7.575	pasir sangat halus			
Pan	< 0.075	41.588	lanau			83.180

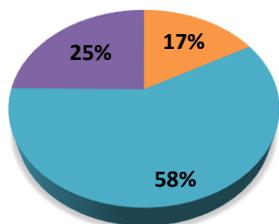
Titik E1						
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)			Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4.75	0	Pebble dan Granule	0	35.130	64.870
10	2	0	pasir sangat kasar			
20	0.85	0	pasir kasar			
30	0.6	0				
40	0.425	0	pasir sedang			
60	0.25	6.271				
100	0.15	4.439	pasir halus			
200	0.075	6.857	pasir sangat halus			
Pan	< 0.075	32.433	lanau			

Titik E2						
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)			Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4.75	0	Pebble dan Granule	0	0.120	99.880
10	2	0	pasir sangat kasar			
20	0.85	0	pasir kasar			
30	0.6	0				
40	0.425	0	pasir sedang			
60	0.25	0				
100	0.15	0	pasir halus			
200	0.075	0.060	pasir sangat halus			
Pan	< 0.075	49.940	lanau			

Lampiran 7. Hasil Uji Hidrometer

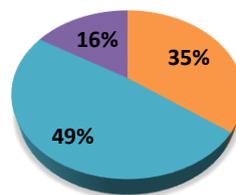


Prosentase Sedimen D4 dalam Segitiga Shepard



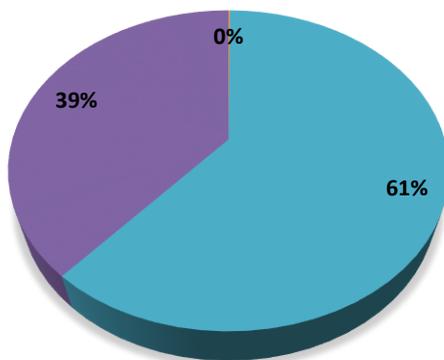
■ Pasir ■ Lanau ■ Lempung

Prosentase Sedimen E1 dalam Segitiga Shepard



■ Pasir ■ Lanau ■ Lempung

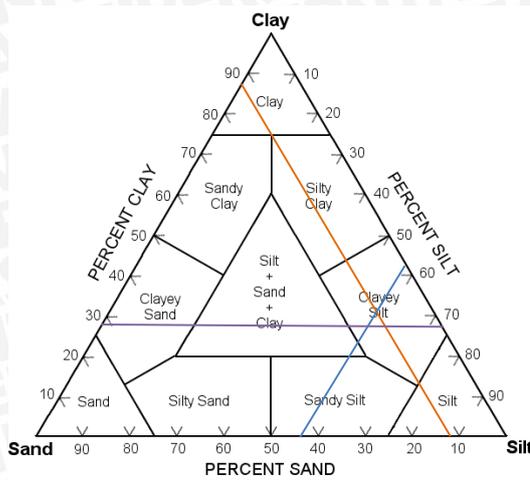
Prosentase Sedimen E2 dalam Segitiga Shepard



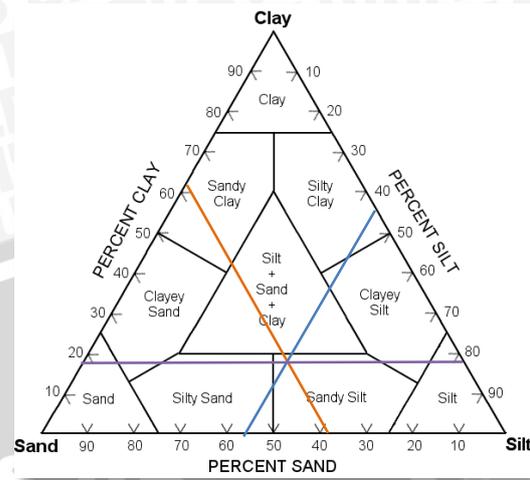
■ Pasir ■ Lanau ■ Lempung



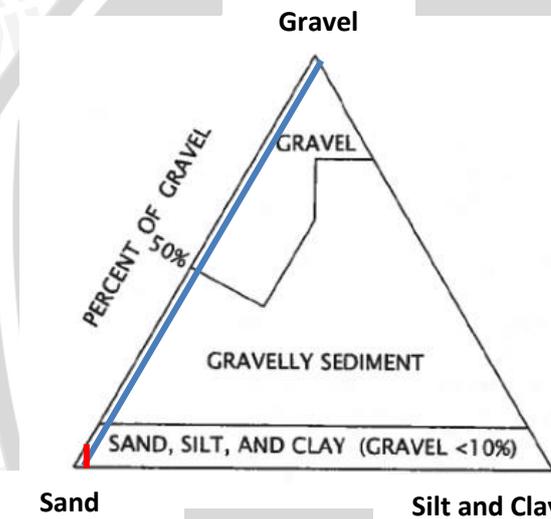
Lampiran 8. Plotting Segitiga Shepard



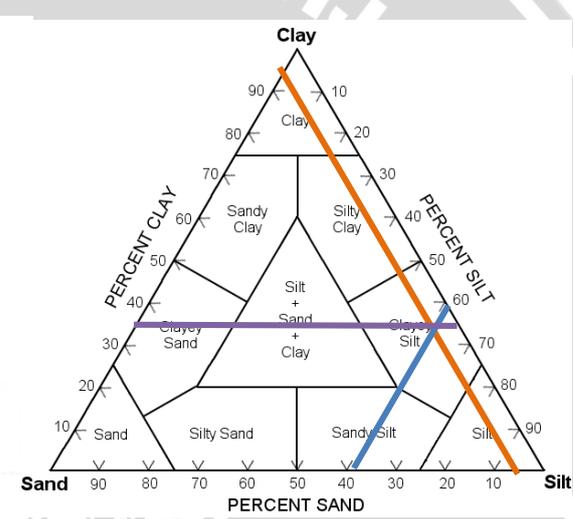
A2



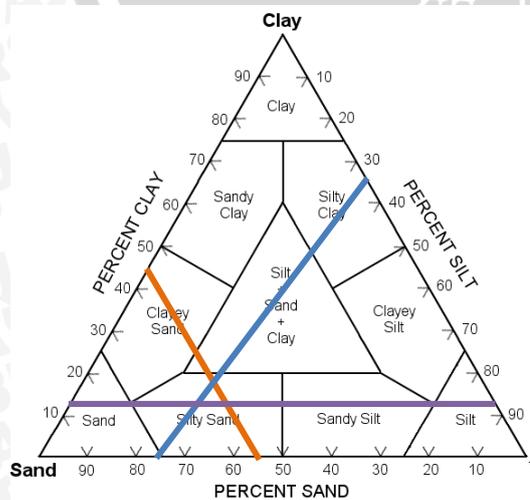
A3



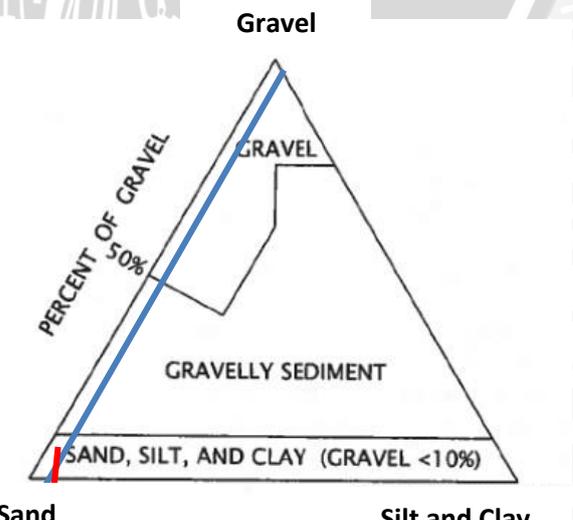
A4



B1

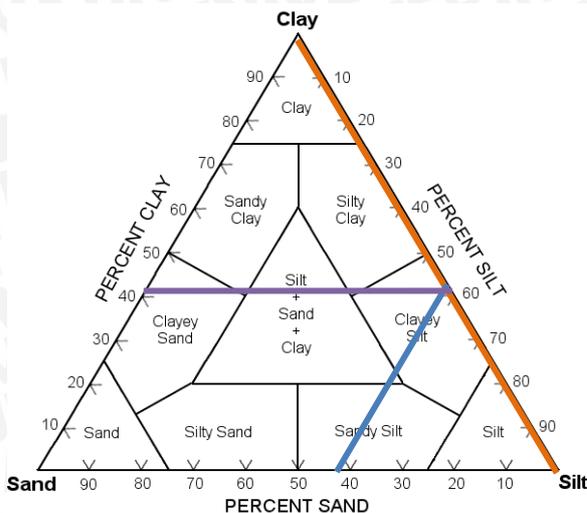


B2

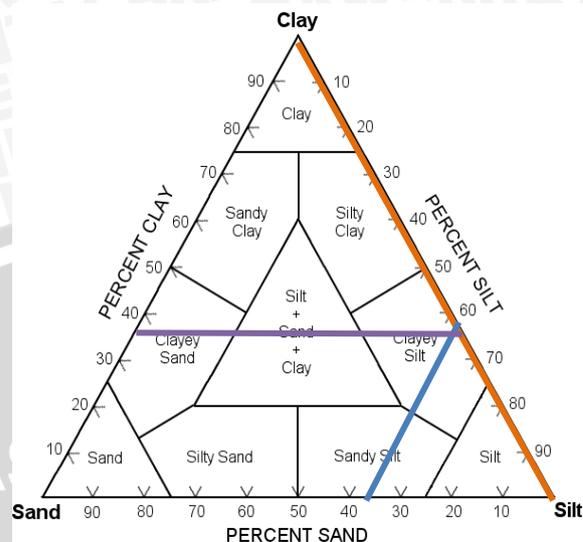


B3

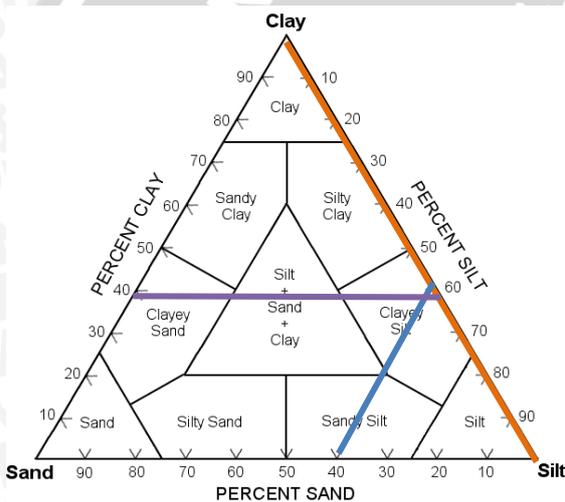




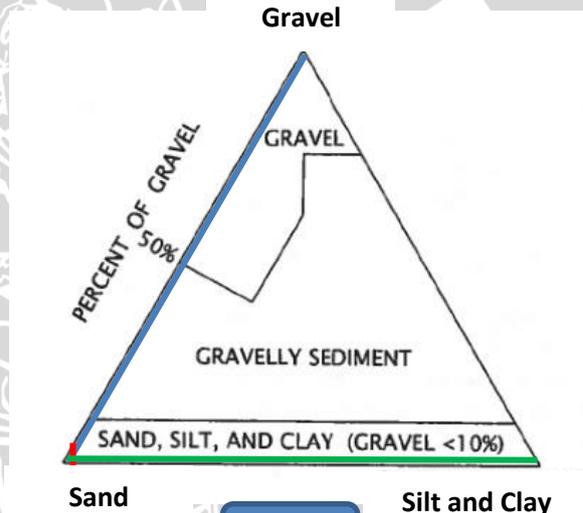
B4



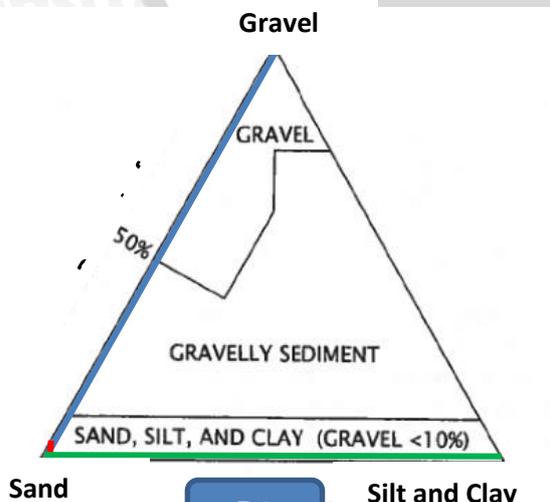
C1



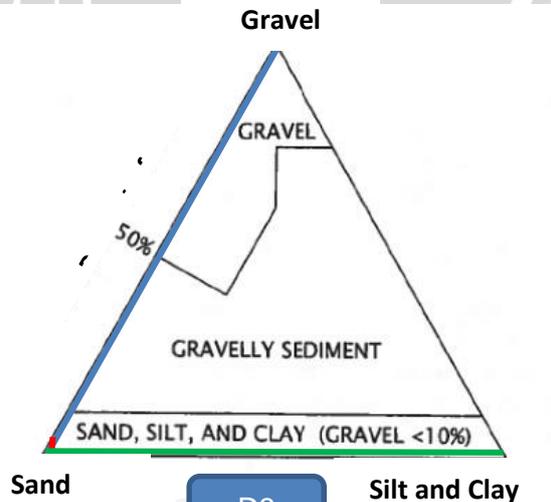
C2



D1

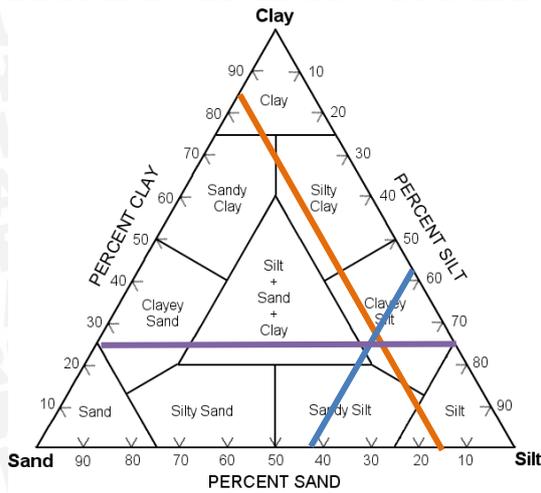


D2

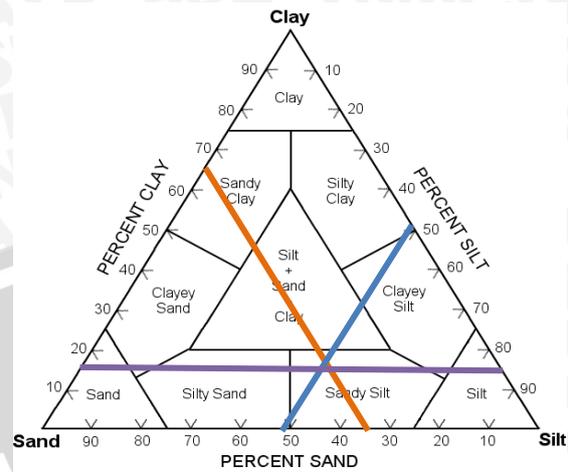


D3

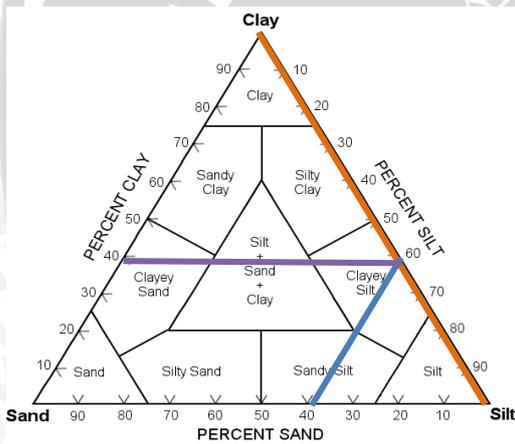




D4



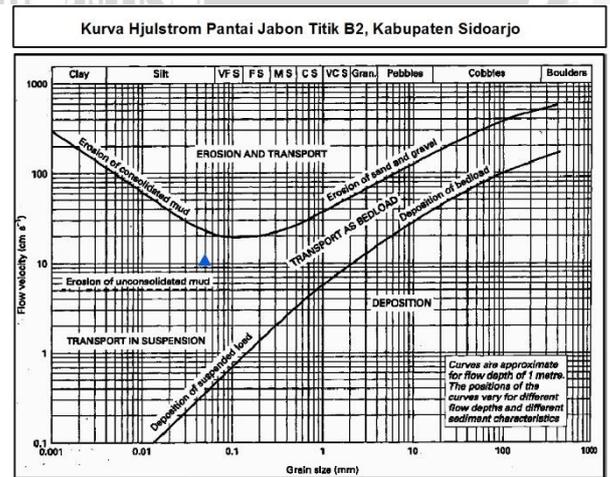
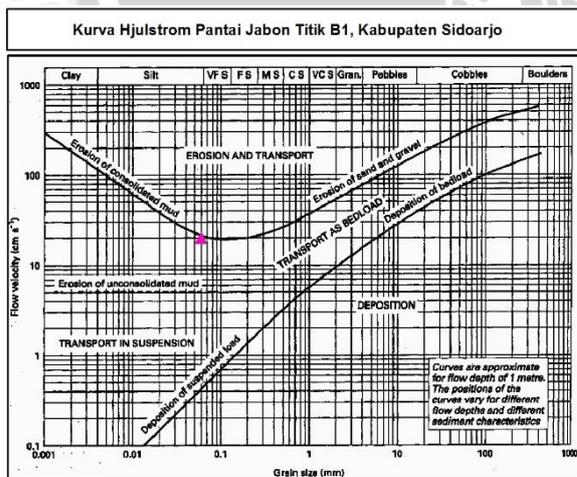
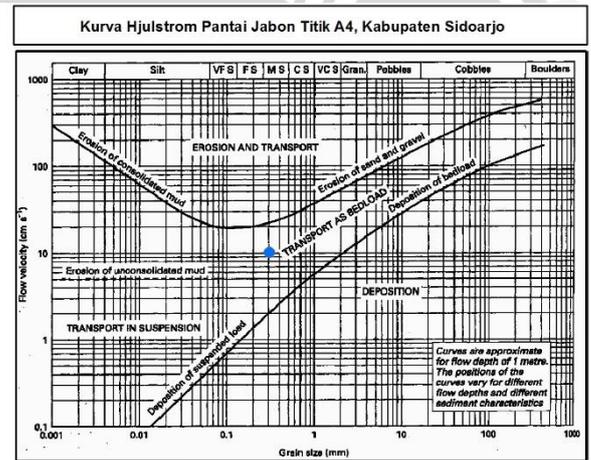
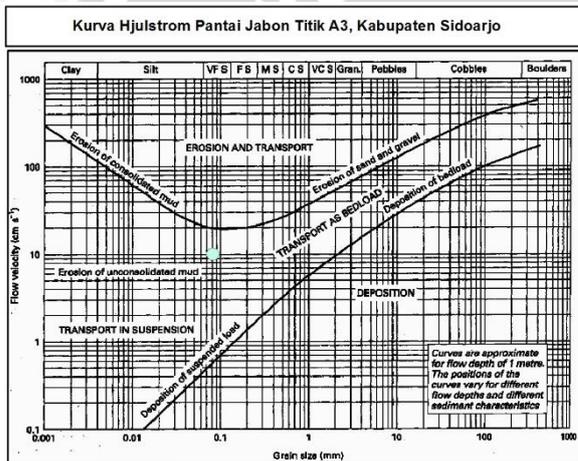
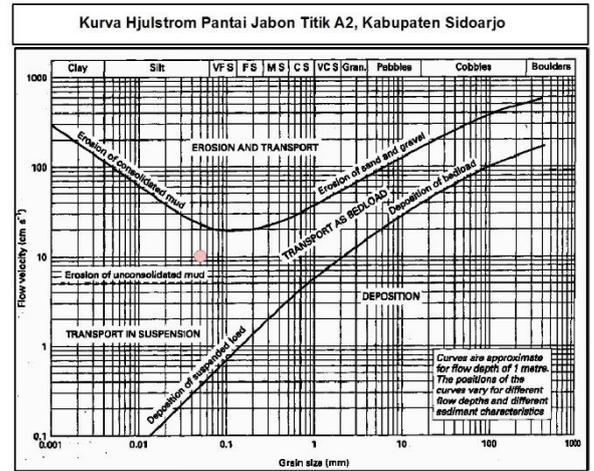
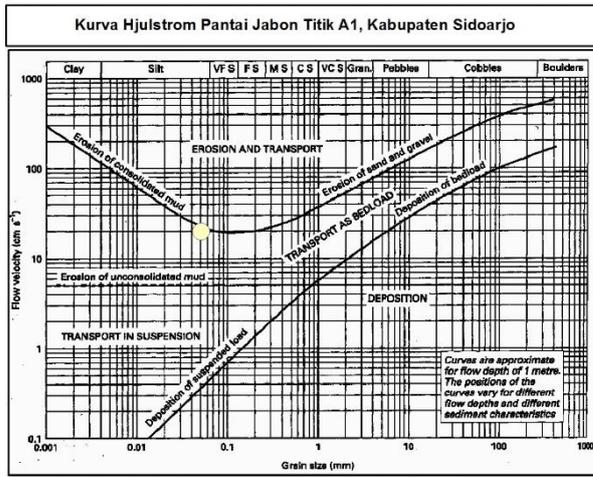
E1

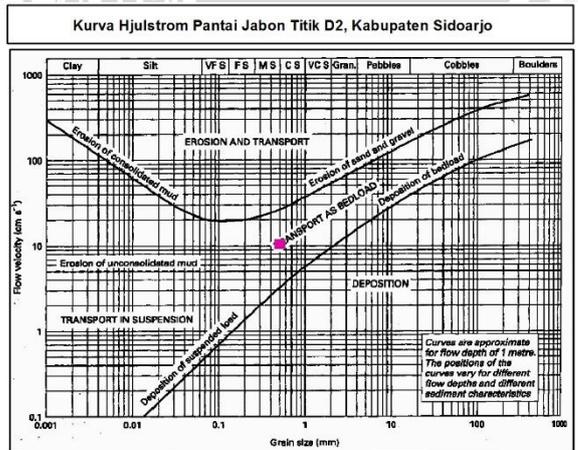
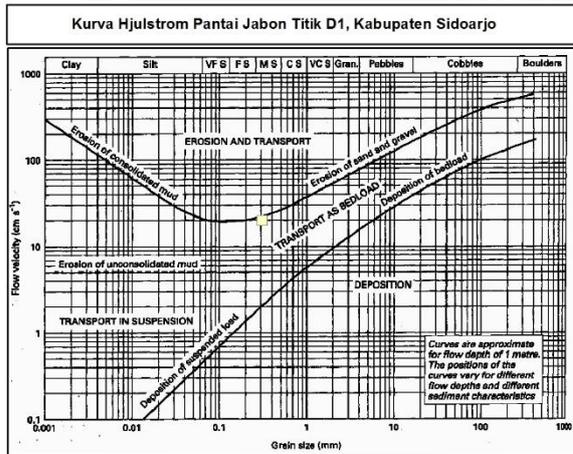
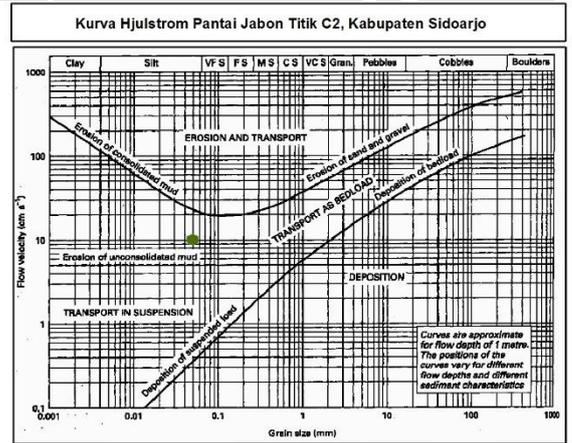
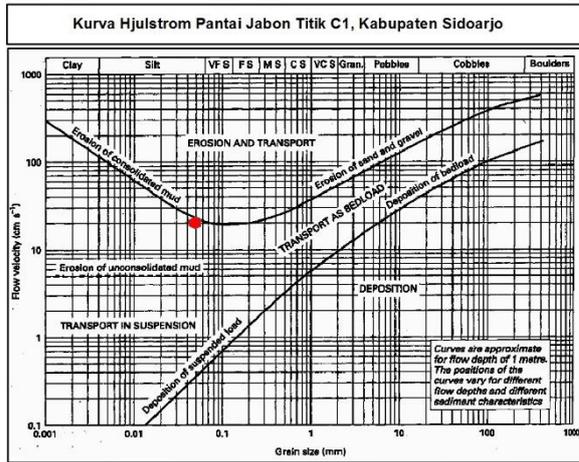
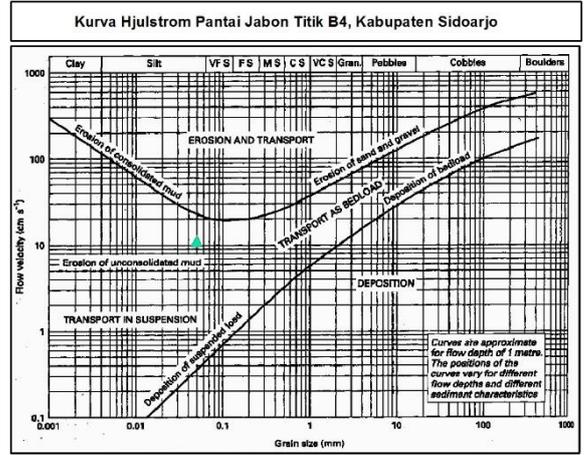
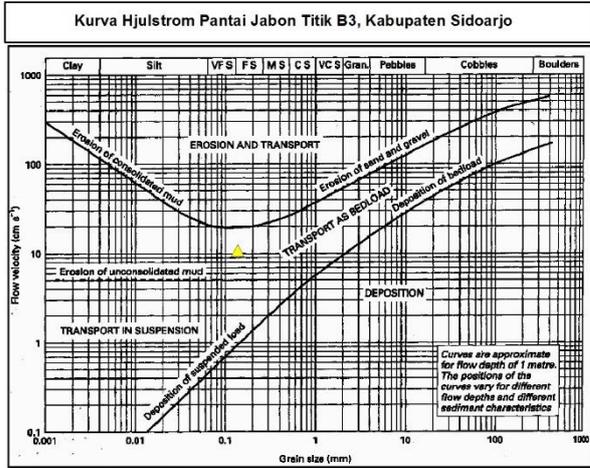


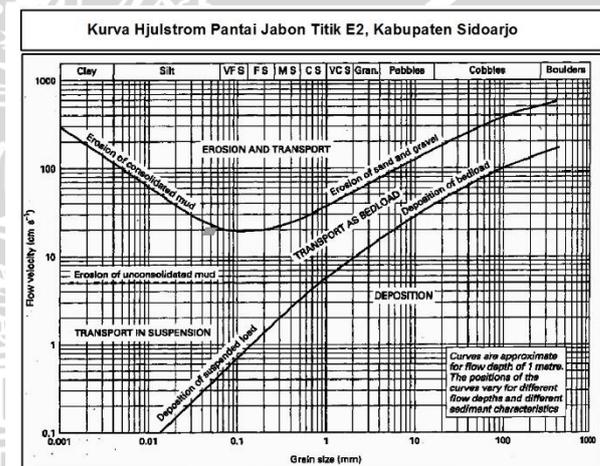
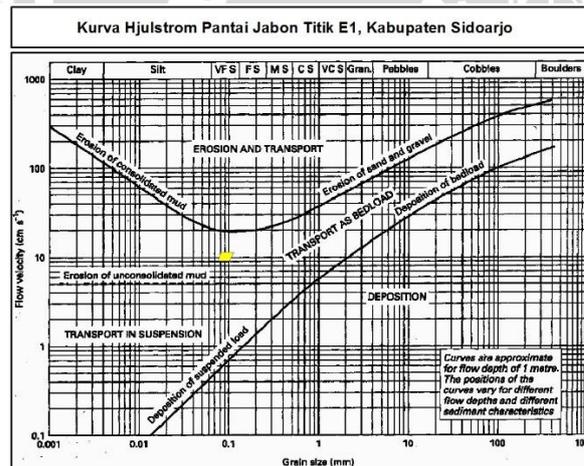
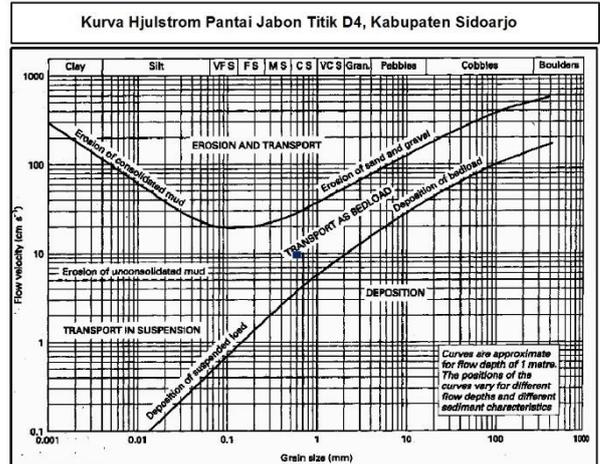
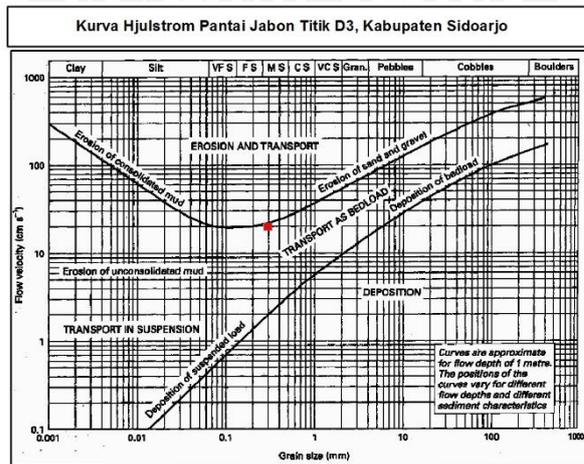
E2



Lampiran 9. Plotting Kurva Hjulstrom







Lampiran 10. Kumpulan Data Hidrometer

Analisa Hidrometer A1		Diameter Butiran								
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Rh	Rh, K	K	R	Zr	D	Finner (%)	Persentase Finner P (%)	Persentase mengendap
0	27	1.0300	1.031	0.0121920	31	1.8426	0	2.613	97.387	94.551
0.5	27	1.0295	1.031	0.0121920	30.5	1.9903	0.024325	4.184	95.816	93.026
1	27	1.0265	1.028	0.0121920	27.5	2.8765	0.020678	13.609	86.391	83.876
2	27	1.0240	1.025	0.0121920	25	3.615	0.016391	21.462	78.538	76.251
15	27	1.0200	1.021	0.0121920	21	4.7966	0.006894	34.028	65.972	64.051
30	27	1.0175	1.019	0.0121920	18.5	5.5351	0.005237	41.882	58.118	56.425
60	27	1.0155	1.017	0.0121920	16.5	6.1259	0.003896	48.165	51.835	50.325
120	27	1.0145	1.016	0.0121920	15.5	6.4213	0.00282	51.307	48.693	47.275
1440	27	1.0105	1.012	0.0121920	11.5	7.6029	0.000886	63.873	36.127	35.075

Analisa Hidrometer A2		Diameter Butiran								
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Rh	Rh, K	K	R	Zr	D	Finner (%)	Persentase Finner P (%)	Persentase mengendap
0	27	1.0290	1.030	0.012396	30	2.138	0	4.737	95.263	83.832
0.5	27	1.0260	1.027	0.012396	27	3.0242	0.030486096	14.263	85.737	75.448
1	27	1.0230	1.024	0.012396	24	3.9104	0.024512757	23.790	76.210	67.065
2	27	1.0210	1.022	0.012396	22	4.5012	0.018596479	30.140	69.860	61.476
15	27	1.0165	1.018	0.012396	17.5	5.8305	0.007728387	44.430	55.570	48.902
30	27	1.0145	1.016	0.012396	15.5	6.4213	0.005734987	50.781	49.219	43.313

60	27	1.0135	1.015	0.012396	14.5	6.7167	0.004147476	53.956	46.044	40.519
120	27	1.0120	1.013	0.012396	13	7.1598	0.003027899	58.719	41.281	36.327
1440	27	1.0095	1.011	0.012396	10.5	7.8983	0.000918052	66.658	33.342	29.341

Analisa Hidrometer A3		Diameter Butiran								
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Rh	Rh, K	K	R	Zr	D	Finner (%)	Persentase Finner P (%)	Persentase mengendap
0	27	1.0230	1.024	0.0125800	24	3.9104	0	22.992	77.008	47.768
0.5	27	1.0210	1.022	0.0125800	22	4.5012	0.037745032	29.409	70.591	43.788
1	27	1.0185	1.020	0.0125800	19.5	5.2397	0.028796112	37.431	62.569	38.812
2	27	1.0165	1.018	0.0125800	17.5	5.8305	0.021479222	43.848	56.152	34.831
15	27	1.0135	1.015	0.0125800	14.5	6.7167	0.008418079	53.474	46.526	28.860
30	27	1.0110	1.012	0.0125800	12	7.4552	0.006271186	61.496	38.504	23.884
60	27	1.0095	1.011	0.0125800	10.5	7.8983	0.004564275	66.309	33.691	20.899
120	27	1.0090	1.010	0.0125800	10	8.046	0.003257467	67.913	32.087	19.903
1440	27	1.0080	1.009	0.0125800	9	8.3414	0.000957456	71.122	28.878	17.913

Analisa Hidrometer B1		Diameter Butiran								
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Rh	Rh, K	K	R	Zr	D	Finner (%)	Persentase Finner P (%)	Persentase mengendap
0	27	1.0310	1.032	0.0133160	32	1.5472	0	-7.513	107.513	101.128
0.5	27	1.0300	1.031	0.0133160	31	1.8426	0.025562558	-4.153	104.153	97.968
1	27	1.0280	1.029	0.0133160	29	2.4334	0.020772106	2.567	97.433	91.648
2	27	1.0270	1.028	0.0133160	28	2.7288	0.015554091	5.926	94.074	88.487
15	27	1.0215	1.023	0.0133160	22.5	4.3535	0.00717377	24.405	75.595	71.106
30	27	1.0185	1.020	0.0133160	19.5	5.2397	0.005565015	34.485	65.515	61.625
60	27	1.0165	1.018	0.0133160	17.5	5.8305	0.004150984	41.204	58.796	55.305
120	27	1.0150	1.016	0.0133160	16	6.2736	0.003044679	46.244	53.756	50.564
1440	27	1.0100	1.011	0.0133160	11	7.7506	0.000976923	63.043	36.957	34.763

Analisa Hidrometer B2		Diameter Butiran								
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Rh	Rh, K	K	R	Zr	D	Finner (%)	Persentase Finner P (%)	Persentase mengendap
0	27	1.0125	1.014	0.013120	13.5	7.0121	0	55.239	44.761	20.675
0.5	27	1.0115	1.013	0.013120	12.5	7.3075	0.050157195	58.555	41.445	19.143
1	27	1.0110	1.012	0.013120	12	7.4552	0.035823126	60.213	39.787	18.378
2	27	1.0105	1.012	0.013120	11.5	7.6029	0.025580467	61.871	38.129	17.612
15	27	1.0100	1.011	0.013120	11	7.7506	0.009430959	63.528	36.472	16.846
30	27	1.0095	1.011	0.013120	10.5	7.8983	0.006731937	65.186	34.814	16.080
60	27	1.0090	1.010	0.013120	10	8.046	0.0048045	66.844	33.156	15.315
120	27	1.0085	1.010	0.013120	9.5	8.1937	0.003428335	68.502	31.498	14.549
1440	27	1.0070	1.008	0.013120	8	8.6368	0.001016083	73.475	26.525	12.252

Analisa Hidrometer B4		Diameter Butiran								
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Rh	Rh, K	K	R	Zr	D	Finner (%)	Persentase Finner P (%)	Persentase mengendap
0	27	1.0315	1.033	0.0127960	32.5	1.3995	0	-5.587	105.587	105.395
0.5	27	1.0300	1.031	0.0127960	31	1.8426	0.024564321	-0.714	100.714	100.531
1	27	1.0295	1.031	0.0127960	30.5	1.9903	0.01805234	0.910	99.090	98.909
2	27	1.0290	1.030	0.0127960	30	2.138	0.013230099	2.535	97.465	97.288
15	27	1.0260	1.027	0.0127960	27	3.0242	0.00574558	12.281	87.719	87.559
30	27	1.0235	1.025	0.0127960	24.5	3.7627	0.004531723	20.403	79.597	79.452
60	27	1.0210	1.022	0.0127960	22	4.5012	0.003504796	28.526	71.474	71.344
120	27	1.0180	1.019	0.0127960	19	5.3874	0.002711273	38.272	61.728	61.616
1440	27	1.0120	1.013	0.0127960	13	7.1598	0.000902284	57.765	42.235	42.158

Analisa Hidrometer C1		Diameter Butiran								
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Rh	Rh, K	K	R	Zr	D	Finner (%)	Persentase Finner P (%)	Persentase mengendap
0	27	1.0330	1.034	0.0119440	34	0.9564	0	-5.482	105.482	104.817
0.5	27	1.0320	1.033	0.0119440	33	1.2518	0.018898715	-2.379	102.379	101.734
1	27	1.0305	1.032	0.0119440	31.5	1.6949	0.015549694	2.274	97.726	97.110
2	27	1.0285	1.030	0.0119440	29.5	2.2857	0.012768633	8.479	91.521	90.944
15	27	1.0205	1.022	0.0119440	21.5	4.6489	0.006649351	33.298	66.702	66.281
30	27	1.0175	1.019	0.0119440	18.5	5.5351	0.005130408	42.606	57.394	57.033
60	27	1.0160	1.017	0.0119440	17	5.9782	0.003770157	47.259	52.741	52.409
120	27	1.0140	1.015	0.0119440	15	6.569	0.00279453	53.464	46.536	46.243
1440	27	1.0110	1.012	0.0119440	12	7.4552	0.000859406	62.771	37.229	36.994

Analisa Hidrometer C2		Diameter Butiran								
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Rh	Rh, K	K	R	Zr	D	Finner (%)	Persentase Finner P (%)	Persentase mengendap
0	27	1.0335	1.035	0.0119440	34.5	0.8087	0	-8.324	108.324	108.122
0.5	27	1.0315	1.033	0.0119440	32.5	1.3995	0.019982565	-2.044	102.044	101.854
1	27	1.0305	1.032	0.0119440	31.5	1.6949	0.015549694	1.096	98.904	98.720
2	27	1.0300	1.031	0.0119440	31	1.8426	0.011464374	2.665	97.335	97.153
15	27	1.0235	1.025	0.0119440	24.5	3.7627	0.005982104	23.074	76.926	76.783
30	27	1.0215	1.023	0.0119440	22.5	4.3535	0.004549969	29.354	70.646	70.515
60	27	1.0195	1.021	0.0119440	20.5	4.9443	0.003428677	35.634	64.366	64.247
120	27	1.0165	1.018	0.0119440	17.5	5.8305	0.002632765	45.053	54.947	54.845
1440	27	1.0120	1.013	0.0119440	13	7.1598	0.000842207	59.182	40.818	40.742

Analisa Hidrometer D4		Diameter Butiran								
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Rh	Rh, K	K	R	Zr	D	Finner (%)	Persentase Finner P (%)	Persentase mengendap
0	27	1.0225	1.024	0.01312	23.5	4.0581	0	22.077	77.923	64.814
0.5	27	1.0175	1.019	0.01312	18.5	5.5351	0.043652746	38.656	61.344	51.023
1	27	1.0165	1.018	0.01312	17.5	5.8305	0.031680114	41.972	58.028	48.265
2	27	1.0150	1.016	0.01312	16	6.2736	0.02323685	46.946	53.054	44.128
15	27	1.0120	1.013	0.01312	13	7.1598	0.009064391	56.893	43.107	35.854
30	27	1.0110	1.012	0.01312	12	7.4552	0.006540378	60.209	39.791	33.096
60	27	1.0100	1.011	0.01312	11	7.7506	0.00471548	63.525	36.475	30.338
120	27	1.0090	1.010	0.01312	10	8.046	0.003397295	66.841	33.159	27.580
1440	27	1.0080	1.009	0.01312	9	8.3414	0.000998555	70.157	29.843	24.822

Analisa Hidrometer E1		Diameter Butiran								
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Rh	Rh, K	K	R	Zr	D	Finner (%)	Persentase Finner P (%)	Persentase mengendap
0	27	1.0175	1.019	0.012080	18.5	5.5351	0	42.218	57.782	37.481
0.5	27	1.0155	1.017	0.012080	16.5	6.1259	0.042283106	48.465	51.535	33.429
1	27	1.0150	1.016	0.012080	16	6.2736	0.030256964	50.026	49.974	32.416
2	27	1.0140	1.015	0.012080	15	6.569	0.021892813	53.150	46.850	30.390
15	27	1.0115	1.013	0.012080	12.5	7.3075	0.008431517	60.958	39.042	25.325
30	27	1.0105	1.012	0.012080	11.5	7.6029	0.006081293	64.081	35.919	23.299
60	27	1.0100	1.011	0.012080	11	7.7506	0.004341692	65.643	34.357	22.286
120	27	1.0090	1.010	0.012080	10	8.046	0.003127997	68.767	31.233	20.260
1440	27	1.0070	1.008	0.012080	8	8.6368	0.000935539	75.013	24.987	16.208

Analisa Hidrometer E2		Diameter Butiran								
Waktu (menit)	Suhu (°C)	Rh	Rh, K	K	R	Zr	D	Finner (%)	Persentase Finner P (%)	Persentase mengendap
0	27	1.0325	1.034	0.012648	33.5	1.1041	0	-7.893	107.893	107.764
0.5	27	1.0315	1.033	0.012648	32.5	1.3995	0.021160372	-4.673	104.673	104.547
1	27	1.0305	1.032	0.012648	31.5	1.6949	0.016466219	-1.452	101.452	101.330
2	27	1.0295	1.031	0.012648	30.5	1.9903	0.012617291	1.769	98.231	98.113
15	27	1.0235	1.025	0.012648	24.5	3.7627	0.0063347	21.093	78.907	78.812
30	27	1.0215	1.023	0.012648	22.5	4.3535	0.004818152	27.534	72.466	72.379
60	27	1.0185	1.020	0.012648	19.5	5.2397	0.003737657	37.196	62.804	62.728
120	27	1.0160	1.017	0.012648	17	5.9782	0.002823036	45.248	54.752	54.686
1440	27	1.0110	1.012	0.012648	12	7.4552	0.00091006	61.352	38.648	38.602

Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian



Pengambilan data sedimen trap



Pengambilan sampel sedimen dengan *grab sampler* (kiri) dan pengukuran data arus (kanan)



Analisis uji hidrometer (kiri) dan penimbangan sampel sisa uji hidrometer (kanan)



Pengovenan sampel sedimen (kiri) dan menghomogenkan sampel sedimen yang sudah di rendam selamat 24 jam (kanan)

