

**POLA TRANSPORTASI DAN DISTRIBUSI SEDIMEN DI PANTAI  
KONDANG MERAK, MALANG, JAWA TIMUR**

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

**Oleh:**

**DANIEL SINAMBELA**

**NIM. 135080601111097**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2018**

**POLA TRANSPORTASI DAN DISTRIBUSI SEDIMEN DI PANTAI KONDANG  
MERAK, MALANG, JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN**

**JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Kelautan di Fakultas Perikanan dan

Ilmu Kelautan

Universitas Brawijaya

**Oleh:**

**DANIEL SINAMBELA**

**NIM. 135080601111097**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2018**

SKRIPSI

POLA TRANSPORTASI DAN DISTRIBUSI SEDIMEN DI PANTAI KONDANG  
MERAK, MALANG, JAWA TIMUR

Oleh:

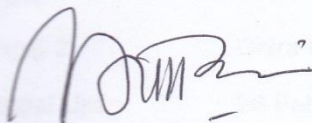
DANIEL SINAMBELA

NIM. 135080601111097

Telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal 26 Februari 2018

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Pembimbing I



Nurin Hidayati, ST., M.Sc.

NIP. 19781102 200502 2 001

Tanggal: 23 MAR 2018

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



Muliawati Handayani, S.Pi., M.Si

NIP. 2013098810052001

Tanggal: 23 MAR 2018



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

NIP. 19780717200 502 1 004

Tanggal: 23 MAR 2018

Judul : **Pola Transportasi Dan Distribusi Sedimen Di Pantai  
Kondang, Merak, Malang Jawa Timur**

Nama Mahasiswa : Daniel Sinambela

NIM : 135080601111097

Program Studi : Ilmu Kelautan

Penguji Pembimbing :

Pembimbing 1 : Nurin Hidayati, ST., M.Sc

Pembimbing 2 : Muliawati Handayani, S.Pi., M.Si

Penguji Bukan Pembimbing :

Penguji 1 : Dr. H. Rudianto, MA

Penguji 2 : Dhira Kurniawan Saputra, S.Kel., M.Sc

Tanggal Ujian : 26 Februari 2018

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penyusunan penulisan skripsi ini dapat terselesaikan karena adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, maka dari itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus yang telah memberkati sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini
2. Ibu Nurin Hidayati, ST., M.Sc dan Ibu Muliawati Handayani, S.Pi., M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan motivasi kepada penulis selama proses pengerjaan skripsi
3. Orang Tua tercinta (Bapak Albert Sinambela dan Ibu Jernita br Manalu), serta kedua adik saya Ebenezer Sinambela dan Ribka Jessica Sinambela yang selalu memberikan dukungan, doa dan motivasi tanpa henti.
4. Orang yang selalu ada dalam suka duka pengerjaan skripsi dan selalu memberikan motivasi untuk terus berjuang, Tresia Veronika Sirait.
5. Seluruh sahabat-sahabat ATLANTIK yang telah membantu dalam proses penelitian baik di lapang, laboratorium dan pada saat proses pengolahan data.
6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sampaikan semua, karena keterbatasan tempat.

Malang, 26 Februari 2018

Hormat saya,

Daniel Sinambela

135080601111097

## RINGKASAN

**DANIEL SINAMBELA (135080601111097).** Laporan Skripsi Pola Transportasi Dan Distribusi Sedimen Di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur (dibawah bimbingan **Nurin Hidayati, ST., M.Sc dan Muliawati Handayani, S.Pi., M.Si.**)

---

---

Pantai Kondang Merak yang merupakan pantai Selatan dari Pulau Jawa identik dengan pergerakan arus dan gelombang ditambah lagi tingginya aktivitas manusia yang ada disana baik wisatawan, nelayan atau pun penduduk sekitar dapat mempengaruhi dinamika pantai baik itu erosi ataupun sedimentasi. Perubahan morfologi pantai ini dapat menjadi masalah yang serius apabila tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu diperlukan penelitian tentang distribusi sedimen di Pantai Kondang Merak untuk mengetahui bagaimana pola distribusi ukuran butir sedimen secara keseluruhan di pantai tersebut dan juga kondisi dari hidro-oseanografi yang dapat mempengaruhi distribusi sedimen yang ada di sana.

Metode yang digunakan dalam menentukan titik lokasi pengambilan sampel sedimen dan arus adalah dengan menggunakan metode *puposive sampling*, dimana terdapat 14 stasiun. Pada pengukuran gelombang diambil 3 titik stasiun yang mewakili setiap area yang telah ditentukan. Pada pengolahan data pasang surut menggunakan metode *Admiralty* dengan menghitung komponen harmonik dan mencari nilai *Formhzal* untuk diketahui jenis pasang surutnya. Setelah pengambilan data selesai, metode analisis ukuran butir sedimen dilakukan dengan menggunakan metode ayak kering yang nantinya hasil dari analisis ukuran butir sedimen yang telah diketahui di korelasikan dengan data dari parameter hidro-oseanografi yaitu arus, gelombang dan pasang surut.

Hasil fraksi sedimen yang didapatkan pada Pantai Kondang Merak memiliki jenis karakteristik sedimen yang paling dominan disemua stasiun pengambilan sampel yaitu pasir, dengan jenis fraksi sedimennya yang paling dominan ialah jenis pasir halus yang memiliki diameter ukuran butir antara 0.125 mm – 0.25 mm. Kondisi hidro-oseanografi dari Pantai Kondang Merak yaitu memiliki arus berkisar antara 0.13 m/s – 0.73 m/s dengan arah dari Barat Daya ke Timur Laut, tinggi gelombang berkisar antara 0.16 m – 0.22 m dengan periode antara 1.5 s – 1.8 s dan memiliki tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda.

Jika dilihat dari arah datangnya arus dan gelombang yang menuju ke Pantai Kondang Merak adalah sejajar garis pantai atau biasa disebut dengan (*longshore current*) akibat adanya pembelokan arus pada saat menuju pantai menyebabkan transpor sedimen yang terjadi di sepanjang garis Pantai Kondang Merak adalah transpor sedimen sejajar pantai. Hal inilah yang menyebabkan Pantai Kondang Merak cenderung mengalami erosi yang tidak hanya dipengaruhi oleh arus dan gelombang tetapi juga sedikit pengaruh dari pasang surut.

## **KATA PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji syukur ke kepada Tuhan Yesus Kristus, atas limpahan dan berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul Pola Transportasi Dan Distribusi Sedimen Di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur. Di dalam penulisan Laporan Skripsi ini disajikan bahasan mengenai beberapa pokok bahasan yang membahas tentang teknik pengambilan sampel sedimen dan teknik analisis penentuan ukuran butir dan jenis sedimen. Selain itu di dalam laporan ini juga terdapat ukuran dan jenis sedimen dan keterkaitannya antara beberapa faktor hidro-oseanografi yang terdapat di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur.

Sangat disadari bahwa terdapat kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerapkan segala kemampuan untuk bisa sempurna, tetapi masih dirasakan banyak kekurangan. Menurut pepatah “Tidak Ada Gading yang Tak Retak”. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran terhadap Laporan Skripsi ini agar dapat bermanfaat untuk semuanya.

Malang, 26 Februari 2018

Hormat saya,

Daniel Sinambela

135080601111097

## DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMAKASIH.....	ii
RINGKASAN .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Manfaat .....	4
1.5 Waktu dan Tempat .....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pantai.....	6
2.2 Sedimen .....	6
2.2.1 Ukuran Butir Sedimen.....	7
2.2.2 Sumber sedimen.....	9
2.2.3 Transpor Sedimen .....	9
2.3 Parameter Hidro-oseanografi.....	10
2.3.1 Arus.....	10
2.3.2 Gelombang.....	11
2.3.3 Pasang Surut.....	12
2.4 Diagram <i>Hjulstrom</i> .....	13
3. METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Lokasi Penelitian .....	15
3.2 Alat dan Bahan .....	16
3.3 Prosedur Penelitian .....	17
3.4 Metode Pengambilan Data .....	20



3.4.1	Sampel Sedimen .....	20
3.4.2	Data Hidro-oseanografi.....	21
3.5	Analisa Pengolahan Data .....	24
3.5.1	Ukuran Butir Sedimen.....	24
3.5.2	Analisis Granulometri.....	25
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	29
4.1	Kondisi Umum dan Letak Geografis Pantai Kondang Merak.....	29
4.2	Ukuran Butir dan Jenis Sedimen .....	29
4.3	Analisis Hasil Perhitungan Granulometri.....	37
4.4	Kondisi Hidro-oseanografi .....	40
4.4.1	Arus .....	40
4.4.2	Pola Pergerakan Arus.....	42
4.4.3	Batimetri .....	47
4.4.4	Gelombang .....	47
4.4.5	Kemiringan Pantai.....	48
4.4.6	Pasang Surut .....	50
4.5	Hubungan Ukuran Butir Sedimen dengan Kondisi Hidro-oseanografi.....	52
4.5.1	Hubungan Ukuran Butir Sedimen dengan Arus.....	52
4.5.2	Hubungan Karakteristik Sedimen dengan Gelombang.....	56
4.5.3	Hubungan Karakteristik Sedimen dengan Pasang Surut.....	57
4.6	Transpor Sedimen.....	58
5.	KESIMPULAN DAN SARAN .....	60
5.1	Kesimpulan .....	60
5.2	Saran .....	60
	DAFTAR PUSTAKA.....	62
	LAMPIRAN .....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tipe pasang surut berdasarkan periode dan keteraturannya.....	13
Gambar 2. Diagram <i>Hjulstrom</i> .....	14
Gambar 3. Peta lokasi penelitian .....	15
Gambar 4. Diagram alur penelitian .....	19
Gambar 5. Peta Lokasi Pengambilan Data Sedimen dan Arus .....	21
Gambar 6. Lokasi pengambilan data penelitian .....	23
Gambar 7. Distribusi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 1 .....	31
Gambar 8. Sieve Graph .....	31
Gambar 9. Kurva Hjulstrom Pantai Kondang Merak Stasiun 1, Kabupaten Malang .....	33
Gambar 10. Persentase ukuran butir di semua stasiun.....	34
Gambar 11 Sebaran distribusi sedimen Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur .....	35
Gambar 12. Pola arus di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur .....	43
Gambar 13. Pola pergerakan arus musim barat ( <i>Indeso</i> ).....	44
Gambar 14. Pola pergerakan arus musim peralihan I ( <i>Indeso</i> ) .....	44
Gambar 15. Pola pergerakan arus musim timur ( <i>Indeso</i> ).....	44
Gambar 16. Pola pergerakan arus musim peralihan II ( <i>Indeso</i> ) .....	45
Gambar 17. Pola pergerakan arus tahunan ( <i>Indeso</i> ) .....	46
Gambar 18. Peta Batimetri Kondang Merak.....	47
Gambar 19. Peta Kemiringan Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur .....	49
Gambar 20. Kondisi pasang surut di Pantai Kondang Merak .....	51
Gambar 21. Tipe pasang surut di Pantai Kondang Merak.....	52
Gambar 22. Hubungan antara kecepatan arus dan ukuran butir sedimen .....	55
Gambar 23. Kurva Hjulstrom Seluruh Stasiun Pantai Kondang Merak, Kabupaten Malang.....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi skala Wentworth.....	7
Tabel 2. Alat - alat yang digunakan untuk penelitian lapang .....	16
Tabel 3. Bahan - bahan yang digunakan untuk penelitian di lapang .....	16
Tabel 4. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian di laboratorium.....	16
Tabel 5. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian di laboratorium .....	17
Tabel 6. Koordinat titik pengambilan data sedimen dan arus .....	22
Tabel 7. Titik koordinat pengambilan data gelombang .....	23
Tabel 8. Klasifikasi derajat pemilahan ( <i>sorting</i> ).....	26
Tabel 9. Klasifikasi koefisien kemencengan ( <i>skewness</i> ) .....	27
Tabel 10. Klasifikasi koefisien keruncingan ( <i>kurtosis</i> ) .....	28
Tabel 11 Prosentase ukuran butir stasiun 1 .....	30
Tabel 12. Data hasil ayakan sedimen titik lokasi Stasiun 1 .....	32
Tabel 13. Analisis granulometri pada setiap stasiun penelitian .....	38
Tabel 14. Data Kecepatan dan Arah Arus.....	41
Tabel 15. Data pengukuran gelombang .....	48
Tabel 16. Data Kemiringan Pantai .....	48
Tabel 17. Klasifikasi Kemiringan .....	50
Tabel 18. Nilai konstanta pasang surut di Pantai Kondang Merak .....	51
Tabel 19. Karakteristik sedimen dengan kecepatan arus .....	52
Tabel 20. Hubungan antara karakteristik sedimen dengan gelombang .....	56
Tabel 21. Karakteristik sedimen dengan tipe pasang surut .....	57

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Wilayah pantai saat ini menjadi daerah yang banyak dimanfaatkan untuk kegiatan manusia seperti sebagai kawasan pemukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, pariwisata dan sebagainya. Peningkatan pemanfaatan kawasan pantai ini tentu dapat mempengaruhi keseimbangan dari dinamika pantai. Hal tersebut dapat terjadi karena kawasan pantai merupakan kawasan yang sangat dinamis. Perubahan morfologi pantai ini dapat menjadi masalah yang serius apabila tidak dikelola dengan baik (Affandi and Surbakti, 2012).

Pantai mempunyai kecenderungan menyesuaikan bentuk profilnya sedemikian rupa sehingga mampu meredam faktor-faktor hidrodinamika. Hal ini sesuai dengan definisi pantai sebagai daerah pertemuan antara darat dan laut, dimana keduanya saling mempengaruhi satu sama lain. Proses hidrodinamika yang terjadi di laut menyebabkan adanya pergerakan air di laut. Pergerakan air di laut ini tentunya akan membawa sesuatu yang akan mengendap atau berkumpul di sepanjang garis pantai. Sesuatu yang terbawa air laut itu salah satunya ialah sedimen (Korwa et al., 2013).

Sedimen yang terangkut dari satu tempat ke tempat yang lain merupakan dampak dari proses erosi. Proses erosi menyebabkan sedimen terbawa oleh suatu perantara baik itu air ataupun angin yang diendapkan disuatu tempat dengan kecepatan yang semakin melambat sampai terhenti. Proses tersebut biasa disebut dengan sedimentasi atau pengendapan. Jadi, proses sedimentasi merupakan dampak dari erosi (Anasiru, 2006).

Proses sedimentasi ataupun erosi sama – sama menyebabkan adanya transpor sedimen dengan pola sebaran yang berbeda – beda di setiap tempatnya. Sebenarnya penyebab terjadinya erosi dan sedimentasi sangat

kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik berupa faktor alami maupun kegiatan manusia. Faktor alami yang sangat mempengaruhi seperti gelombang, arus, sungai, pasang surut dan aktivitas organisme laut. Sedangkan aktivitas manusia seperti pariwisata, pembangunan infrastruktur, pertambangan dan sebagainya juga mempercepat proses erosi ataupun sedimentasi yang terjadi di sepanjang garis pantai (Nugroho and Basit, 2014).

Kabupaten Malang merupakan salah satu contoh daerah yang terkenal dengan wisata pantainya. Salah satu pantai yang cukup terkenal yaitu Pantai Kondang Merak, yang berada di Desa Sumberbening, Kecamatan Bantur, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Lokasi dari Pantai Kondang Merak yang merupakan pantai Selatan dari Pulau Jawa identik dengan pergerakan arus dan gelombang ditambah lagi tingginya aktivitas manusia yang ada disana baik wisatawan, nelayan atau pun penduduk sekitar dapat mempengaruhi dinamika pantai baik itu erosi ataupun sedimentasi.

Beberapa penelitian telah dilakukan di Pantai Kondang Merak, penelitian terdahulu yang telah dilakukan dipantai Kondang Merak Malang, Jawa Timur diantaranya adalah penelitian dari Jimmi K. Sinaga yang berjudul Prediksi Perubahan Garis Pantai Dengan Menggunakan Rumus Manohar Di Wilayah Pantai Kondang Merak Malang yang membahas tentang bentuk perubahan garis pantai Kondang Merak dari tahun ke tahun yang mengalami kemunduran garis pantai yang disebabkan erosi. Penelitian dari Bapak Oktiyas Muzaky Luthfi, ST., M.Sc. yang berjudul Sebaran Mikro Atoll Porites di Perairan Kondang Merak, Malang Selatan yang membahas tentang proses adaptasi pada karang pada saat pasang surut dengan cara membuat perubahan fisik pada bagian atas koloni karang Porites yang berlobang sehingga membentuk koloni pada pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur. Dan berikutnya penelitian dari Dias Alfian Nugraha yang berjudul Analisis Sebaran Karang Di Perairan Kondang Merak,

Malang Selatan, pada penelitian ini membahas tentang sebaran distribusi karang dengan menggunakan metode *line intercept transect (LIT)* sedangkan pengambilan data suhu dan kedalaman menggunakan metode *Point Intercept Transect (PIT)* dan didapatkan hasil variasi suhu sesuai untuk habitat karang pada pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur.

Oleh karena itu diperlukan penelitian tentang distribusi sedimen di Pantai Kondang Merak untuk mengetahui bagaimana pola distribusi ukuran butir sedimen secara keseluruhan di pantai tersebut dan juga kondisi dari hidro-oseanografi yang dapat mempengaruhi distribusi sedimen yang ada di sana.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana ukuran butir dan jenis sedimen yang ada di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur?
2. Bagaimana kondisi hidro-oseanografi yang terdapat di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur?
3. Bagaimana distribusi dan transpor sedimen di sepanjang Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui ukuran butir dan jenis sedimen yang ada di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur.
2. Mengetahui kondisi hidro-oseanografi yang terdapat di perairan Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur.
3. Mengetahui transpor dan distribusi sedimen di sepanjang Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur.

## **1.4 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi dan transpor sedimen berdasarkan kondisi hidro-oseanografi di sepanjang Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur. Hasil dari penelitian ini akan dijadikan sebagai sumber informasi dan referensi dalam mengatur ataupun mengolah kawasan wisata Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur untuk kedepannya dan sebagai acuan untuk penelitian-penelitian yang akan datang.

## **1.5 Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April hingga bulan Juli 2017. Penelitian ini dilaksanakan di kawasan Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur untuk pengambilan data lapang dan Laboratorium Teknik Pengairan Universitas Brawijaya, Malang untuk pengolahan sampel sedimen.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pantai

Pesisir memiliki daerah yang bersifat dinamis yang biasanya disebut pantai, hal itu dikarenakan karena morfologi dari pantai ini sering berubah dengan cepat akibat pengaruh dari proses alam ataupun aktivitas manusia. Proses dinamis wilayah pantai merupakan respon dari faktor-faktor seperti hidro-oseanografi (gelombang, arus, pasang surut), pasokan sedimen (sungai, erosi pantai), perubahan muka air laut (tektonik, pemanasan global), iklim (temperatur, hujan), dan aktivitas manusia seperti reklamasi pantai dan penambangan pasir (Solihuddin, 2011).

Menurut (Massinai, 2012), pantai merupakan zona perbatasan antara tiga wilayah yang saling berhubungan yaitu lautan, daratan dan udara. Pantai adalah suatu wilayah yang sangat dinamik, oleh karena itu pantai selalu mengalami proses penyesuaian hingga menuju keseimbangan alami yang merupakan pengaruh dari dampak luar ataupun dalam baik proses alam maupun campuran aktivitas manusia.

### 2.2 Sedimen

Menurut (Anasiru, 2006), pecahan material yang terdiri dari batu-batuan secara fisis dan kimia disebut sebagai sedimen. Material sedimen umumnya adalah kuarsa, dimana partikel sedimen yang terlepas akan terangkut oleh angin, air bahkan gaya grafitasi. Secara umum angkutan/transpor sedimen terbagi menjadi dua yaitu angkutan muatan dasar (*bed-load transport*) dimana partikel yang bergerak dengan cara meloncat, meluncur ataupun bergulur, sedangkan angkutan muatan layang (*suspended load transport*) terjadi apabila partikel sedimen yang terbawa aliran sungai melayang di kolom perairan. Partikel sedimen pada umumnya mempunyai ukuran yang bervariasi yaitu dari yang

sangat halus (*koloid*) sampai yang sangat besar (*boulder*), dan juga memiliki bentuk yang sangat beragam seperti bulat, lonjong dan persegi.

Suatu proses pengendapan material sedimen yang diangkut oleh bantuan air atau angin disebut sedimentasi. Hasil dari pelapukan batuan secara berkala terangkut ketempat lain oleh bantuan perantara air yang mengalir di permukaan tanah ataupun sungai yang dapat membawa material dengan cara melayang, terapung atau digeser di dasar sungai menuju tempat yang lebih rendah. Pada saat proses pengikisan terjadi, air yang membawa material sedimen mengalir ke sungai dan akhirnya sampai di laut ataupun danau. Pada saat energi angkutnya semakin melemah atau habis, batuan akan diendapkan di daerah aliran air. Karena itu peristiwa pengendapan ini bisa terjadi di sepanjang aliran air baik itu sungai, danau ataupun di laut (Khatib et al., 2013).

### 2.2.1 Ukuran Butir Sedimen

Menurut (Triatmodjo, 1999), sedimen diklasifikasikan berdasarkan ukuran butir menjadi lempung, lumpur, pasir, krikil, koral (*pebble*), cobble, dan batu (*boulder*). Klasifikasi yang banyak digunakan dalam teknik pantai adalah skala WentWorth 1922 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi skala Wentworth

Klasifikasi	Diameter Partikel		
	Mm	Satuan phi	
Batu			
Cobble	256	-8	
	128	-7	
Koral (Pebble)	Besar	64	-6
	Sedang	32	-5
	Kecil	16	-4
	Sangat Kecil	8	-3
Kerikil	4	-2	

	Sangat Kasar	2	-1
	Kasar	1	0
Pasir	Sedang	0.5	1
	Halus	0.25	2
	Sangat Halus	0.125	3
	Kasar	0.063	4
	Sedang	0.031	5
Lumpur	Halus	0.015	6
	Sangat Halus	0.0075	7
	Kasar	0.0037	8
	Sedang	0.0018	9
Lempung	Halus	0.0009	10
		0.0005	11
	Sangat Halus	0.0003	12

(Sumber : Triatmodjo, 1999)

Menurut (Junaidi and Wigati, 2011) butiran sedimen memiliki banyak sifat, namun salah satu sifat yang paling penting ialah ukuran butir sedimen. Pada suatu dasar perairan terdapat aliran yang tidak stabil dan bermacam-macam ukuran butir sedimen. Ukuran butir sedimen ini dapat mempengaruhi besar kecilnya dan sulit tidaknya transpor sedimen yang terjadi di suatu perairan. Bentuk dari butiran sedimen sangat bervariasi dan cenderung sangat tidak teratur, seperti bentuk yang hampir bulat sampai bentuk yang sangat pipih. Bentuk butiran sedimen yang tidak teratur ini menyebabkan tidak mudah untuk mendefinisikannya .

### 2.2.2 Sumber sedimen

Menurut (Panjaitan, 2010), didasar lautan terdapat beberapa sumber pembentuk sedimen yang dibedakan menjadi :

- *Lithogenous sedimen* adalah sumber sedimen yang terbentuk dari proses erosi yang terjadi di pantai dan biasanya sedimen jenis terbawa oleh aliran sungai atau laut dan akan terdeposisi ketika kecepatan aliran mulai melemah.
- *Biogeneuos sedimen* adalah sumber sedimen yang terbentuk dari sisa-sisa bahan organik dan bagian tubuh makhluk hidup seperti cangkang dan rangka biota laut.
- *Hidrogenous sedimen* adalah sumber sedimen yang berasal dari reaksi kimia yang membentuk partikel tidak dapat larut dalam air laut dan berada di kolom perairan dan kemudian tenggelam ke dasar laut seperti phosphorit dan magnetit.
- *Cosmogenous sedimen* adalah beragam sumber sedimen yang masuk ke dalam perairan dengan perantara angin ataupun udara seperti dari letusan gunung berapi ataupun meteor dari luar angkasa.

### 2.2.3 Transpor Sedimen

Menurut (Widjojo and others, 2010), laju transportasi sedimen di pantai dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti karakteristik sedimen, kemiringan pantai, arus ataupun gelombang. Gelombang laut yang paling berpengaruh pada transportasi sedimen adalah gelombang yang ditimbulkan oleh angin atau yang sering disebut dengan gelombang pendek. Gelombang jenis ini sering terjadi pada daerah perairan dengan kedalaman yang dangkal dan akan pecah ketika mendekati pantai, sehingga menyebabkan arus gelombang. Arus yang dihasilkan dari gelombang ini adalah arus bolak-balik (*oscilatory flow*) yang pada dasarnya

adalah arus tidak tetap (*unsteady flow*). Jika proses ini terjadi secara terus menerus akan menyebabkan transportasi sedimen sejajar pantai ataupun tegak pantai.

Transpor sedimen sejajar pantai (*longshore sediment transport*) merupakan salah satu proses alami yang terjadi di kawasan pantai. Proses tersebut jika terjadi di suatu kawasan pesisir dapat menyebabkan perubahan pada garis pantai. Perubahan garis pantai yang dimaksud seperti erosi yang mengakibatkan mundurnya garis pantai (abrasi) dan pendangkalan yang menyebabkan majunya garis pantai (akresi). Peristiwa inilah yang akhirnya mengurangi fungsi dari bangunan pantai ataupun pantai itu sendiri, sehingga berdampak pada aktivitas manusia yang ada disana (Munandar dan Baeda, 2014).

## **2.3 Parameter Hidro-oseanografi**

### **2.3.1 Arus**

Menurut (Marpaung and Prayogo, 2014), pada air laut terjadi sirkulasi atau dinamika yang berlangsung secara terus menerus, baik di permukaan laut, di kolom perairan ataupun di beberapa kedalaman. Salah satu contoh bentuk dari sirkulasi yang terjadi pada air laut ialah arus laut, dimana pengertiannya adalah suatu pergerakan dari massa air laut baik secara vertikal ataupun horizontal yang berpindah dari satu lokasi ke lokasi lainnya untuk mencapai batas kesetimbangan dan hal ini dapat terjadi secara terus menerus. Pergerakan massa air laut terjadi karena adanya faktor-faktor yang mempengaruhi seperti resultan dari gaya-gaya yang bekerja.

Pergerakan dari massa air laut pada dasarnya berasal dari pemanasan matahari. Perbedaan lamanya pemanasan matahari yang diterima permukaan bumi menyebabkan pula adanya perbedaan energi pada tiap permukaan bumi.

Perbedaan energi inilah yang mengakibatkan terjadinya fenomena angin dan arus laut yang menjadi mekanisme untuk menyeimbangkan energi yang ada di seluruh permukaan bumi. Fenomena angin dan arus laut saling berpengaruh satu sama lain, karena angin merupakan salah satu faktor utama yang menyebabkan terjadinya arus laut selain faktor dari perbedaan pemanasan matahari yang diterima tiap permukaan bumi (Azis, 2006).

### **2.3.2 Gelombang**

Menurut (Azis, 2006), aktivitas dari gelombang laut menggambarkan transmisi dari energi dan momentum. Aktivitas dari gelombang laut dapat dilihat dari gerakan permukaan air laut yang berbentuk seperti puncak dan lembah gunung yang bergerak secara terus menerus dengan ketinggian yang bervariasi. Ketinggian gelombang air laut di setiap perairan berbeda-beda bergantung pada faktor yang memengaruhinya. Seperti pada perairan yang tenang dengan hembungan angin yang tidak terlalu besar hanya menimbulkan riak gelombang. Berbeda dengan gelombang yang disebabkan oleh badai, dimana gelombang jenis ini sangat besar dan dapat menimbulkan kerusakan di suatu daerah pantai.

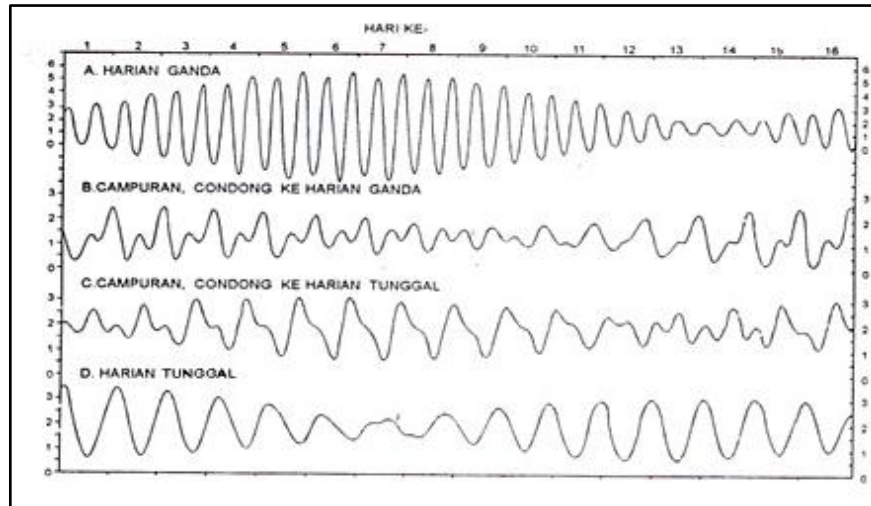
Pergerakan gelombang menuju bibir pantai dari perairan dalam dapat menyebabkan perubahan pada karakteristik gelombang. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan kedalaman dari laut lepas menuju ke bibir pantai. Perubahan karakteristik gelombang itulah yang sering disebut sebagai transformasi gelombang. Karakteristik gelombang yang mengalami perubahan seperti arah gelombang, cepat rambat gelombang dan tinggi gelombang. Perambatan gelombang merupakan salah satu faktor penting terhadap proses transpor sedimen pantai. Proses transpor sedimen pantai ini berpengaruh terhadap aktivitas manusia yang ada di kawasan pesisir (Hidayati, 2017).

### 2.3.3 Pasang Surut

Gaya tarik benda-benda di luar angkasa khususnya matahari dan bulan terhadap massa air laut di permukaan bumi menyebabkan adanya fenomena pasang surut air laut. Proses pasang surut air laut menimbulkan arus pasang surut dimana air laut bergerak mendekati pantai pada saat pasang dan menjauhi pantai pada saat surut. Peristiwa tersebut mempengaruhi proses yang terjadi di sepanjang pantai dan estuari seperti salinitas dan kekeruhan akibat sedimen yang tersuspensi. Sedimen yang tersuspensi sebagian besar akan mengendap di daerah dengan arus pasang surut yang lemah yaitu disekitar pasang tertinggi dan surut terendah (Anasiru, 2006).

Menurut (Hidayati, 2017), tipe pasang surut suatu perairan ditentukan dengan mencari nilai Formzahl (F) yang diklasifikasikan menjadi 4 tipe pasang surut dan dapat dilihat pada Gambar 4 :

1. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*) jika nilai F lebih kecil dari 0.25. Dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi yang hampir sama dan terjadi secara berurutan.
2. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevalling semidiurnal*) jika nilai F ada diantara 0.25 sampai 1.5. Dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.
3. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevalling diurnal*) jika nilai F ada diantara 1.5 sampa 3. Dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut, tetapi bisa juga dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode berbeda.
4. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*) jika nilai F lebih besar dari 3. Dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut.



Gambar 1. Tipe pasang surut berdasarkan periode dan keteraturannya  
(Sumber : Triatmodjo, 1999)

## 2.4 Diagram *Hjulstrom*

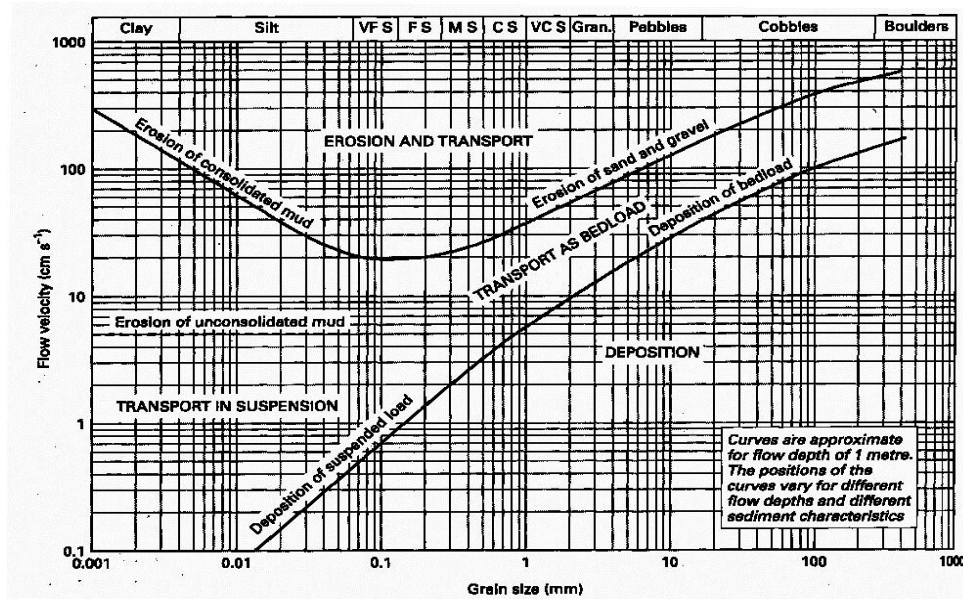
Menurut (Anggari *et al.*, 2015), untuk menghubungkan antara kecepatan arus dengan ukuran butiran sedimen digambarkan dengan menggunakan Diagram *Hjulstrom*. Pada diagram ini terdapat dua garis utama dimana hubungan antara kecepatan arus dan sedimen yang akan bergerak ditunjukkan dengan garis yang lebih rendah. Sedangkan menurut (Krisetyana, 2008), dalam grafik *Hjulstrom* (Gambar 2) gradasi sedimen (mm) sebagai absis dan kecepatan arus (cm/s) sebagai ordinat. Jadi, apabila pada suatu pantai didapatkan kecepatan arus dan ukuran butir sedimennya maka dapat diketahui hubungan dari keduanya seperti berikut :

- a) Pada area *sedimentation / deposition* dimana kecepatan aliran dan ukuran partikel sedimen di area ini menyebabkan kecepatan aliran tidak mampu membawa / mengangkut sedimen lebih lama dan akhirnya mengendap di suatu tempat yang dilaluinya.
- b) Pada area *transportation / transport as bedload* dimana kecepatan aliran cukup dan ukuran partikel sedimen di area ini menyebabkan kecepatan



aliran masih mampu membawa / mengangkut sedimen pada kolom perairan.

- c) Pada area *erosion* dimana kecepatan aliran dan ukuran butir sedimen di area ini menyebabkan kecepatan aliran mampu membawa dan mengangkut sedimen berpindah dari lokasi satu ke lokasi lainnya.



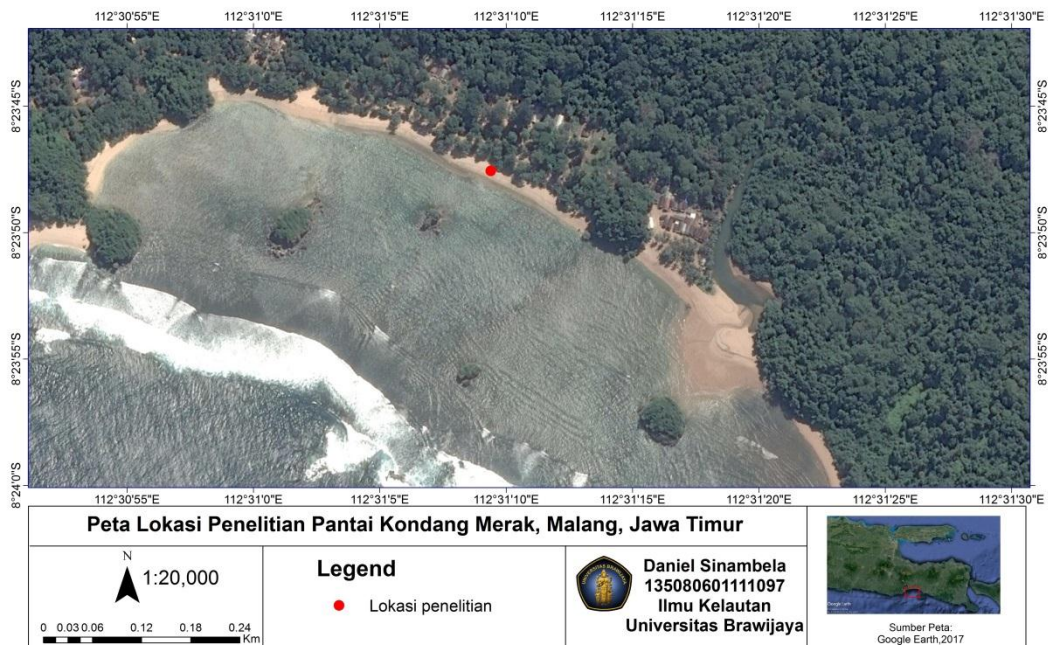
Gambar 2. Diagram *Hjulstrom*

(Sumber : *Hjulstrom*, dalam Hidayati, 2017)

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April hingga Juli 2017 di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur. Titik pengambilan sampel menggunakan metode Purposive Sampling, yaitu menentukan lokasi pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan keterwakilan lokasi penelitian. Penentuan titik *sampling* (stasiun) pada penelitian ini dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Pada metode *purposive sampling* ini pengambilan sampel yang dilakukan oleh peneliti hanya berdasar atas pertimbangan sendiri yang menganggap bahwa unsur-unsur yang dikehendaki telah ada dalam sampel yang telah diambil atau mewakili (Nasution, 2003). Selanjutnya, tahap analisis ukuran butir dan jenis sedimen dilaksanakan di Laboratorium Teknik Pengairan di Universitas Brawijaya. Area penentuan lokasi pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta lokasi penelitian

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat dan bahan-bahan yang digunakan dalam Penelitian mengenai Analisis Distribusi Sedimen Berdasarkan Kondisi Hidro-oseanografi di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Alat - alat yang digunakan untuk penelitian lapang

No	Alat	Fungsi
1	Ekman Grab	Mengambil sampel sedimen
2	<i>Global Positioning System</i> (GPS)	Menentukan titik koordinat pengambilan sampel
3	Bola dan tali	Mengukur kecepatan arus
4	<i>Tide staff</i>	Mengukur tinggi gelombang
5	Kompas	Mengetahui arah arus
6	Kamera Handphone (Lenovo s930)	Proses dokumentasi
7	Box besar	Wadah sampel-sampel sedimen
8	Stopwatch	Pencatat waktu

Tabel 3. Bahan - bahan yang digunakan untuk penelitian di lapang

No	Bahan	Fungsi
1	Kantong plastik 1kg	Wadah sampel sedimen
2	Kertas label	Menandai sampel setiap lokasi
3	Karet gelang	Mengikat plastik sedimen

Tabel 4. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian di laboratorium

No	Alat	Fungsi
1	Sieve Shaker	Memisahkan sedimen dengan ukuran butir yang berbeda
2	Kuas kecil	Membersihkan lubang ayakan
3	Timbangan analitik	Menimbang massa sedimen dalam satuan gram
4	Sendok	Mengambil sedimen
5	Kamera digital	Proses dokumentasi

Tabel 5. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian di laboratorium

No	Bahan	Fungsi
1	Sedimen	Objek penelitian
2	Kantong plastik 1 kg	Wadah sampel sedimen
3	Kertas label	Menandai sampel setiap lokasi

### 3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian tentang Analisis Distribusi Sedimen Berdasarkan Kondisi Hidro-oseanografi di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur ini menggunakan dua data, yaitu data primer dan data sekunder. Untuk tahap pertama penelitian dilakukan kajian pustaka yang difungsikan untuk sumber referensi dan metode penelitian terkait. Selanjutnya kegiatan yang dilakukan adalah survey atau penentuan lokasi penelitian dan titik pengambilan sampel atau data primer. Pengambilan data primer dalam penelitian ini meliputi pengukuran arus, tinggi gelombang dan pengambilan sampel sedimen. Kemudian untuk data sekunder yaitu pengukuran data pasang surut dengan menggunakan *software Tidal Model Drive* (TMD). Setelah pengambilan data dilakukan, dilanjutkan dengan tahap analisis sedimen di laboratorium untuk mendapatkan hasil. Alur pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.

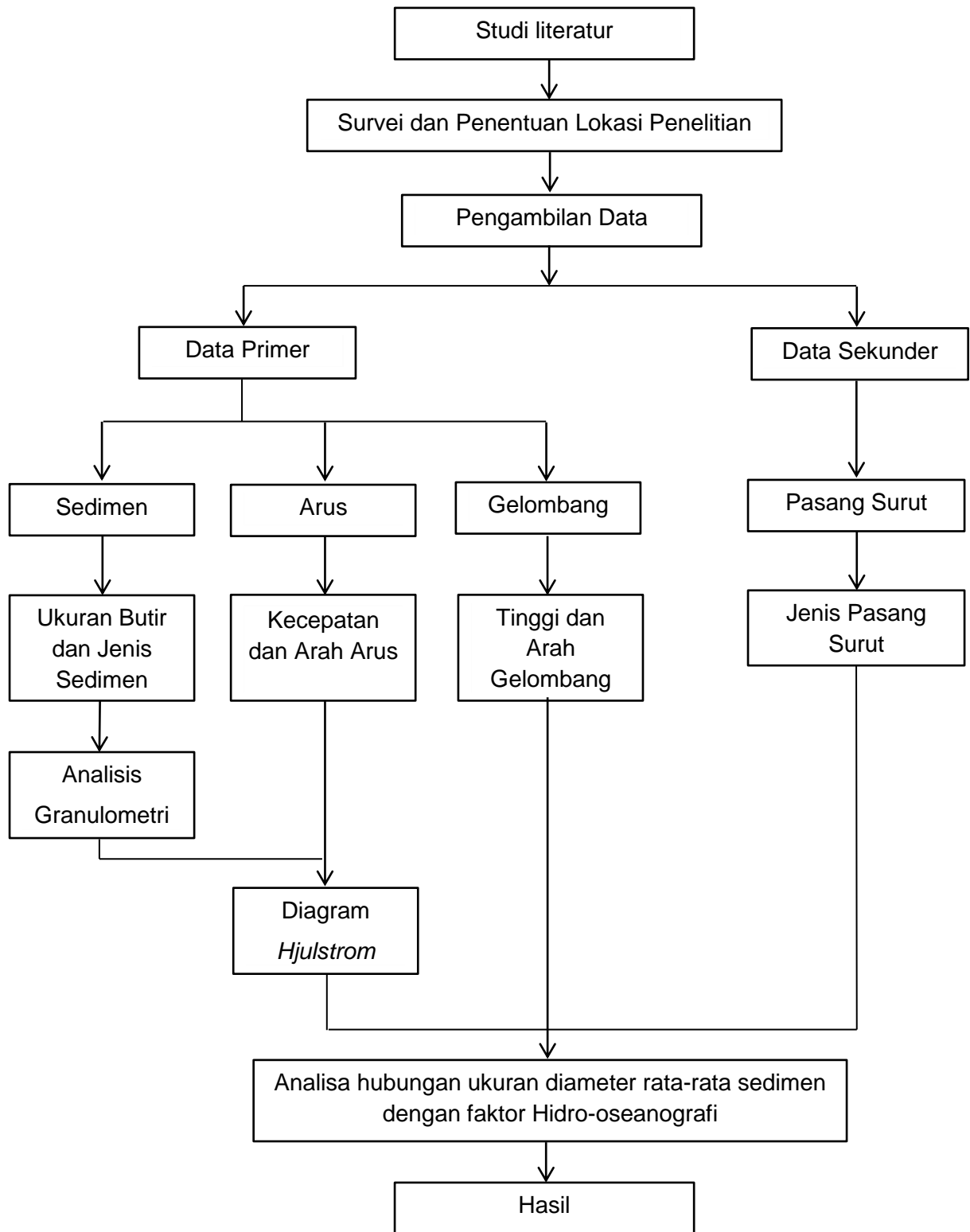
TMD (*Tidal Model Driver*) adalah perangkat lunak / *software* yang dapat digunakan untuk melakukan ramalan (prediksi) ketinggian pasut dipermukaan bumi. TMD (*Tidal Model Driver*) menggunakan komponen pasut  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $K_1$ ,  $N_2$ ,  $P_1$ ,  $K_2$ ,  $Q_1$  dalam menghitung prediksi ketinggian pasut di suatu titik.

Hasil penghitungan komponen harmonik pasang surut didapat beberapa nilai yaitu  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $K_1$ ,  $O_1$ ,  $N_2$ ,  $P_1$ ,  $K_2$ ,  $Q_1$ ,  $M_1$ ,  $J_1$ ,  $O_1$ ,  $N_2$ ,  $M_2$ ,  $N_2$ ,  $L_2$ , dan  $T_2$ . Berdasarkan komponen harmonik pasang surut yang didapat dari hasil analisis maka dapat ditentukan tipe pasang surutnya dengan menggunakan bilangan *Formzahl* (F). Bilangan *Formzahl* hasil analisis selanjutnya digunakan untuk

mengidentifikasi tipe pasang surut dengan menggunakan klasifikasi pasang surut dimana  $F$  ditentukan sebagai berikut:

$$F = \frac{O_1 + K_1}{M_2 + S_2}$$

Dengan keterangan,  $F$  merupakan bilangan *Formzahl*;  $O_1$  adalah amplitude komponen harmonik pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan;  $K_1$  adalah amplitudo komponen harmonik pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari;  $M_2$  adalah amplitudo komponen harmonik pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan;  $S_2$  adalah amplitudo komponen harmonik pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari (Fadilah, 2013).



Gambar 4. Diagram alur penelitian

### **3.4 Metode Pengambilan Data**

#### **3.4.1 Sampel Sedimen**

Pengambilan sampel sedimen dibagi menjadi 14 stasiun dengan karakteristik yang berbeda. Penentuan titik *sampling* (stasiun) pada penelitian ini dengan menggunakan metode *puposive sampling*. Pada metode *puposive sampling* ini pengambilan sampel yang dilakukan oleh peneliti hanya berdasar atas pertimbangan sendiri yang menganggap bahwa unsur-unsur yang dikehendaki telah ada atau mewakili dalam sampel yang telah diambil (Nasution, 2003).

Sampel yang diambil pada 14 stasiun yang ditentukan dengan menggunakan metode *puposive sampling* bertujuan untuk mengetahui sifat keseluruhan ukuran butir sedimen sehingga pengambilan sampel dapat mewakili kondisi umum di lokasi penelitian. Pengambilan sampel sedimen di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur di ambil di sepanjang garis pantai atau sejajar pantai, badan sungai, muara sungai dan perairan di depan Kondang Merak. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sebaran sedimen yang ada di lokasi penelitian dari fraksi kerikil dan pasir sampai lumpur.

Pengambilan sampel fraksi sedimen dilakukan dengan menggunakan metode *Grab Sample*. Pengambilan sedimen dilakukan sedalam  $\pm 15$  cm dari permukaan sedimen pada setiap lokasi yang telah ditentukan seperti yang disajikan pada Tabel 6. Jumlah sampel sedimen yang diambil  $\pm 1$  kg, yang kemudian dimasukkan kedalam wadah plastik 1 kg. Sampel yang telah dimasukkan ke dalam plastik, dicatat lokasi stasiunnya dengan menggunakan kertas label. Metode *Grab Sample* bertujuan untuk mewakili karakteristik sedimen yang ada di setiap lokasi pengambilan data (Murniasih et al., 2007). Lokasi stasiun dari pengambilan sampel sedimen dapat dilihat pada Gambar 5, yang lebih jelasnya akan dideskripsikan pada Tabel 6.



Gambar 5. Peta Lokasi Pengambilan Data Sedimen dan Arus

### 3.4.2 Data Hidro-oseanografi

#### 3.4.2.1 Arus

Pada pengambilan data kecepatan arus diperoleh dengan menggunakan alat bola dan tali yang diikat dengan panjang tali 10 meter, sedangkan arah arus diperoleh dengan menggunakan kompas. Data arus didapat dengan cara konvensional, bola dan tali di ikat kemudian dicelupkan ke perairan dan di nyalakan waktu dengan menggunakan stopwatch untuk mendapatkan nilai kecepatan. Pengukuran arus dilakukan dengan tiga kali pengulangan untuk mendapatkan data yang lebih akurat. Pengambilan data arus dilakukan disetiap titik lokasi yang sama dengan lokasi pengambilan sampel sedimen yang telah ditentukan seperti yang disajikan pada Tabel 6.



Tabel 6. Koordinat titik pengambilan data sedimen dan arus

Stasiun	Koordinat	Deskripsi Lokasi
1	-08°23'44.52" 112°30'58.49"	
2	-08°23'44.71" 112°30'59.84"	Berada di sepanjang garis pantai tepatnya sebelah kanan muara sungai yang bertujuan untuk melihat pengaruh persebaran sedimen dan faktor hidro-oseanografi
3	-08°23'45.09" 112°31'01.01"	
4	-08°23'45.47" 112°31'02.39"	
5	-08°23'45.61" 112°31'03.88"	
6	-08°23'46.00" 112°31'05.73"	Berada di sepanjang garis pantai tepatnya di sebelah kanan muara sungai yang bertujuan untuk melihat pengaruh persebaran sedimen dan faktor hidro-oseanografi
7	-08°23'46.54" 112°31'07.07"	
8	-08°23'47.08" 112°31'08.17"	
9	-08°23'48.54" 112°31'11.06"	
10	-08°23'49.85" 112°31'13.20"	Berada di sepanjang garis pantai dan bibir muara sungai yang bertujuan untuk melihat persebaran fraksi sedimen yang terpengaruh oleh aliran sungai
11	-08°23'52.30" 112°31'16.63"	Berada di badan dan muara sungai yang bertujuan untuk melihat persebaran fraksi sedimen yang terpengaruh oleh aliran sungai
12	-08°23'53.41" 112°31'17.46"	
13	-08°23'54.89" 112°31'18.67"	Berada di sepanjang garis pantai dan bibir muara sungai yang bertujuan untuk melihat persebaran fraksi sedimen yang terpengaruh oleh aliran sungai
14	-08°23'55.84" 112°31'20.36"	

### 3.4.2.2 Gelombang

Pada pengambilan data gelombang diperoleh dengan menggunakan *tide staff* dan *stopwatch*. *Tide staff* ditancapkan ke perairan kemudian diukur ketinggian gelombang dengan menentukan selisih dari tinggi puncak gelombang dan tinggi lembah gelombang. Pengukuran gelombang dilakukan pada tiap titik lokasi yang telah ditentukan selama 15 – 20 menit. Penentuan lokasi pengambilan data gelombang dapat dilihat pada Gambar 6 dan koordinat titik pengambilan data gelombang dapat dilihat pada Tabel 7.



Gambar 6. Lokasi pengambilan data penelitian

Tabel 7. Titik koordinat pengambilan data gelombang

Stasiun	Lintang	Bujur
A	-08°23'44.62"	112°30'59.01"
B	-08°23'46.87"	112°31'07.69"
C	-08°23'52.67"	112°31'15.54"

### 3.4.2.3 Pasang Surut

Pada pengambilan data pasang surut menggunakan data sekunder yaitu tidak dilakukan pengukuran secara langsung atau in-situ di lokasi penelitian, tetapi dengan menggunakan *Tide Model Driver* (TMD). Pengolahan menggunakan TMD dengan menggunakan software MATLAB digunakan untuk mencari nilai komponen harmonik pasang surut dan juga periode pasang surut dengan metode *Admiralty*. Metode *Admiralty* sendiri merupakan metode analisis yang menggunakan komponen harmonik untuk menentukan tipe pasang surut suatu perairan. Nantinya nilai komponen harmonik yang sudah didapat kemudian digunakan untuk mencari bilangan *Formzahl* (F). Hasil dari bilangan *Formzahl* (F) tersebut akan menunjukkan tipe pasang surut di lokasi penelitian (Simatupang et al., 2016).

## 3.5 Analisa Pengolahan Data

### 3.5.1 Ukuran Butir Sedimen

Menurut (Setiawan, 2013) analisis ukuran butir sedimen menggunakan metode ayak kering. Tahapan pertama dalam analisis ini adalah dengan mengeringkan sampel sedimen pada oven pada dengan 100°C kemudian ditimbang. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan berat sedimen yang sebenarnya. Proses selanjutnya, sedimen di ayak menggunakan saringan bertingkat (*sieve shaker*) berukuran 4,75 mm, 1,70 mm, 850 µm, 250 µm, 150 µm, dan 0,063 µm selama ±15 menit, yang selanjutnya akan dikelompokkan ukuran butir sedimennya menurut Skala Wentworth seperti pada Tabel 1.

Setelah di ayak, sampel sedimen yang tertinggal pada setiap ukuran saringan ditimbang masing-masing berat fraksinya sehingga diperoleh distribusi

berat fraksi sedimen berdasarkan ukuran masing-masing saringan. Perhitungan persentase berat fraksi sedimen dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Persen berat} = \frac{\text{berat fraksi } i \times 100\%}{\text{berat total sampel}}$$

Dimana, berat fraksi  $i$  = berat tiap-tiap fraksi ukuran butir (gr)

### 3.5.2 Analisis Granulometri

Menurut Dyer 1986 dalam (Bawangun et al., 2013), hasil dari distribusi ukuran partikel sedimen secara umum dilakukan analisa dengan menunjukkan empat parameter statistik ukuran butir. Keempat parameter statistik yang dimaksud adalah rata-rata empirik (*Mean*), pemilahan (*Sorting*), kemencengan (*Skewness*), dan peruncingan (*Kurtosis*). Hal ini bertujuan untuk menentukan penyebaran partikel sedimen yang ada di suatu perairan dengan melihat hasil atau nilai yang didapat dari tiap klasifikasi parameter statistik sedimen. Nilai yang dihasilkan dari grafik berupa  $\phi_5$ ,  $\phi_{16}$ ,  $\phi_{25}$ ,  $\phi_{50}$ ,  $\phi_{75}$ ,  $\phi_{84}$  dan  $\phi_{95}$  yang diolah berdasarkan model Folk dan Ward (1957) .

#### 3.5.2.1 Rataan Empirik (*Mean*)

*Mean* merupakan nilai dari rata-rata diameter ukuran butir sedimen yang ada pada suatu lokasi penelitian. Berikut ini merupakan formula dari Rataan empirik (*Mean*) (Hidayati, 2017) :

$$\text{Mean} = \frac{(\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84})}{3}$$

#### 3.5.2.2 Pemilahan (*Sorting*)

Sedimen di suatu wilayah pantai umumnya secara alami mempunyai suatu rentang ukuran partikel, dimana sering disebut *sorting* yang penyebaran ukuran partikelnya berada di sekitar ukuran rata-ratanya. Folk & Ward (1957) memasukkan range yang lebih luas dari kurva ukuran distribusi kumulatif ke

dalam analisis *sorting* dan menghitung *sorting* sebagai berikut (Junaidi and Wigati, 2011):

$$Sorting = \frac{(\varphi_{84} - \varphi_{16})}{4} + \frac{(\varphi_{95} - \varphi_5)}{6,6}$$

Tabel 8. Klasifikasi derajat pemilahan (*sorting*)

No.	Koefisien <i>Sorting</i>	Karakteristik <i>Sorting</i>
1.	< 0,35	Tersortir sangat baik ( <i>very well-sorted</i> )
2.	0,35 – 0,50	Tersortir baik ( <i>well-sorted</i> )
3.	0,50 – 0,71	Tersortir sangat sedang ( <i>moderately well-sorted</i> )
4.	0,71 – 1,00	Tersortir sedang ( <i>moderate-sorted</i> )
5.	1,00 – 2,00	Tersortir buruk ( <i>poorly-sorted</i> )
6.	2,00 – 4,00	Tersortir sangat buruk ( <i>very poorly-sorted</i> )
7.	> 4,00	Tersortir buruk sekali ( <i>extremely poor-sorted</i> )

(Sumber : Folk & Ward, 1957)

Sedimen dengan kategori *well-sorted* menunjukkan penyebaran ukuran butir sedimen tidak tersebar luas, yang artinya sedimen dengan kategori tersebut memiliki gradasi ukuran butir yang jelek atau tidak bervariasi. Sedimen dengan kategori *poorly-sorted* menunjukkan penyebaran ukuran butir sedimen yang lebih luas, yang artinya sedimen dengan kategori tersebut memiliki gradasi ukuran butir yang bagus atau sangat bervariasi.

### 3.5.2.3 Kemencengan (*Skewness*)

Menurut (Junaidi and Wigati, 2011), hasil dari nilai kemencengan (*skewness*) sedimen di suatu pantai merupakan distribusi dari ukuran butir sedimen yang ada di pantai tersebut. Nilai terhitung untuk *skewness* didasarkan pada persamaan dari Folk & Ward (1957) yang dikombinasikan dengan persamaan dari Inman (1952) sebagai berikut :

$$Skewness = \frac{(\varphi_{16} + \varphi_{84} - 2\varphi_{50})}{2(\varphi_{84} - \varphi_{16})} + \frac{(\varphi_5 + \varphi_{95} - 2\varphi_{50})}{2(\varphi_{95} - \varphi_5)}$$

Tabel 9. Klasifikasi koefisien kemencengan (*skewness*)

No.	Koefisien <i>Skewness</i>	Tingkat <i>Skewness</i>
1.	(-) 1,00 – (-) 0,30	Menceng sangat kasar ( <i>very coarse skewed</i> )
2.	(-) 0,30 – (-) 0,10	Menceng kasar ( <i>coarse skewed</i> )
3.	(-) 0,10 – (+) 0,10	Menceng simetris ( <i>symmetrical</i> )
4.	(+) 0,10 – (+) 0,30	Menceng halus ( <i>fine skewed</i> )
5.	(+) 0,30 – (+) 1,00	Menceng sangat halus ( <i>very fine skewed</i> )

(Sumber : Folk & Ward, 1957)

Distribusi normal atau simetris berada di tengah-tengah, maksudnya tidak menceng ke arah kasar ataupun ke arah halus . Distribusi dengan *skewness* menunjukkan nilai negatif berarti tingkat kemencengan lebih ke arah kasar. Distribusi dengan *skewness* menunjukkan nilai positif, maksudnya adalah tingkat dari kemencengan lebih cenderung ke arah halus. Kategori dari distribusi-distribusi tersebut dapat dilihat sebagai penentuan apakah terjadi penyimpangan atau normalitas.

### 3.5.2.4 Keruncingan (*Kurtosis*)

Menurut (Junaidi and Wigati, 2011), *kurtosis* merupakan kurva yang menunjukkan kepuncakan atau kedataran dari distribusi dalam perbandingan terhadap distribusi normal. Untuk menghitung nilai dari *kurtosis*, Folk & Ward (1957) mengusulkan untuk menggunakan ekor dan kuartil dari distribusi seperti berikut :

$$Kurtosis = \frac{(\varphi_{95} - \varphi_5)}{2,44 (\varphi_{75} - \varphi_{25})}$$

Tabel 10. Klasifikasi koefisien keruncingan (*kurtosis*)

No.	Koefisien <i>Kurtosis</i>	Tingkat <i>Kurtosis</i>
1.	< 0,67	Sangat platikortis ( <i>very platykurtic</i> )
2.	0,67 – 0,90	Platikortis ( <i>platykurtic</i> )
3.	0,90 – 1,11	Mesokortis ( <i>mesokurtic</i> )
4.	1,11 – 1,50	Leptokortis ( <i>leptokurtic</i> )
5.	1,50 – 3,00	Sangat Leptokortis ( <i>very leptokurtic</i> )
6.	> 3.00	Leptokortis sekali ( <i>extremely leptokurtic</i> )

(Sumber : Folk & Ward, 1957)

Kategori *kurtosis* yang menunjukkan distribusi sedimen dengan kurva normal adalah mesokortis. Kategori leptokortis menunjukkan bahwa distribusi sedimen dengan kurva cenderung meruncing keatas sedangkan kategori platikortis menunjukkan bahwa distribusi sedimen membentuk kurva mendatar.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kondisi Umum dan Letak Geografis Pantai Kondang Merak

Kabupaten Malang terletak di ujung timur Pulau Jawa. Wilayah daratannya terdiri atas dataran tinggi berupa pegunungan yang merupakan daerah penghasil produk perkebunan dan dataran rendah dengan berbagai potensi produk hasil pertanian serta daerah sekitar garis pantai yang membujur dari arah utara ke selatan. Terletak di sebelah selatan Kabupaten Malang, Pantai Kondang Merak secara administratif masuk dalam wilayah Desa Sumberbening, Kecamatan Bantur, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur.

Sejarah pemberian nama Kondang Merak, Pantai ini dinamakan Kondang Merak karena pantai ini memiliki kondang (muara yang merupakan pertemuan air tawar dan laut) yang dahulu banyak dihuni burung merak. Pada tahun 1980-an, burung merak mulai punah akibat penangkapan liar. Pantai Kondang Merak memiliki warna pasir yang putih dengan panjang garis pantai sebesar 800 m. Mudahnya akses menuju lokasi wisata ini menyebabkan banyaknya pengunjung yang datang baik wisatawan domestik ataupun mancanegara untuk menikmati wisata yang ada di Pantai Kondang Merak ini, contohnya seperti *surfing*. Pergerakan ombak yang ada di pantai ini menjadikan tantangan tersendiri bagi pecinta olahraga *surfing* ini. Ombak yang dihasilkan di Pantai Kondang Merak cukup tinggi. Dasar pantai yang tidak memiliki terlalu banyak terumbu karang juga dirasa aman untuk kegiatan *surfing*. Namun, ombak yang cukup tinggi dan banyaknya *rip current* yang ada di sekitar pantai membuat Pantai Kondang Merak tidak disarankan untuk kegiatan ataupun aktivitas berenang.

### 4.2 Ukuran Butir dan Jenis Sedimen

Lokasi pengambilan sampel sedimen stasiun berada di sepanjang garis Pantai Kondang Merak tepatnya di sebelah Utara dari muara. Pada penelitian terdapat 14 stasiun pengambilan sedimen, dimana terdiri dari stasiun 1, stasiun



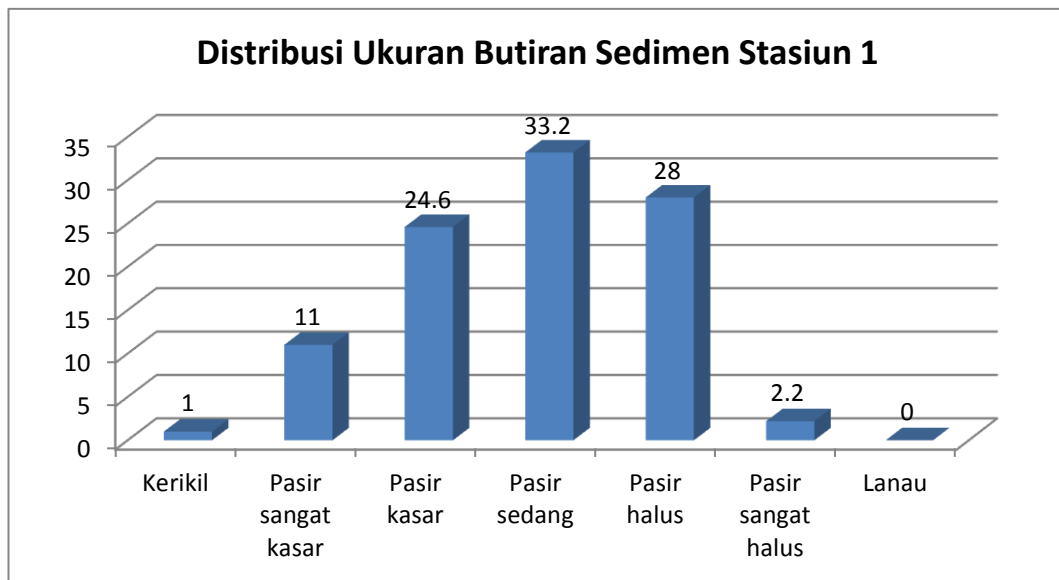
2, stasiun 3, stasiun 4, stasiun 5, stasiun 6, stasiun 7, stasiun 8, stasiun 9, stasiun 10, stasiun 11, stasiun 12, stasiun 13, dan stasiun 14. Prosentase ukuran butir sedimen disajikan pada Tabel 11. untuk titik lainnya disajikan pada lampiran 6. Prosentase sedimen disetiap ayakan kemudian dibuat diagram batang seperti yg tersaji pada Gambar 7. untuk menunjukkan prosentase sedimen pada setiap jenis sedimen yang berada di Pantai Kondang Merak. Grafik Sieve graph distribusi ukuran butiran sedimen seperti pada Gambar 8. untuk titik lainnya disajikan pada Lampiran 7.

Tabel 11 Prosentase ukuran butir stasiun 1

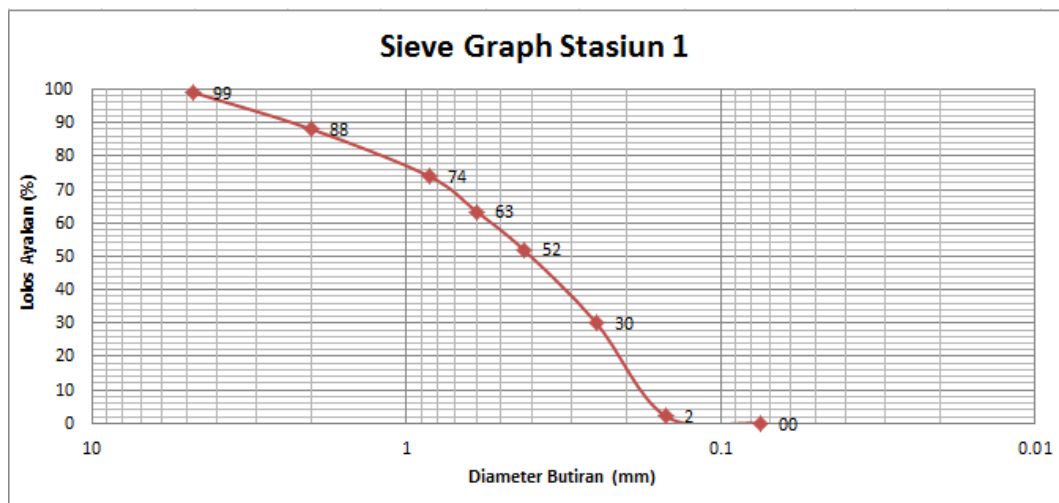
No	Ayakan	Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% Tertahan ayakan	% lolos ayakan
	Diameter Butiran (mm)					
4	4.75	5	5	1	1	99
10	2	55	60	12	11	88
20	0.85	40	100	20	8	80
30	0.6	33	133	26.6	6.6	73.4
40	0.425	57	190	38.0	11.4	62.0
60	0.25	109	299	59.8	21.8	40.2
100	0.15	190	489	98	38.0	2
200	0.075	11	500	100.0	2.2	0.0
Pan	< 0,075	0	500	100.0	0.0	0.0

Faktor yang mempengaruhi distribusi ukuran butir sedimen diantaranya adalah kemiringan, arus dan gelombang. Kemiringan sangat mempengaruhi ukuran distribusi sedimen karena kemiringan merupakan kontur dari bentuk pantai itu sendiri. Pada pantai Kondang Merak, Malang Jawa Timur juga dipengaruhi oleh arus yang merupakan arus bolak balik hal itu dikarenakan oleh faktor pasang surut yang menyebabkan pergerakan arus bolak balik sehingga terjadi transport sedimen. Gelombang menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi distribusi ukuran sedimen karena pergerakan gelombang dapat membawa sedimen dari tempat satu ketempat lainnya. Pengamatan data

gelombang tanggal 24 Juni 2017. 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.



Gambar 7. Distribusi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 1



Gambar 8. Sieve Graph

Sampel sedimen yang telah diambil pada stasiun 1 dilakukan uji laboratorium menggunakan metode ayakan kering dan pencocokan kriteria ukuran butir menggunakan skala Wentworth. Hasil dari sampel sedimen stasiun 1 dapat dilihat pada Tabel 11. Berat tertahan di saringan didominasi oleh saringan nomor

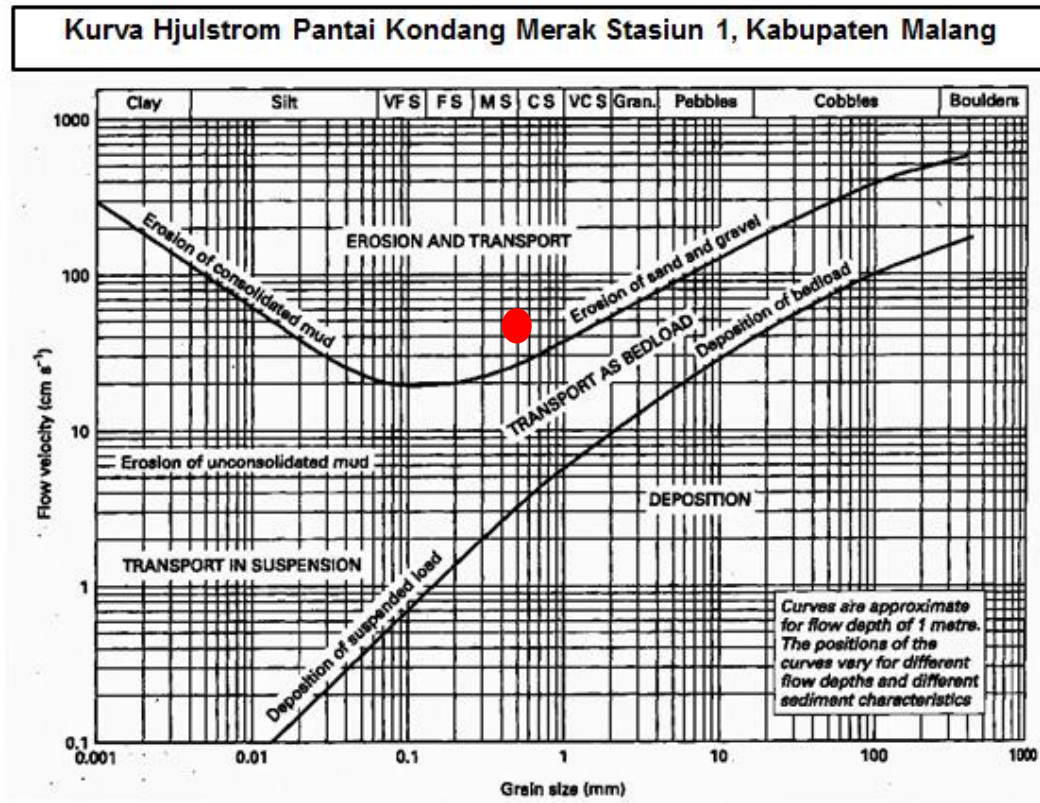
40 dan 60 (ukuran 0.425 dan 0.25 mm) sebanyak 166 gram jadi dapat disimpulkan bahwa komposisi sedimen cenderung pasir sedang. Pasir kasar yang tertahan disaringan nomor 20 dan 30 (0.85 mm dan 0.6 mm) sebanyak 123 gram dengan prosentase dari keseluruhan adalah 24.6%. Pasir halus yang tertahan pada saringan nomor 100 atau ukuran saringan 0.15 mm adalah 140 gram dengan prosentase jumlah tertahan dari keseluruhan pasir halus dari fraksi semua jenis sedimen di stasiun 1 adalah 28%. Grafik Ayakan (Sieve Graph) untuk seluruh stasiun secara keseluruhan dapat dilihat dalam Lampiran 7.

Tabel 12. Data hasil ayakan sedimen titik lokasi Stasiun 1

No	Ayakan	Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
	Diameter Butiran (mm)			Kerikil	Pasir	Lanau
4	4.75	5	Kerikil	1.0		
10	2	55	pasir sangat kasar			
20	0.85	70	pasir kasar			
30	0.6	53				
40	0.425	57	pasir sedang			
60	0.25	109				
100	0.15	140	pasir halus			
200	0.075	11	pasir sangat halus		99.0	
Pan	< 0,075	0	lanau			0.0

Berdasarkan hasil ayakan sedimen di stasiun 1 didapatkan bahwa persentase distribusi fraksi sedimen didominasi pasir 99%. Persentase tertahan ayakan sampel sedimen stasiun 1 dari yang tertinggi yaitu 33.2% pasir sedang, 28% pasir halus, 24.6% pasir kasar, 11% pasir sangat kasar, 2.2% pasir sangat halus, 1% kerikil dan 0% untuk lanau. Jadi, fraksi sedimen yang mendominasi stasiun 1 yaitu pasir sedang. Hal ini dikarenakan lokasi pengambilan sampel sedimen 1 tepat berada di sepanjang garis pantai Kondang Merak tepatnya disebelah kanan muara sungai dan langsung berhadapan dengan laut lepas dari

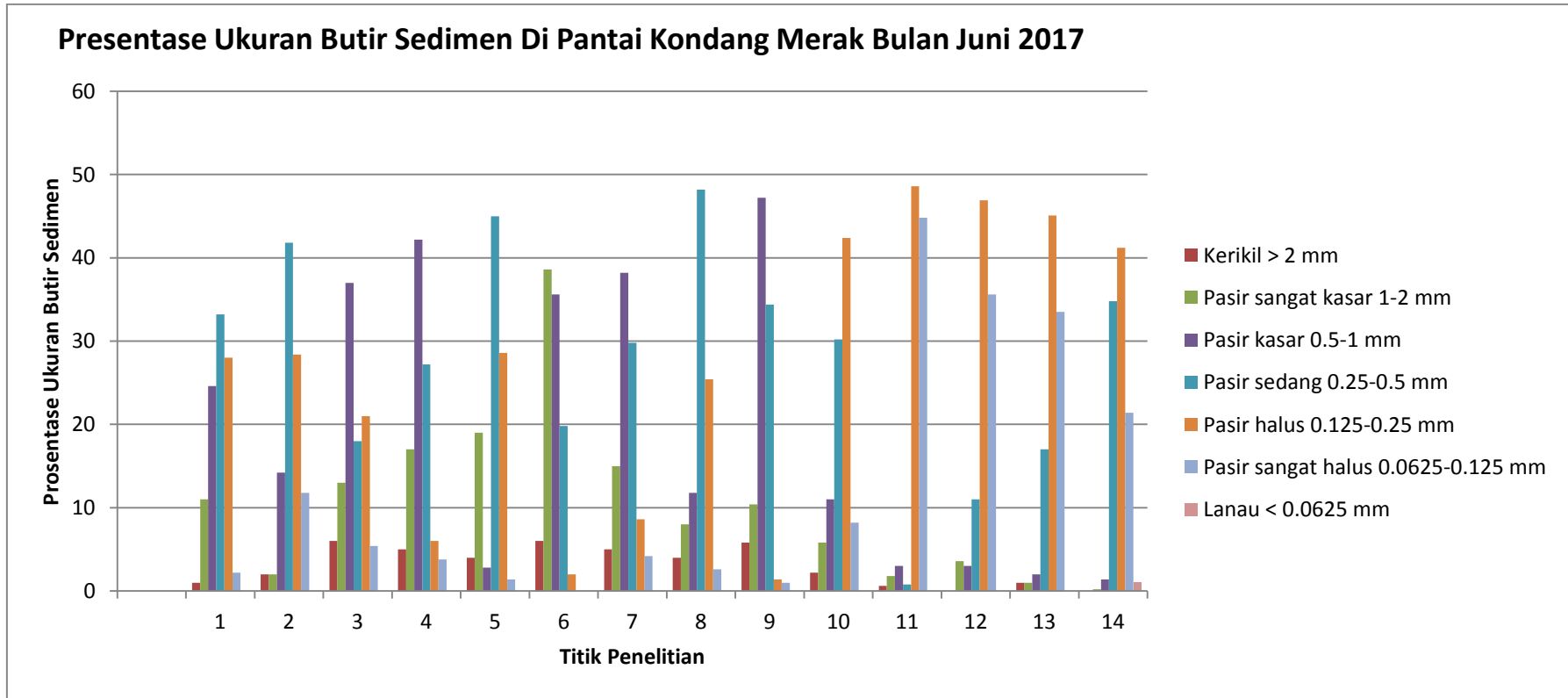
Pantai Selatan. Sehingga pengaruh dari parameter hidro-oseanografi lebih kuat. Gambaran dari grafik persentase lolos saringan di stasiun 1 dapat dilihat pada Gambar 9.



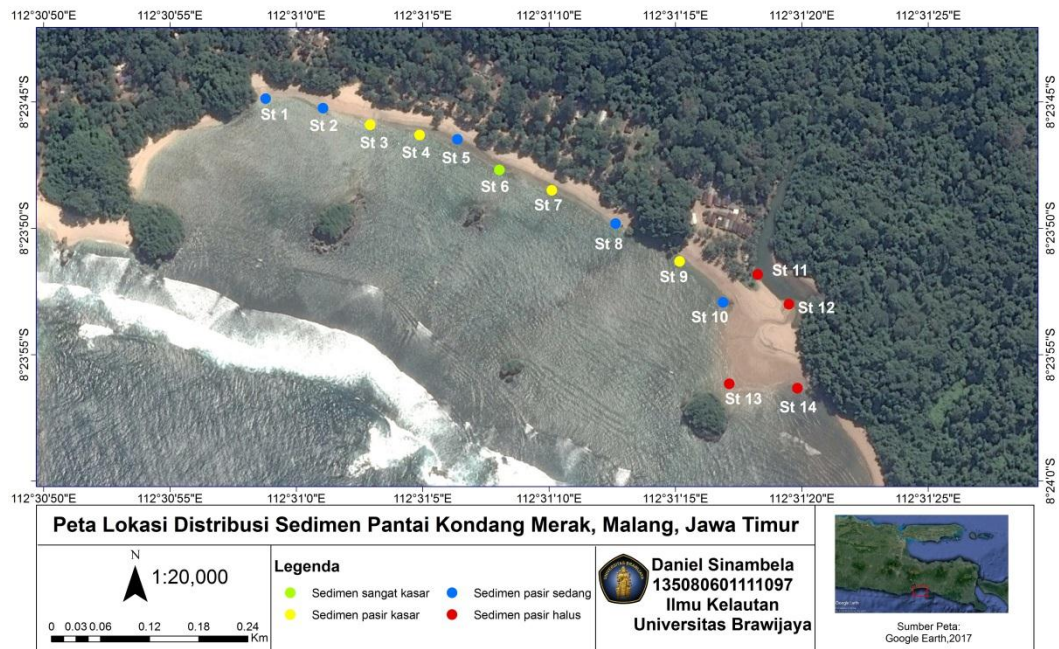
Gambar 9. Kurva Hjulstrom Pantai Kondang Merak Stasiun 1, Kabupaten Malang

Kondisi sedimentasi juga terjadi ketika data sedimen dan arus di plotting dalam kurva Hjulstrom. Plotting pada kurva Hjulstrom ditentukan melalui data ukuran butir sedimen (horizontal) dan kecepatan arus (vertikal) lalu dihubungkan dan dapat dilihat klasifikasi dari Kurva Hjulstrom. Hasil plotting kecepatan arus dan rata rata ukuran butiran sedimen menunjukkan bahwa sedimen yang berada pada stasiun 1 mengalami erosi and transport atau erosi dan transport sedimen pada pantai Kondang Merak. Plotting pada grafik Hjulstrom dilakukan pada seluruh titik pengambilan data arus serta sedimen dan dapat dilihat pada Lampiran 9.

Distribusi fraksi sedimen yang terdapat di semua stasiun pada lokasi penelitian lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik yang tersedia dalam Gambar 10 dan peta persebaran distribusi sedimen dalam Gambar 11 seperti berikut ini.



Gambar 10. Persentase ukuran butir di semua stasiun



Gambar 11 Sebaran distribusi sedimen Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur

Berdasarkan grafik persentase ukuran butir (Gambar 10) di lokasi penelitian dapat dilihat bahwa karakteristik ukuran butir sedimen yang mendominasi di Pantai Kondang Merak adalah pasir sedang. Jika diamati lebih dalam lagi, distribusi sedimen dengan jenis pasir sedang tersebar hampir di perairan sepanjang garis pantai yang ada di lokasi penelitian. Hal ini dikarenakan pada wilayah tersebut masih mendapatkan pengaruh dari faktor hidro-oseanografi yang salah satunya adalah arus, baik itu arus laut, arus yang disebabkan oleh gelombang ataupun arus pasang surut. Pendapat ini sesuai dengan pernyataan (Triatmodjo, 1999) yang menyatakan bahwa faktor hidro-oseanografi banyak mempengaruhi persebaran jenis sedimen dasar di perairan khususnya arus pada kolom dasar laut. Pergerakan arus tersebut mentranspor sedimen dengan cara menggelinding atau pun menggeser di dasar laut. Dimana sedimen dengan ukuran butir yang sangat kecil dengan kecepatan arus yang besar dapat membawa sedimen searah dengan arus. Namun semakin

berkurangnya kecepatan arus menyebabkan sedimen tidak dapat diangkut lagi, sehingga terjadi sedimentasi pada daerah tersebut.

Berdasarkan sebaran distribusi sedimen (Gambar 11) di lokasi penelitian dapat dilihat bahwa Pantai Kondang Merak didominasi oleh pasir sedang, hal tersebut dapat dilihat pada hampir keseluruhan stasiun diantaranya adalah stasiun 1, 2, 5, 8, 10. Pada lokasi penelitian juga terdapat pasir halus yaitu pada stasiun 11, 12, 13, dan 14. Dan terdapat juga daerah yang didominasi oleh pasir kasar yaitu pada stasiun 3, 4, 7, dan 9 serta 1 titik sedimen sangat kasar yang berada pada titik 6. Pada stasiun 1, 2, 5, 8, 10 di dominasi oleh pasir sedang, hal itu dipengaruhi oleh keadaan hidro-oseanografi seperti gelombang karena gelombang pada stasiun tersebut cukup kuat sehingga bisa mengangkut pasir yg berukuran sedang. Pada stasiun 11, 12, 13, dan 14 didominasi oleh pasir halus yang disebabkan oleh keadaan gelombang yang tidak tinggi dan cenderung memiliki perairan yang tenang daripada titik lokasi yang lainnya dan pengaruh lingkungan yaitu muara sungai yang memberikan transport sedimen pada daerah pantai, hal tersebut dapat disimpulkan karena pada stasiun 11 dan 12 yaitu yang berlokasi pada badan sungai memiliki pasir halus sehingga mempengaruhi daerah disekitarnya sehingga di dominasi oleh pasir halus. Pada stasiun 3, 4, 7, dan 9 di dominasi oleh pasir kasar hal itu dikarenakan gelombang pada stasiun 6 adalah gelombang yang cukup tinggi dan terdapat banyak serpihan pecahan karang dan kondisi hidro-oseanografi yang kuat menyebabkan lokasi tersebut disominasi oleh pasir kasar. Pada stasiun 6 terdapat sedimen pasir sangat kasar dikarenakan pada stasiun 6 merupakan titik lokasi gelombang paling tinggi diantara titik lokasi lain pengambilan data gelombang sehingga mampu mengangkut sedimen yang tergolong kedalam pasir kasar.

### **4.3 Analisis Hasil Perhitungan Granulometri**

Setelah didapatkan hasil ayakan sedimen pada tiap stasiun, maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai phi dari masing – masing fraksi sedimen. Nilai – nilai phi pada masing – masing percentil digunakan sebagai nilai input dalam perhitungan parameter statistik sedimen. Hasil perhitungan parameter statistik sedimen atau analisis granulometri di setiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 13 berikut ini.



Tabel 13. Analisis granulometri pada setiap stasiun penelitian

Stasiun	parameter statistik sedimen							
	Mean		Sorting		Skewness		Kurtosis	
	phi	Klasifikasi	phi	Klasifikasi	phi	Klasifikasi	phi	Klasifikasi
1	0.97	pasir sedang	-1.39	very well sorted	0.30	very positively skewed	0.86	platykurtic
2	1.67	pasir sedang	-1	very well sorted	0.24	positively skewed	1.04	mesokurtic
3	0.43	pasir kasar	-1.73	very well sorted	0.12	positively skewed	0.79	platykurtic
4	0.27	pasir kasar	-1.46	very well sorted	0.21	positively skewed	0.97	mesokurtic
5	0.7	pasir sedang	-1.65	very well sorted	0.41	very positively skewed	0.68	platykurtic
6	-0.57	pasir sangat kasar	-1.39	very well sorted	-0.19	nearly symmetrical	0.78	platykurtic
7	0.43	pasir kasar	-1.54	very well sorted	0.10	positively skewed	0.28	very platykurtic
8	0.97	pasir sedang	-1.48	very well sorted	0.25	positively skewed	1.51	very leptokurtic
9	0.37	pasir kasar	-1.27	very well sorted	0.26	positively skewed	1.05	mesokurtic
10	1.57	pasir sedang	-1.24	very well sorted	0.6	very positively skewed	1.29	leptokurtic
11	2.73	pasir halus	-0.94	very well sorted	0.1	positively skewed	2.15	very leptokurtic
12	2.57	pasir halus	-0.97	very well sorted	0.17	positively skewed	2.25	very leptokurtic
13	2.43	pasir halus	-0.78	very well sorted	0.06	nearly symmetrical	1.23	leptokurtic
14	2.3	pasir halus	-0.68	very well sorted	-0.05	nearly symmetrical	1	mesokurtic

Berdasarkan Tabel 14 yang merupakan hasil dari analisis granulometri didapatkan rata – rata nilai statistik sedimen seperti *mean*, *sorting*, *skewness* dan *kurtosis* dari ke 14 sampel sedimen. Klasifikasi dari nilai *mean* yang dominan dari ke 14 stasiun menunjukkan bahwa sedimen di Pantai Kondang Merak cenderung ke fraksi pasir sedang dengan kisaran nilai phi ( $\phi$ ) 0.7 – 1.67, walaupun ada beberapa stasiun yang menunjukkan klasifikasi fraksi pasir halus dengan nilai phi ( $\phi$ ) 2.3 - 2.73.

Sedangkan hasil nilai *sorting* dari ke 14 stasiun pengambilan sampel sedimen adalah *very well sorted* atau terpilah dengan baik. Kisaran nilai phi ( $\phi$ ) yang didapatkan adalah -0.68  $\phi$  sampai -1.73  $\phi$  yang berarti bahwa ukuran butir sedimen di Pantai Kondang Merak ini tidak memiliki perbedaan yang mencolok karena tersortir atau terpilah dengan baik. Dimana menurut (Munandar et al., 2014) perairan dengan sedimen yang memiliki klasifikasi tersortir dengan baik, mengindikasikan bahwa tingkat kestabilan faktor hidro-oseanografi khususnya arus dan gelombang dalam keadaan stabil.

Hasil dari nilai *skewness* ke 14 stasiun pengambilan sampel sedimen menunjukkan bahwa ukuran butir sedimen di Pantai Kondang Merak ini memiliki klasifikasi *very positively skewed*, *positively skewed*, dan *nearly symmetrical*. Dari ketiga klasifikasi tersebut yang paling dominan adalah *positively skewed* dengan kisaran nilai phi ( $\phi$ ) dari 0.1  $\phi$  – 0.26  $\phi$ . Selanjutnya diikuti dengan klasifikasi *very positively skewed* dengan kisaran nilai phi ( $\phi$ ) dari 0.3  $\phi$  – 0.6  $\phi$ . Terakhir adalah klasifikasi *nearly symmetrical* dengan kisaran nilai phi ( $\phi$ ) dari -0.05  $\phi$  – 0.06  $\phi$ . Klasifikasi yang menunjukkan lebih dominan condong ke arah partikel halus menyebabkan sedimen mudah mengalami proses erosi dan transportasi yang disebabkan oleh pergerakan arus, sehingga menyebabkan abrasi. Hal ini senada dengan pernyataan dari (Nugroho and Basit, 2014), yang menyatakan bahwa

pergerakan arus dapat memilah setiap ukuran butiran sedimen yang halus sehingga dapat tertransportasi dari tempat sumber sedimen tersebut ke tempat yang lain.

Terakhir adalah klasifikasi dari nilai *kurtosis* ke 14 stasiun pengambilan sampel sedimen yang menunjukkan bahwa pola penyebaran sedimen didapatkan klasifikasi *platykurtic* (platikurtik), *mesokurtic* (mesokurtik), *leptokurtic* (leptokurtik) dan *very leptokurtic* (sangat leptokurtik). Dimana klasifikasi *kurtosis* yang mendominasi pada lokasi penelitian ini ada dua yaitu platikurtik dan mesokurtik dengan kisaran nilai platikurtik phi ( $\phi$ ) adalah  $0.68 \phi - 0.86 \phi$  dan mesokurtik dengan kisaran phi ( $\phi$ ) adalah  $0.97 \phi - 1.05 \phi$ , leptokurtik dengan kisaran nilai phi ( $\phi$ ) yaitu  $1.23 \phi - 1.29 \phi$ . Selanjutnya adalah *very platykurtic* dengan kisaran nilai phi ( $\phi$ ) yaitu  $0.28$  dan yang terakhir adalah *very leptokurtic* dengan kisaran nilai phi ( $\phi$ ) dari  $1.51 \phi - 2.25 \phi$ . Hasil dari klasifikasi nilai *kurtosis* di Pantai Kondang Merak menunjukkan bahwa distribusi sedimen yang ada di pantai ini sebagian memiliki kurva distribusi yang normal namun juga cenderung memiliki kurva distribusi yang meruncing. Menurut (Korwa et al., 2013) yang mendeksripsikan bahwa transpor sedimen yang ada pada lokasi penelitian dipengaruhi oleh arus dan gelombang yang bekerja secara lemah sehingga dapat memilah setiap ukuran butiran sedimen dengan baik.

#### **4.4 Kondisi Hidro-oseanografi**

##### **4.4.1 Arus**

Proses pengambilan data kecepatan arus dilakukan tiga kali pengulangan untuk setiap titiknya, sehingga diperoleh nilai rata-rata kecepatan arus. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran secara langsung di perairan Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur menunjukkan bahwa pada masing – masing stasiun pengamatan diperoleh hasil disetiap stasiun yang bervariasi atau

beragam, bergantung pada setiap lokasi yang diambil. Data kecepatan arus di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Data Kecepatan dan Arah Arus

<b>Lokasi</b>	<b>Kecepatan (m/s)</b>	<b>Arah (derajat)</b>
<b>Stasiun 1</b>	0.55	30
<b>Stasiun 2</b>	0.45	45
<b>Stasiun 3</b>	0.69	292
<b>Stasiun 4</b>	0.63	180
<b>Stasiun 5</b>	0.71	270
<b>Stasiun 6</b>	0.87	90
<b>Stasiun 7</b>	0.45	135
<b>Stasiun 8</b>	0.56	157
<b>Stasiun 9</b>	0.39	180
<b>Stasiun 10</b>	0.48	180
<b>Stasiun 11</b>	0.10	122
<b>Stasiun 12</b>	0.10	45
<b>Stasiun 13</b>	0.2	67
<b>Stasiun 14</b>	0.35	45

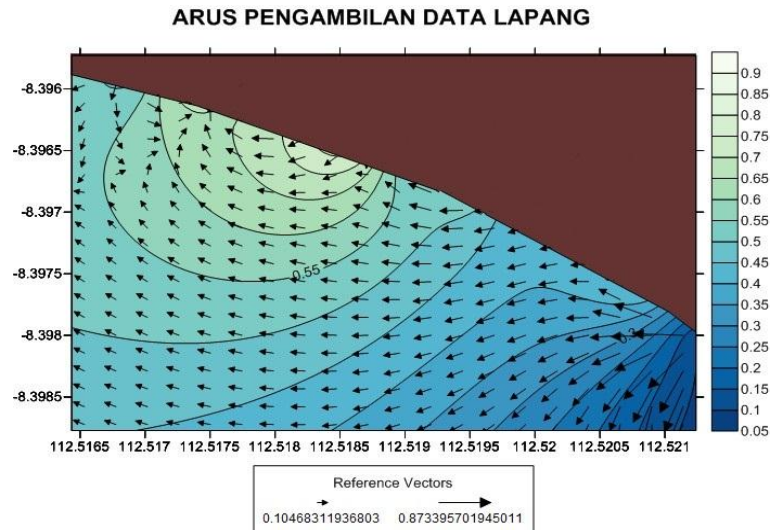
Hasil yang ditunjukkan oleh tabel 14, dimana stasiun 11 dan 12 memiliki kecepatan arus terkecil jika dibandingkan dengan ke 12 stasiun lainnya yaitu sebesar 0.1 m/s. Hal ini disebabkan letak pengukuran data arus berada di badan sungai sehingga arus yang didapatkan tidak terlalu kuat. Diikuti oleh stasiun 13 dimana arus yang didapatkan sebesar 0.2 m/s, lebih tinggi jika dibandingkan dengan stasiun 3. Hal ini dikarenakan pengukuran data arus berada di badan sungai menuju muara sungai. Sedangkan pada stasiun 14 terjadi kenaikan kecepatan arus yang cukup signifikan yaitu sebesar 0.35 m/s, hal ini disebabkan karena pengukuran data kecepatan arus berada tepat di muara sungai dan mendekati laut. Kecepatan arus pada stasiun 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 dan 10 cenderung memiliki kecepatan arus yang cukup tinggi yaitu berada antara 0.39 m/s sampai 0.87 m/s. Hal ini dikarenakan pengukuran data arus pada ke sepuluh

stasiun tersebut berada di sepanjang garis Pantai Kondang Merak. Kecepatan arus yang cukup tinggi ini juga di pengaruhi oleh kondisi hidro-oseanografi baik dari pengaruh gelombang ataupun pasang surut, karena berada di perairan Pantai Kondang Merak dan juga letaknya yang langsung menghadap ke laut lepas. Sedangkan untuk kecepatan arus tertinggi berada pada stasiun 3, 5 dan 6 yaitu berkisar antara 0.69 m/s sampai 0.87 m/s. Tingginya kecepatan arus yang didapatkan pada stasiun 3, 5, dan 6 dikarenakan adanya pemusatan (konvergensi) arus didepan Kondang Merak akibat dari pembelokan arus yang terhalang oleh pulau. Hal ini sependapat dengan pernyataan dari Tyas and Dibyosaputro (2012) yang menjelaskan bahwa adanya pemusatan atau konvergensi energi di suatu wilayah dapat menimbulkan energi yang lebih besar bergantung pada morfologi wilayahnya. Untuk stasiun 10 yang memiliki kecepatan tertinggi diantara semua stasiun dikarenakan berada tepat di depan Kondang Merak dan langsung berhadapan langsung dengan laut lepas, sehingga pengaruh dari hempasan gelombang sangat tinggi.

#### **4.4.2 Pola Pergerakan Arus**

##### **4.4.2.1 Arus Pengambilan Data Lapang**

Hasil dari pengukuran kecepatan dan arah arus semua stasiun selama di lapang di olah dengan menggunakan *software Surfer* untuk memodelkan pola pergerakan arus yang terjadi pada saat pengambilan data lapang di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur. Hasil dari pemodelan pola arus Pantai Kondang Merak dapat dilihat pada Gambar 12.

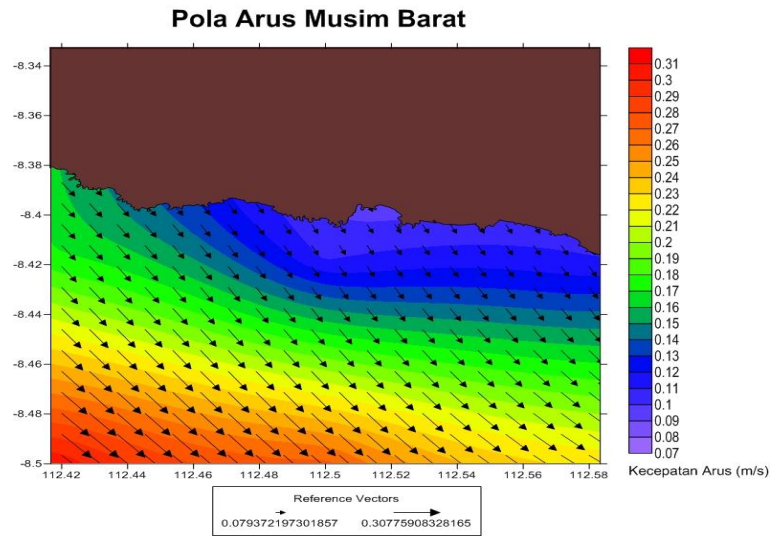


Gambar 12. Pola arus di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur

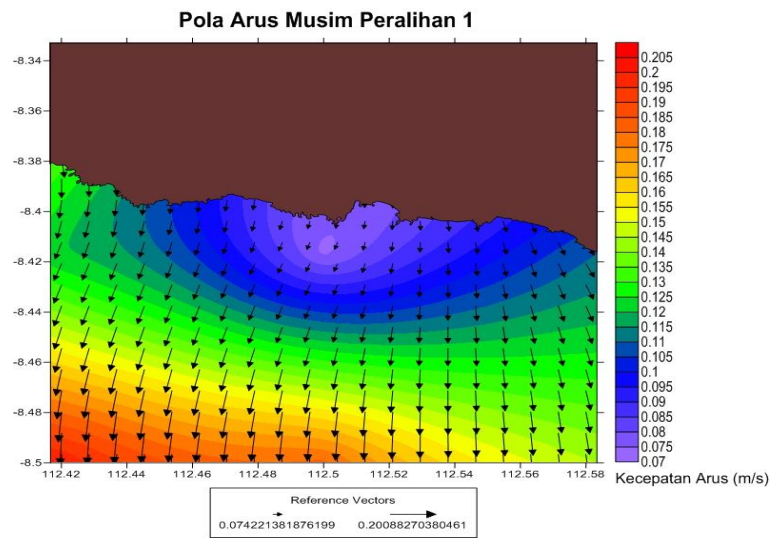
Hasil pemodelan arus menggunakan *software Surfer* pada Gambar 12. dapat dilihat bahwa pola arus yang ada di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur menunjukkan pergerakan arus dari Timur Laut ke Barat Daya. Hal ini dikarenakan bentuk atau morfologi dari profil Pantai Kondang Merak sehingga terjadi pembelokan arus dari bibir pantai. Hal ini sependapat dengan (Leksono et al., 2013) yang menyatakan bahwa pada saat arus yang disebabkan oleh pasang surut menuju ke pantai, maka akan terjadi pembelokan arus akibat adanya morfologi yang ada di setiap pantai. Arus di sepanjang garis pantai memiliki kecepatan arus yang cenderung sama yaitu rata-rata 0.56 m/s.

#### 4.4.2.2 Arus Musiman

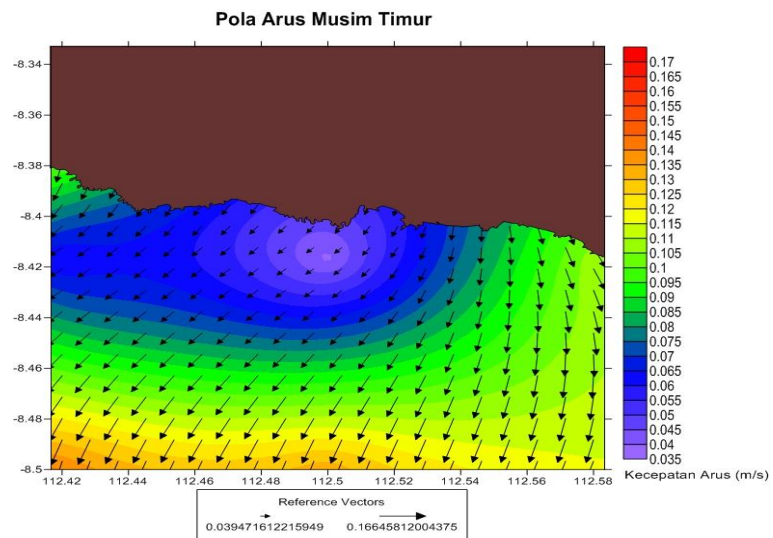
Pola pergerakan arus musiman didapatkan dengan cara mengunduh data arus dari <https://cas.indeso.web.id> yang kemudian diolah menggunakan *Surfer*. Data yang diolah berupa data musiman selama satu tahun yaitu dari Desember 2015 – November 2016 yang meliputi Arus Musim Barat, Musim Peralihan I, Musim Timur dan Musim Peralihan II. Berikut ini merupakan hasil dari pola pergerakan arus musiman selama satu tahun.



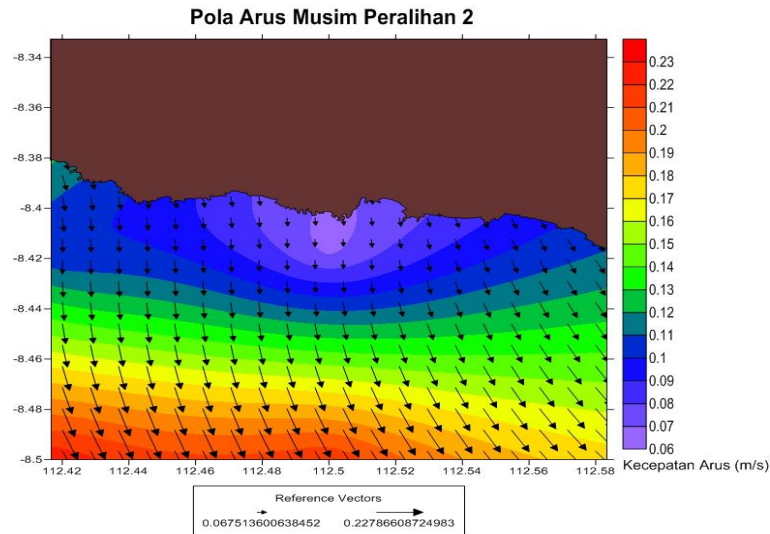
Gambar 13. Pola pergerakan arus musim barat (*Indeso*)



Gambar 14. Pola pergerakan arus musim peralihan I (*Indeso*)



Gambar 15. Pola pergerakan arus musim timur (*Indeso*)



Gambar 16. Pola pergerakan arus musim peralihan II (*Indeso*)

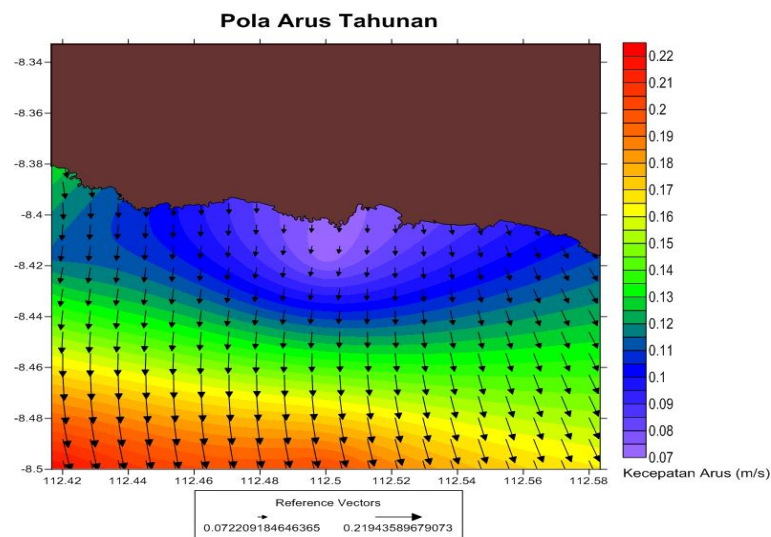
Pola pergerakan arus pada keempat musim yang terjadi di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur memiliki arah yang cenderung hampir sama di semua musim yaitu dari Utara ke Selatan, kecuali pada Musim Barat. Pada Musim Barat yang terjadi pada bulan Desember – Februari, Pantai Kondang Merak memiliki arah arus dari Barat Laut ke Tenggara. Kisaran kecepatan pada Musim Barat antara 0.07 m/s sampai 0.30 m/s. Sedangkan untuk kecepatan arus pada Musim Peralihan I yang terjadi pada periode bulan Maret – Mei berkisar antara 0.07 m/s – 0.20 m/s. Kecepatan pada Musim Timur berkisar antara 0.03 m/s – 0.16 m/s yang terjadi pada bulan Juni – Agustus. Kecepatan arus pada Musim Peralihan II yang terjadi pada bulan September – November berkisar antara 0.06 m/s – 0.22 m/s. Jadi, kecepatan tertinggi didapatkan pada Musim Barat dengan nilai 0.30 m/s sedangkan nilai kecepatan terendah berada pada Musim Timur dengan nilai kecepatan 0.03 m/s.

Dari keempat musim dapat dilihat bahwa nilai kecepatan semakin besar jika semakin menuju ke laut lepas atau Samudera Hindia, begitu juga sebaliknya. Semakin mendekati wilayah pantai, maka nilai kecepatan yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal ini dikarenakan morfologi dari Pantai Kondang Merak yang



berbentuk teluk. Seperti yang dikatakan Ruswahyuni (2010) yang menjelaskan bahwa teluk merupakan salah satu jenis perairan tertutup, sehingga kekuatan gelombang ataupun arus yang menuju pantai akan semakin berkurang.

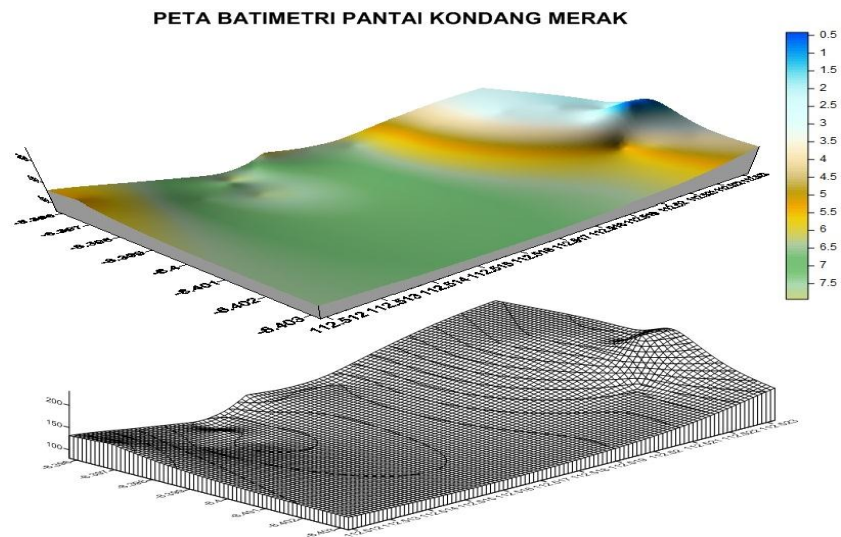
Pengambilan data arus musiman tersebut terjadi pada saat surut sehingga didapatkan arah arus meninggalkan pantai. Sama dengan saat pengambilan data arus di lapang, kondisi perairan sedang surut sehingga arah arus meninggalkan pantai. Namun arah dari arus di Pantai Kondang Merak sama dengan arah arus yang ada di setiap musimnya yaitu sejajar dengan pantai. Selain pola arus musiman, terdapat juga pola pergerakan arus selama satu tahun yang akan di sajikan dalam Gambar 17.



Gambar 17. Pola pergerakan arus tahunan (*Indeso*)

Pada pola pergerakan arus selama satu tahun dapat dilihat bahwa arah arus tidak jauh berbeda dengan pola arus musiman yang menunjukkan arah dari utara menuju selatan. Terlihat bahwa arah arus bergerak menjauhi pantai dan menuju laut lepas atau Samudera Hindia, dikarenakan pengambilan data arus terjadi pada saat kondisi perairan sedang surut. Untuk nilai kecepatannya diperoleh kisaran nilai 0.07 m/s – 0.21 m/s.

#### 4.4.3 Batimetri



Gambar 18. Peta Batimetri Kondang Merak

Proses pengambilan data batimetri dilakukan secara sekunder dengan cara download data di website [Big.go.id](http://Big.go.id) milik BIG (Badan Informasi Geospasial) yang merupakan data gebco yang dapat diakses kemudian diolah dengan menggunakan software ArGIS 10.3 untuk mengetahui bentuk batimetri dari pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur. Data yang diperoleh dari hasil pengolahan data didapatkan hasil seperti gambar diatas (gambar 18). Berdasarkan data batimetri yang telah disajikan pada gambar 18 maka dapat disimpulkan bahwa kedalaman pada pantai kondang merak tergolong dangkal dikarenakan kedalamannya berkisar 1 meter disekitar pantai.

#### 4.4.4 Gelombang

Proses pengambilan data gelombang dilakukan selama 15 – 20 menit untuk setiap titiknya, sehingga diperoleh nilai rata-rata tinggi gelombang dan periodenya. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran secara langsung di perairan Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur menunjukkan bahwa pada masing – masing stasiun pengamatan diperoleh hasil disetiap stasiun yang

bervariasi atau beragam, bergantung pada setiap lokasi yang diambil. Data tinggi dan periode gelombang di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Data pengukuran gelombang

Stasiun	Tinggi Gelombang (m)	Periode Gelombang (s)
A	0.17	1.5
B	0.22	1.8
C	0.16	1.5

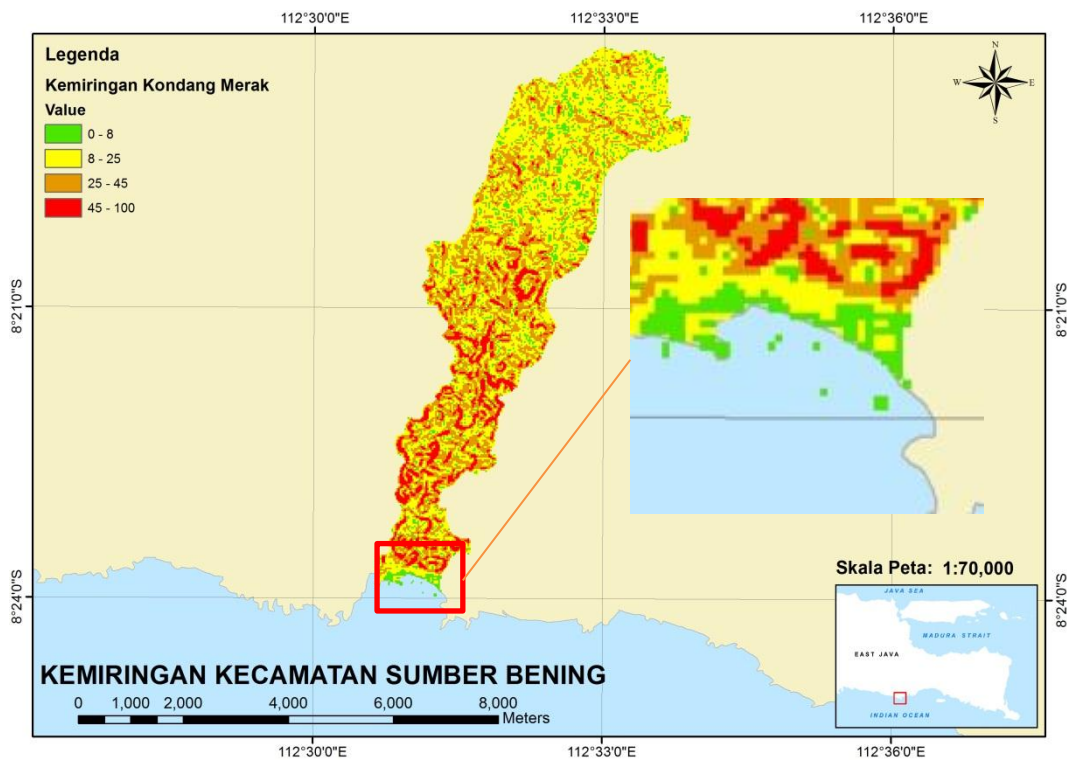
Berdasarkan hasil pengukuran di lapang didapatkan hasil tinggi dan periode gelombang seperti pada tabel diatas. Arah gelombang berasal dari barat daya ke timur laut atau tegak lurus pantai. Gelombang tertinggi berada pada stasiun 2 yaitu 0.22 m dan terendah berada pada stasiun 3 yaitu 0.16 m. Sedangkan untuk periode gelombang di stasiun 2 yaitu 1.8 s dan untuk periode gelombang di stasiun 1 dan 3 didapatkan hasil yang sama yaitu 1.5 s. Hal ini senada dengan Munk (1951) dalam (Sugianto, 2012) yang menyatakan bahwa gelombang yang memiliki periode diantara 1 – 10 sekon, dibangkitkan oleh angin. Sedangkan untuk tinggi gelombang yang didapatkan relatif kecil karena pada saat pengambilan data dilakukan pada musim peralihan, yang mana angin yang berhembus di perairan Jawa relatif kecil jika dibandingkan dengan musim barat ataupun timur.

#### 4.4.5 Kemiringan Pantai

Tabel 16. Data Kemiringan Pantai

Stasiun	Hitungan		
	Panjang (m)	Tinggi (m)	Kemiringan (°)
A	10	0.9	5.14
B	10	1.3	7.40
C	10	0.7	4.00

Perhitungan kemiringan pantai dilakukan di setiap stasiun yang sama dengan stasiun gelombang. Kemiringan yang sedikit miring terletak pada stasiun B yang terletak di daerah gelombang yang sedikit tinggi, kemudian stasiun A yang terletak pada sekitar garis pantai sedangkan yang paling mendatar adalah stasiun C yang terletak di sekitar muara sungai. Semakin mendatar pola kemiringan pantai semakin mudah terkena dampak akresi maupun abrasi begitu sebaliknya semakin curam kemiringan pantai semakin mengurangi dampak akresi maupun abrasi. Data kemiringan pantai dapat dilihat pada Tabel 16.



Gambar 19. Peta Kemiringan Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur

Kemiringan merupakan parameter untuk mengetahui kemiringan suatu daerah tertentu. Biasanya kemiringan di tulis dalam bentuk persen (%) dan juga derajat ( $^{\circ}$ ). Berdasarkan data yang telah diolah melalui data sekunder yang diownload dari <http://gdem.ersdac.jpspacesystems.or.jp> merupakan data ASTER GDEM dari NASA.

Menurut (Syafri 2001), Kemiringan dapat dideskripsikan menjadi Landai, agak curam, curam, dan sangat curam dapat dilihat pada Tabel 17.

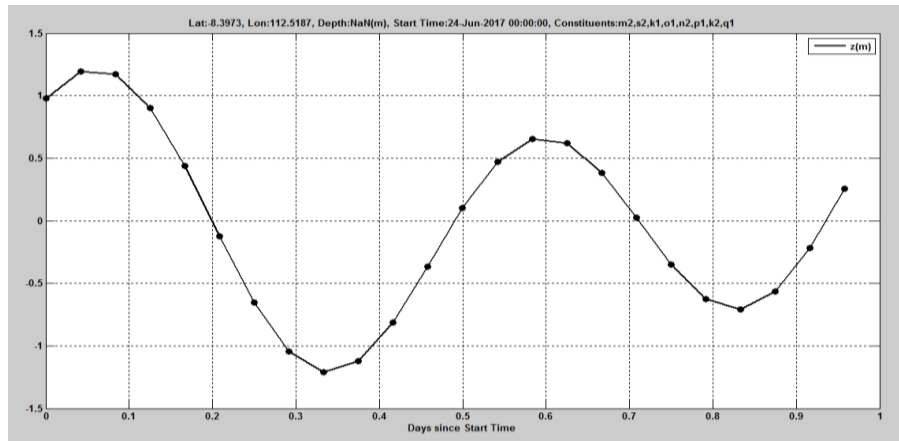
Tabel 17. Klasifikasi Kemiringan

No	Kemiringan (%)	Deskripsi
1	0-8	Landai
2	8-25	Agak curam
3	25-45	Curam
4	>45	Sangat Curam

Berdasarkan Gambar 22 didapatkan hasil bahwa kemiringan di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur adalah 0-8% yang menandakan bahwa pantai ini adalah pantai yang landai.

#### 4.4.6 Pasang Surut

Pada pengambilan data pasang surut menggunakan data sekunder dengan menggunakan *Tide Model Driver* (TMD). Pengolahan menggunakan TMD dengan bantuan MATLAB menghasilkan nilai komponen harmonik pasang surut dan juga periode pasang surut. Nilai komponen harmonik yang sudah didapat kemudian digunakan untuk mencari bilangan *Formzahl* (F). Hasil dari bilangan *Formzahl* (F) tersebut akan menunjukkan tipe pasang surut di lokasi penelitian seperti pada Gambar 20.



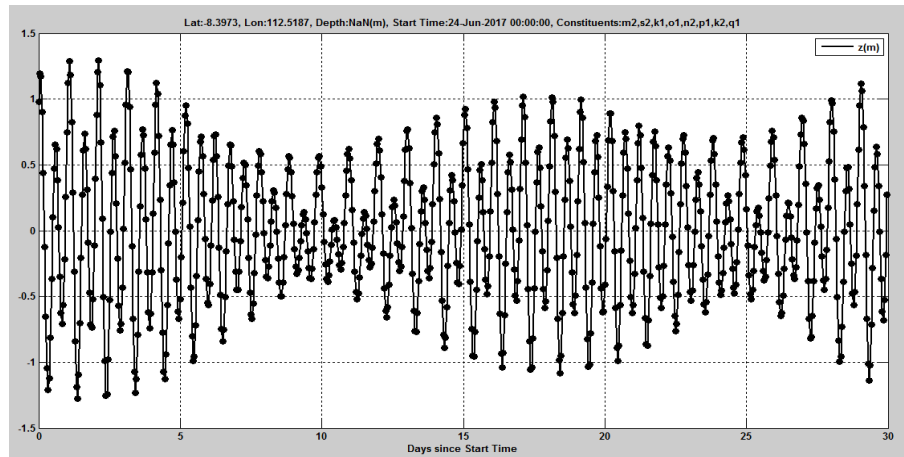
Gambar 20. Kondisi pasang surut di Pantai Kondang Merak

Pada saat pengambilan data lapang tanggal 24 Juni 2017, kondisi Pantai Kondang Merak dalam keadaan pasang menuju surut. Berdasarkan hasil prediksi menggunakan *software Tide Model Drive (TMD)*, didapatkan konstanta pasang surut Pantai Kondang Merak seperti pada Tabel 18 berikut ini.

Tabel 18. Nilai konstanta pasang surut di Pantai Kondang Merak

m2	s2	k1	o1	n2	p1	k2	q1
0.6236	0.3375	0.2173	0.1346	0.1166	0.0666	0.0982	0.0286

Setelah diketahui nilai konstanta pasang surut di Pantai Kondang Merak, maka dapat dilakukan perhitungan sesuai dengan rumus bilangan *Formzahl*. Dari perhitungan bilangan *Formzahl* diperoleh nilai F yaitu 0.35 yang menunjukkan bahwa tipe pasang surut di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur adalah campuran condong ke harian ganda. Tipe pasang surut ini dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode gelombang yang berbeda. Hal ini juga di benarkan dalam (Hidayah and Mahatmawati, 2010), yang menjelaskan bahwa tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda banyak terdapat di perairan Indonesia Timur. Berikut ini merupakan gambaran dari tipe pasang surut di lokasi penelitian selama satu bulan.



Gambar 21. Tipe pasang surut di Pantai Kondang Merak

#### 4.5 Hubungan Ukuran Butir Sedimen dengan Kondisi Hidro-oseanografi

##### 4.5.1 Hubungan Ukuran Butir Sedimen dengan Arus

Pada tiap stasiun pengambilan data sedimen dan kecepatan arus didapatkan hasil nilai diameter rata – rata sedimen tiap stasiun dan kecepatan arus seperti pada Tabel 19.

Tabel 19. Karakteristik sedimen dengan kecepatan arus

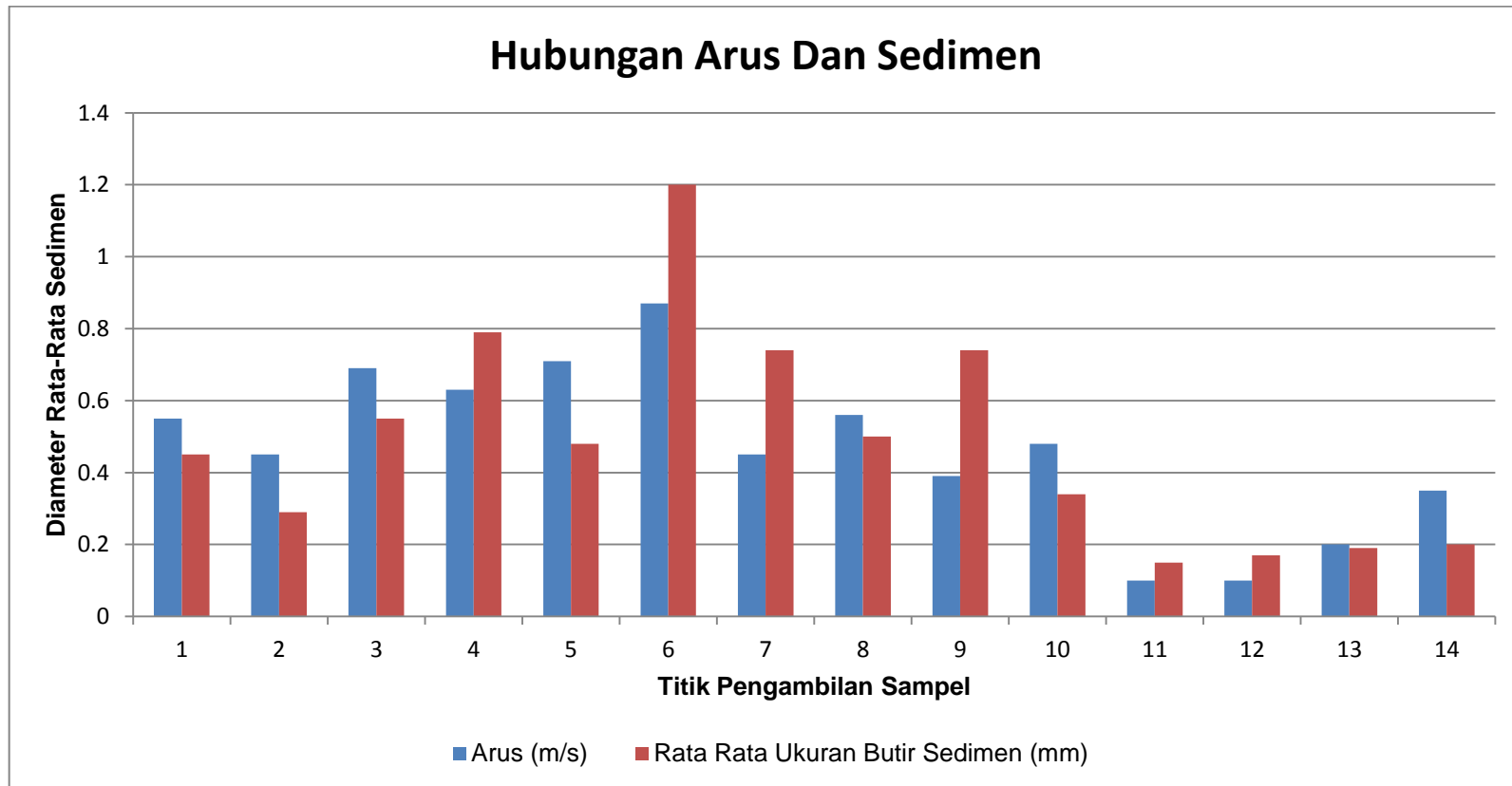
Stasiun	Diameter rata-rata sedimen (mm)	Jenis Sedimen	Kecepatan Arus (m/s)
1	0.45	Pasir sedang	0.55
2	0.29	Pasir sedang	0.45
3	0.55	Pasir kasar	0.69
4	0.79	Pasir kasar	0.63
5	0.48	Pasir sedang	0.71
6	1.20	Pasir sangat kasar	0.87
7	0.74	Pasir kasar	0.45
8	0.50	Pasir sedang	0.56
9	0.74	Pasir kasar	0.39
10	0.34	Pasir sedang	0.48
11	0.15	Pasir halus	0.10
12	0.17	Pasir halus	0.10
13	0.19	Pasir halus	0.20
14	0.20	Pasir halus	0.35

Berdasarkan hasil dari pola pergerakan arus dan kecepatan arus yang terjadi di perairan Pantai Kondang Merak, menghasilkan persentase dari karakteristik butiran sedimen di hampir semua stasiun didominasi oleh pasir baik dari pasir halus, pasir sedang sampai pasir kasar. Pada stasiun 1 sampai 10 diperoleh jenis karakteristik sedimen yaitu pasir sedang dan pasir kasar dengan kecepatan arus yaitu antara 0.45 m/s sampai dengan 0.87 m/s. Hal ini dikarenakan letak dari stasiun 1 sampai stasiun 10 langsung berhadapan dengan laut lepas sehingga langsung menerima arus dari laut lepas dan menyebabkan kecepatan arus tinggi sehingga dapat membawa butiran pasir yang berukuran sedang dan juga kasar. Sedangkan pada stasiun 5 dan 6 memiliki karakteristik jenis sedimen yaitu pasir sedang dan pasir sangat kasar. Hal ini dikarenakan kecepatan arus yang ada di stasiun 5 dan 6 ini sangat tinggi jika dibandingkan dengan stasiun – stasiun lainnya yaitu dengan kecepatan 0.71 di stasiun 5 dan 0.87 di stasiun 6. Pada kedua stasiun ini juga banyak ditemukan terumbu karang ataupun batu karang yang cukup besar. Pada stasiun 11 sampai 14 diperoleh jenis karakteristik sedimen yaitu pasir halus dengan kecepatan arus yang kecil yaitu antara 0.10 m/s sampai dengan 0.35 m/s. Hal ini dikarenakan letak dari stasiun yang masih berada di badan sungai dan muara sungai, sehingga arus yang dihasilkan tidak terlalu besar.

Seperti yang dapat terlihat pada Gambar 22, grafik hubungan antara kecepatan arus dan ukuran butir sedimen di semua stasiun menunjukkan bahwa semakin tingginya kecepatan arus dapat mempengaruhi nilai dari ukuran butir sedimen itu sendiri. Pendapat ini sesuai dengan pernyataan (Triatmodjo, 1999) yang menyatakan bahwa persebaran jenis sedimen dasar di perairan dipengaruhi oleh arus pada kolom dasar laut. Pergerakan arus tersebut mentranspor sedimen dengan cara menggelinding ataupun menggeser di dasar laut. Dimana sedimen dengan ukuran butir yang sangat kecil dengan kecepatan



arus yang besar dapat tertransportasi/terangkut aliran. Namun semakin berkurangnya kecepatan arus menyebabkan sedimen tidak dapat terangkut lagi dan terdeposisi.



Gambar 22. Hubungan antara kecepatan arus dan ukuran butir sedimen

#### 4.5.2 Hubungan Karakteristik Sedimen dengan Gelombang

Hubungan antara karakteristik ukuran butir sedimen dengan tinggi dan periode gelombang dapat dilihat pada Tabel 20 berikut ini.

Tabel 20. Hubungan antara karakteristik sedimen dengan gelombang

Stasiun	Diameter rata-rata sedimen (mm)	Jenis Sedimen	Tinggi Gelombang (m)	Periode Gelombang
1	0.45	Pasir sedang		
2	0.29	Pasir sedang	0.17	1.5
3	0.55	Pasir kasar		
4	0.79	Pasir kasar		
5	0.48	Pasir sedang		
6	1.2	Pasir sangat kasar	0.22	1.8
7	0.74	Pasir kasar		
8	0.5	Pasir sedang		
9	0.74	Pasir kasar		
10	0.34	Pasir sedang		
11	0.15	Pasir halus	0.16	1.5
12	0.17	Pasir halus		
13	0.19	Pasir halus		
14	0.2	Pasir halus		

Dari Tabel 18 dapat dilihat bahwa dari stasiun 5 sampai stasiun 8 memiliki tinggi dan periode gelombang yang sedikit lebih tinggi dibandingkan area-area yang lain. Hal ini disebabkan karena stasiun 5 sampai stasiun 8 yang lokasinya langsung berhadapan dengan laut lepas, sehingga tidak terdapat penghalang yang dapat memecah ombak sebelum menuju ke bibir pantai. Pada stasiun 1 hingga stasiun 4 dan stasiun 9 hingga stasiun 14 didapatkan tinggi dan periode gelombang yang tidak jauh berbeda. Dapat dilihat dari stasiun 1 hingga stasiun 4, karakteristik sedimen yang didapatkan hampir sebagian besar adalah pasir sedang dan pasir kasar. Hal ini dikarenakan faktor hidro-oseanografi yang

mempengaruhi karakteristik sedimen tidak hanya dari gelombang, melainkan juga arus dan pasang surut. Sedangkan pada stasiun 11 hingga stasiun 14 didapatkan hasil karakteristik sedimen yang sama yaitu pasir halus. Hal ini dikarenakan lokasi dari pengambilan sampel sedimen di stasiun 11 hingga stasiun 14 berada di sekitar muara dan badan sungai. Sama dengan penelitian dari (Triatmodjo, 1999) yang menyebutkan bahwa gelombang merupakan salah satu parameter hidro-oseanografi yang memiliki peran penting dalam transpor sedimen di pantai.

#### 4.5.3 Hubungan Karakteristik Sedimen dengan Pasang Surut

Tabel 21. Karakteristik sedimen dengan tipe pasang surut

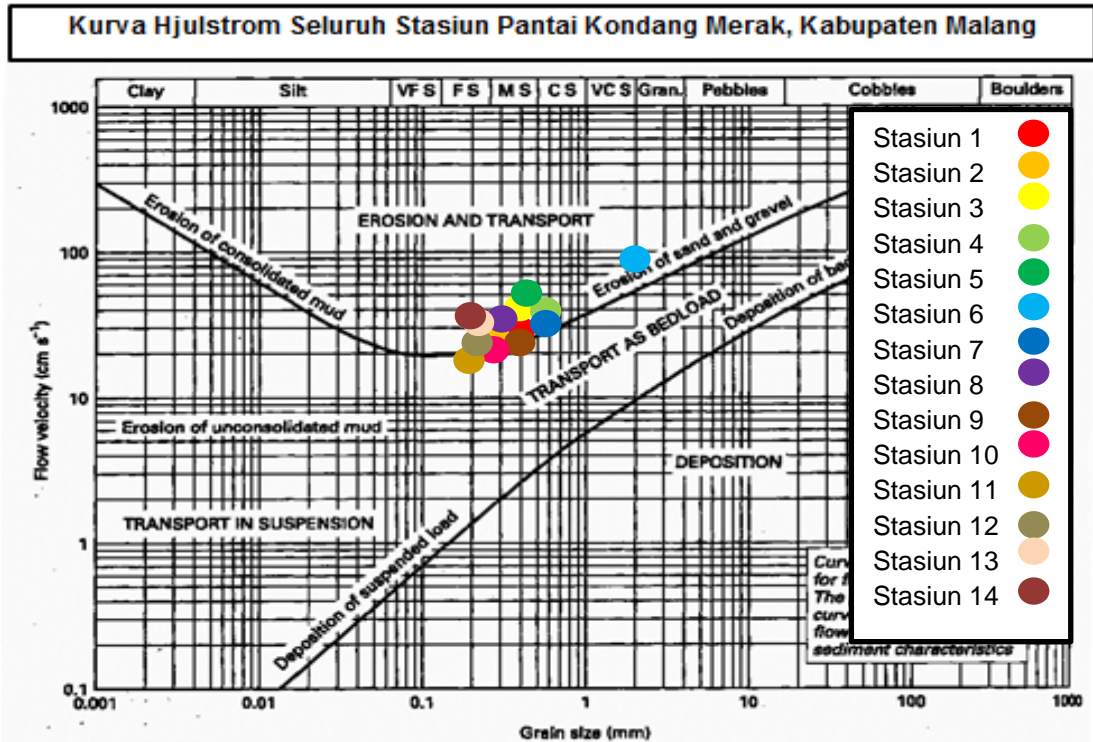
Stasiun	Jenis Sedimen	Tipe Pasang Surut
1	Pasir sedang	
2	Pasir sedang	
3	Pasir kasar	
4	Pasir kasar	
5	Pasir sedang	
6	Pasir sangat kasar	Campuran condong
7	Pasir kasar	harian ganda
8	Pasir sedang	<i>(mixed tide prevalling</i>
9	Pasir kasar	<i>semidiurnal)</i>
10	Pasir sedang	
11	Pasir halus	
12	Pasir halus	
13	Pasir halus	
14	Pasir halus	

Tipe pasang surut yang terjadi di Pantai Kondang Merak yaitu campuran condong ke harian ganda dimana dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode gelombang yang berbeda. Wilayah yang mengalami pasang surut tipe campuran condong ke harian ganda tentunya

mendapatkan pengaruh yang berbeda bila dibandingkan dengan wilayah yang mempunyai tipe pasang surut harian tunggal. Hal ini dikarenakan proses transportasi sedimen yang dimiliki wilayah dengan tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda menjadi lebih dinamis jika dibandingkan dengan wilayah yang memiliki tipe pasang surut harian tunggal (Daulay et al., 2014). Oleh karena itu, gaya atau energi yang dihasilkan dari pasang surut pada perairan Pantai Kondang Merak dapat mempengaruhi proses abrasi ataupun sedimentasi di lokasi penelitian tersebut.

#### **4.6 Transpor Sedimen**

Untuk mengetahui hubungan antara ukuran butir sedimen dengan kecepatan arus dapat juga menggunakan Kurva *Hjulstrom*. Pernyataan ini sependapat dengan Anggari *et al.*, (2015), diagram *Hjulstrom* adalah diagram yang menunjukkan hubungan antara kecepatan aliran air dan ukuran butir. Arus merupakan salah satu faktor hidro-oseanografi yang dapat mempengaruhi persebaran sedimen sehingga dapat menyebabkan suatu pantai mengalami abrasi atau sedimentasi. Selain faktor arus menurut (Widjojo and others, 2010) laju transportasi sedimen di daerah pantai antara lain di pengaruhi karakteristik sedimen, kemiringan pantai dan juga besarnya gelombang. Gambaran dari Kurva *Hjulstrom* di perairan pantai Kondang Merak seluruh stasiun dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 23. Kurva Hjulstrom Seluruh Stasiun Pantai Kondang Merak, Kabupaten Malang

Berdasarkan Kurva Hjulstrom diatas (Gambar 23) menunjukkan hubungan kecepatan arus dan ukuran butir sedimen yang ada di Pantai Kondang Merak, dimana kondisi pada stasiun 1 sampai stasiun 14 mengalami erosi. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan arus yang ada di perairan Pantai Kondang Merak. Pantai Kondang Merak memiliki rataan karang (*Reef flat*) yang berbatasan dengan Samudera Hindia. Sehingga pantai tersebut memiliki gelombang dan arus yang tenang dikarenakan adanya *Reef flat* yang berhadapan langsung dengan laut lepas. Sehingga *Reef flat* tersebut menahan gelombang langsung yang berasal dari Samudera Hindia yang menyebabkan keadaan gelombang yang ada di pantai Kondang Merak menjadi tenang. Adanya arus akan menyebabkan erosi yang ada di Pantai Kondang Merak, Kabupaten Malang.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian pola transportasi dan distribusi sedimen di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur adalah sebagai berikut:

- 1) Pantai Kondang Merak memiliki jenis karakteristik sedimen yang paling dominan yaitu pasir, dengan jenis fraksi sedimennya yang paling dominan ialah jenis pasir halus dan pasir sedang yang memiliki diameter ukuran butir antara 0.125 mm – 0.25 mm.
- 2) Kondisi hidro-oseanografi dari Pantai Kondang Merak yaitu memiliki arus berkisar antara 0.10 m/s – 0.87 m/s dengan arah dari Barat Daya ke Timur Laut, tinggi gelombang berkisar antara 0.16 m – 0.22 m dengan periode antara 1.5 s – 1.8 s dan memiliki tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda. Hubungan dari sifat oseanografi arus, gelombang dan pasang surut adalah saling berhubungan.
- 3) Transpor sedimen di Pantai Kondang Merak cenderung mengalami erosi yang tidak hanya dipengaruhi oleh arus, tetapi juga gelombang dan pasang surut. Hal itu dikarenakan pergerakan dari hidro oseanografi (arus, gelombang, dan pasang surut) saling mempengaruhi. Pergerakan dari arus dan gelombang serta pasang surut yang terjadi secara terus menerus mengakibatkan pergerakan sedimen. Sehingga terjadi transport sedimen pada pantai Kondang Merak

### 5.2 Saran

Saran dalam penelitian ini adalah diharapkan adanya penelitian lanjutan yang dilakukan secara periodik mengenai kondisi hidro-oseanografi dan pola distribusi sedimen di Pantai Kondang Merak agar didapatkan data yang lebih lengkap dan akurat. Rekomendasi yang tepat untuk pengelolaan wilayah yang

ada di Pantai Kondang Merak adalah dengan menanam vegetasi yang lebih banyak di sepanjang garis pantai Kondang Merak dan juga tidak membangun bangunan pantai yang dapat mengganggu keseimbangan dinamika dari pantai itu sendiri.



## DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, A.K., Surbakti, H., 2012. Distribusi Sedimen Dasar Di Perairan Pesisir Banyuasin, Sumatera Selatan. *Maspari J.* 33–39.
- Anasiru, T., 2006. Angkutan Sedimen Pada Muara Sungai Palu. *Smartek* 4.
- Anggari, A.S., Muzahar, Pratomo, A., 2015. Karakterisasi Sedimen Dasar Perairan Pesisir Tanjung Unggat Kecamatan Bukit Bestari Kota Tanjung Pinang. *FIKP UMRAH*.
- Azis, M.F., 2006. Gerak Air Di Laut. *Oseana* 31, 9–21.
- Bawangun, Y.W., Djamiluddin, R., Manengkey, H.W., 2013. Identifikasi Perkembangan Gisik Di Sekitar Pelabuhan Manado Dan Sungai Tondano. *J. Pesisir Dan Laut Trop.* 1, 21–27.
- Dauhan, S.K., Tawas, H., Tangkudung, H., Mamoto, J.D., 2013. Analisis Karakteristik Gelombang Pecah Terhadap Perubahan Garis Pantai Di Atep Oki. *J. Sipil Statik* 1.
- Daulay, A.B., Pratomo, A., Apdillah, D., 2014. Karakteristik Sedimen Di Perairan Sungai Carang Kota Rebah Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau. *Skripsi Universitas Maritim Raja Ali Haji. Tanjungpinang*.
- Hidayah, Z., Mahatmawati, A.D., 2010. Perbandingan Fluktuasi Muka Air Laut Rerata (MLR) Di Perairan Pantai Utara Jawa Timur Dengan Perairan Pantai Selatan Jawa Timur. *J. Kelaut.* Vol.3 No.2.
- Hidayati, N., 2017. *Dinamika Pantai*, I. UB Press.
- Junaidi, Wigati, R., 2011. Analisis Parameter Statistik Butiran Sedimen Dasar Pada Sungai Alamiah. *Wahana Tek.* Sipil 16 No.2, 46–57.
- Khatib, A., Adriati, Y., Wahyudi, E., 2013. Analisis Sedimentasi Dan Alternatif Penanganannya Di Pelabuhan Selat Baru Bengkalis. *Konteks* 7.
- Korwa, J.I., Opa, E.T., Djamiludin, R., 2013. Characteristic Of Litoral Sediment On Sindulang Satu Coastal. *J. Pesisir Dan Laut Trop.* 1, 48–54.
- Krisetyana, H., 2008. Tingkat Efisiensi Penggelontoran Endapan Sedimen Di Waduk PLTA PB. Sudirman. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Leksono, A., Atmodjo, W., Maslukah, L., 2013. Studi Arus Laut Pada Musim Barat Di Perairan Pantai Kota Cirebon. *J. Oseanografi* Vol 2. No.3, 206–213.
- Marpaung, S., Prayogo, T., 2014. Analisis Arus Geostropik Permukaan Laut Berdasarkan Data Satelit Altimetri. *Semin. Nas. Penginderaan Jauh*.
- Massinai, M.A., 2012. Studi Karakteristik Pantai Tanjung Alam Kota Makassar.

- Munandar, F.A., Baeda, A.Y., 2014. Kajian Laju Transpor Sedimen Di Pantai Akkarena. Lab. Teknik Pantai Dan Lingkungan, Universitas Hasanuddin Kampus Teknik Unhas Gowa. Jurnal Lingkar Widya Swara. Prodi Teknik Kelautan Fakultas Teknik.
- Munandar, R.K., Muzahar, Pratomo, A., 2014. Karakteristik Sedimen Di Perairan Desa Tanjung Momong Kecamatan Siantan Kabupaten Kepulauan Anambas.
- Murniasih, S., Sukirno, Irianto, B., 2007. Penentuan Unsur Mayor Dan Minor Dalam Sedimen Sungai Code. Pros. PPI-PDIPTN 166–171.
- Nasution, R., 2003. Teknik Sampling. USU Digit. Libr.
- 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. J. Ilmu Dan Teknol. Kelaut. Trop. 6 No.1, 229–240.
- Panjaitan, D., 2010. Spesialisasi Logam Berat Pb Dan Cr Dengan Metode Ekstraksi Bertahap Dan Migrasinya Dari Sedimen Perairan Teluk Jakarta Menggunakan Metode Diffusive Gradient In Thin Film (DGT). Universitas Indonesia, Depok.
- Priyasidharta, D., 2016. Lumpur Kotori Pantai Pulau Merah, BLH : Itu Akibat Bikin Dam. Tempo.
- Robby, A., Pratomo, A., Muzahar, 2014. Sedimentasi Di Perairan Tepi Laut Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau. FIKP UMRAH.
- Ruswahyuni, 2010. Populasi Dan Keanekaragaman Hewan Makrobenthos Pada Perairan Tertutup Dan Terbuka Di Teluk Awur, Jepara. J. Ilm. Perikan. Dan Kelaut. 2 No.1.
- Sartika, R.A., Widada, S., Rochaddi, B., 2014. Kajian Pola Sebaran Di Perairan Pantai Sigandu Batang. J. Oseanografi 3, 462–469.
- Sembiring, A.E., Mananoma, T., Halim, F., Wuisan, E.M., 2014. Analisis Sedimentasi Di Muara Sungai Panasen. J. SIPIL STATIK 2.
- Setiawan, I., 2013. Studi Pendahuluan Klasifikasi Ukuran Butir Sedimen Di Danau Laut Tawar, Takengon, Kabupaten Aceh Tengah, Provinsi Aceh. Depik 2.
- Simatupang, C.M., Surbakti, H., Agussalim, A., 2016. Analisis Data Arus Di Perairan Muara Sungai Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. Maspari J. 8, 15–24.
- Solihuddin, T., 2011. Karakteristik Pantai Dan Proses Abrasi Di Pesisir Padang Pariaman, Sumatera Barat. Globe 13 No 2, 112–120.
- Triatmodjo, B., 1999. Teknik Pantai, Kedua. Ed. Beta Offset, Yogyakarta.

Tyas, D.W., Dibyosaputro, S., 2012. Pengaruh Morfodinamika Pantai Glagah, Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta Terhadap Keselamatan Pengunjung Pantai. Yogyakarta.

Widjojo, J.B., Others, 2010. Transportasi Sedimen Oleh Kombinasi Aliran Permanen Beraturan Dan Gelombang Seragam. Media Tek. Sipil 10, 1–6.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Dokumentasi penelitian di lapang



Penentuan titik pengukuran arus



Kompas yang berfungsi untuk menentukan arah dalam pengambilan data gelombang



Alat meteran yang berfungsi untuk mengukur jarak dari bibir pantai ke tempat pengambilan data gelombang, arus dan sedimen



Pengambilan data kemiringan pantai

## Lampiran 2. Dokumentasi penelitian di laboratorium



Pembagian sedimen berdasarkan stasiun



Proses penimbangan sedimen



Proses pengeringan sampel sedimen



Alat shieve shaker yang berfungsi untuk mengayak sampel sedimen pasir



Pembersihan sampel sedimen setelah dikeringkan



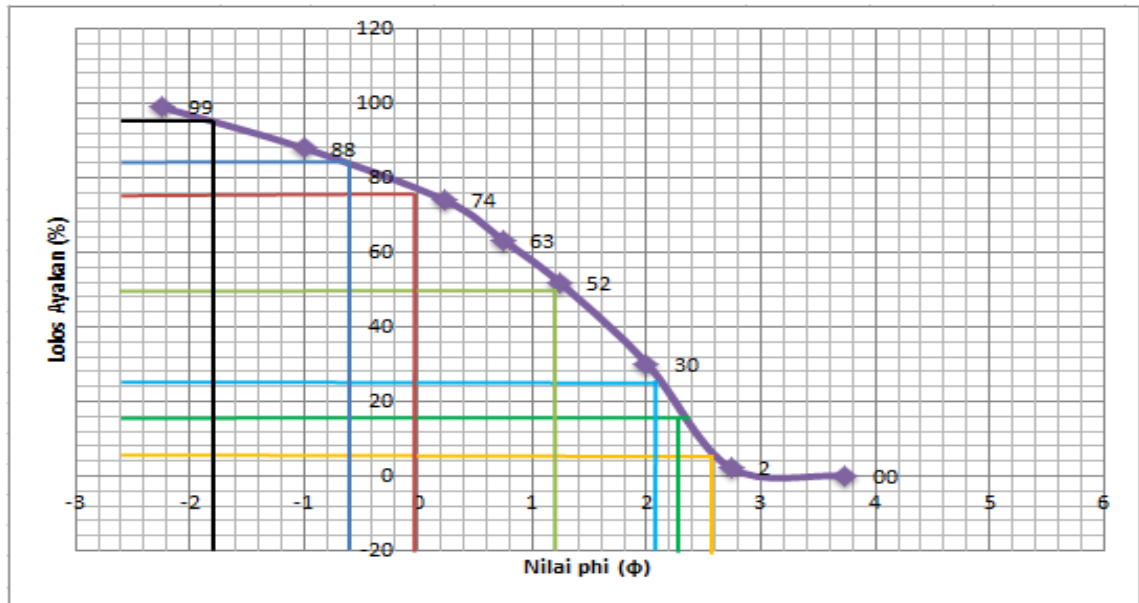
Proses pengayakan sedimen

Lampiran 3. Hasil persentase ukuran butir sedimen di semua stasiun

Stasiun	Berat Sedimen (gr)	Persentase Berdasarkan Ukuran Diameter Sedimen (%)						
		Kerikil	Pasir Sangat Kasar	Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Halus	Pasir Sangat Halus	Lanau
		> 2 mm	1-2 mm	0.5-1 mm	0.25-5 mm	0.125-0.25 mm	0.0625-0.125 mm	< 0.0625 mm
1	500	1	11	14.6	33.2	38	2.2	0
2	500	2	2	14.2	29.8	40.4	11.8	0
3	500	6	13	19	18	39	5.4	0
4	500	5	17	32.20	37.20	6.00	3.80	0.00
5	500	4	19	2.8	17.00	56.60	1.40	0.00
6	500	6	20.6	54	14.20	3.40	2.00	0.00
7	500	5	15	29.80	38.20	8.60	4.20	0.00
8	500	4	8	11.8	28.2	45.4	2.60	0.00
9	500	5.8	10	34.4	47.2	1.4	1	0
10	500	2.2	5.8	11	30.2	42.4	8.2	0
11	500	0.60	1.80	3.00	0.80	48.60	44.80	0.00
12	500	0	3.6	3	11	46.9	35.6	0
13	500	1.00	1.00	2.00	17.40	45.50	33.50	0.00
14	500	0	0.2	1.4	34.80	41.60	21.40	1.00
rata rata		3.04	9.17	16.63	25.51	33.13	12.71	0.61

Lampiran 4. Hasil perhitungan grafik phi

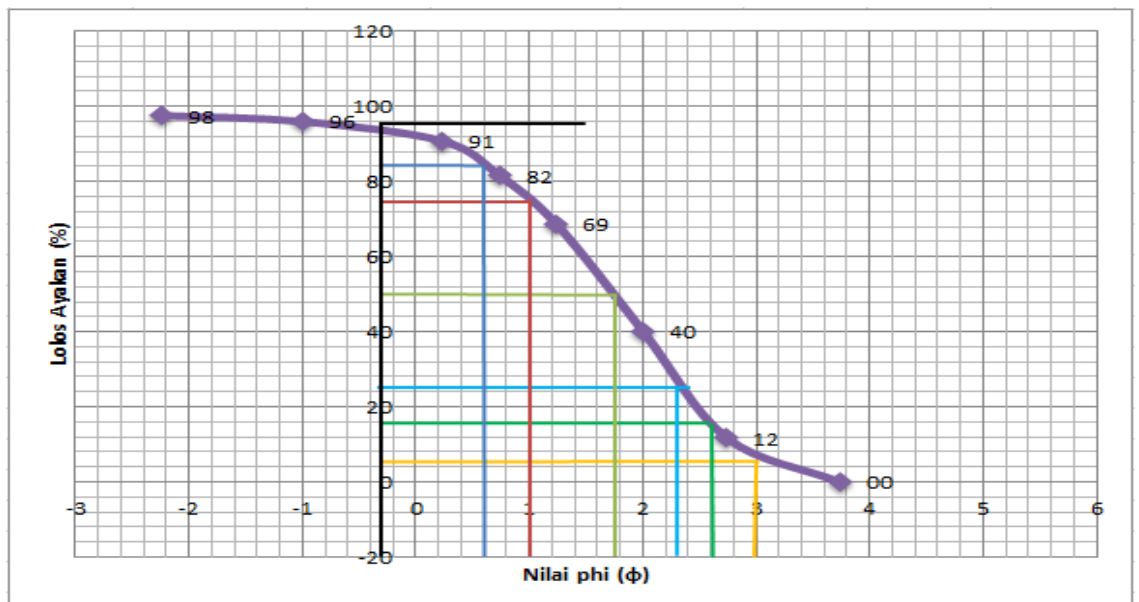
1. Stasiun 1



Phi (Titik 1)

$\phi 5$	$\phi 16$	$\phi 25$	$\phi 50$	$\phi 75$	$\phi 84$	$\phi 95$
2.6	2.3	2.1	1.2	0	-0.6	-1.8

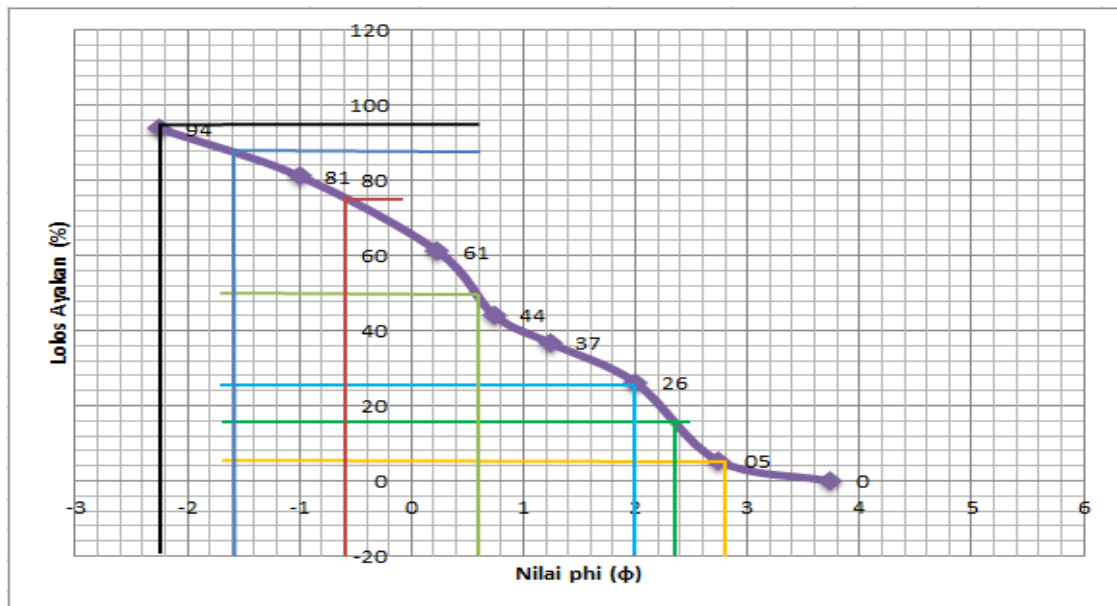
2. Stasiun 2



Phi (Titik 2)

$\phi 5$	$\phi 16$	$\phi 25$	$\phi 50$	$\phi 75$	$\phi 84$	$\phi 95$
3	2.6	2.3	1.8	1	0.6	-0.3

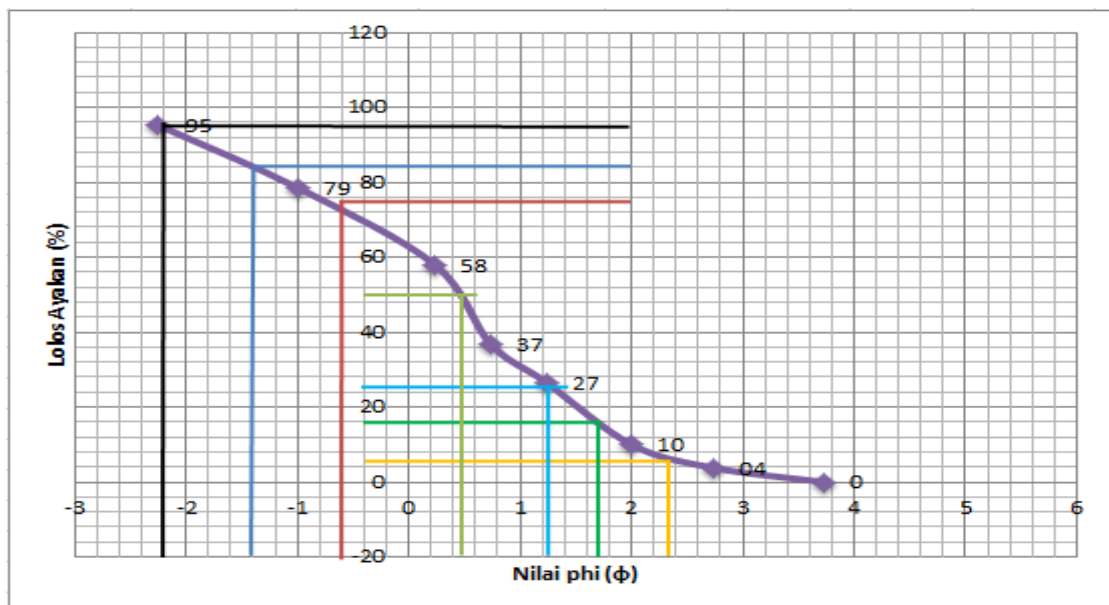
### 3. Stasiun 3



Phi (Titik 3)

$\phi 5$	$\phi 16$	$\phi 25$	$\phi 50$	$\phi 75$	$\phi 84$	$\phi 95$
2.8	2.3	2	0.6	-0.6	-1.6	-2.2

### 4. Stasiun 4

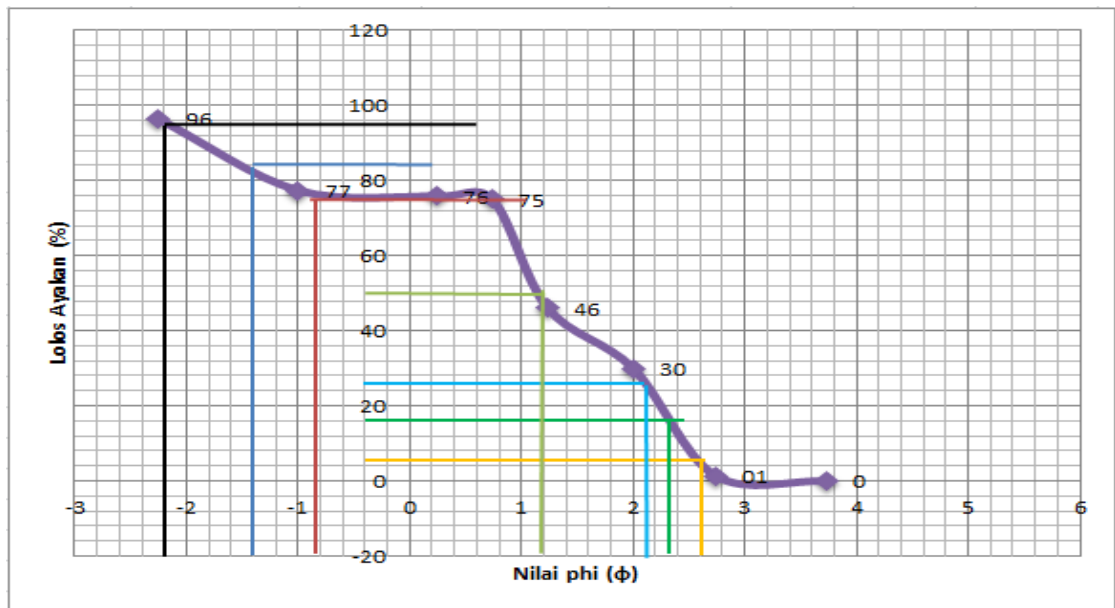


Phi (Titik 4)

$\phi 5$	$\phi 16$	$\phi 25$	$\phi 50$	$\phi 75$	$\phi 84$	$\phi 95$
2.3	1.7	1.3	0.5	-0.6	-1.4	-2.2



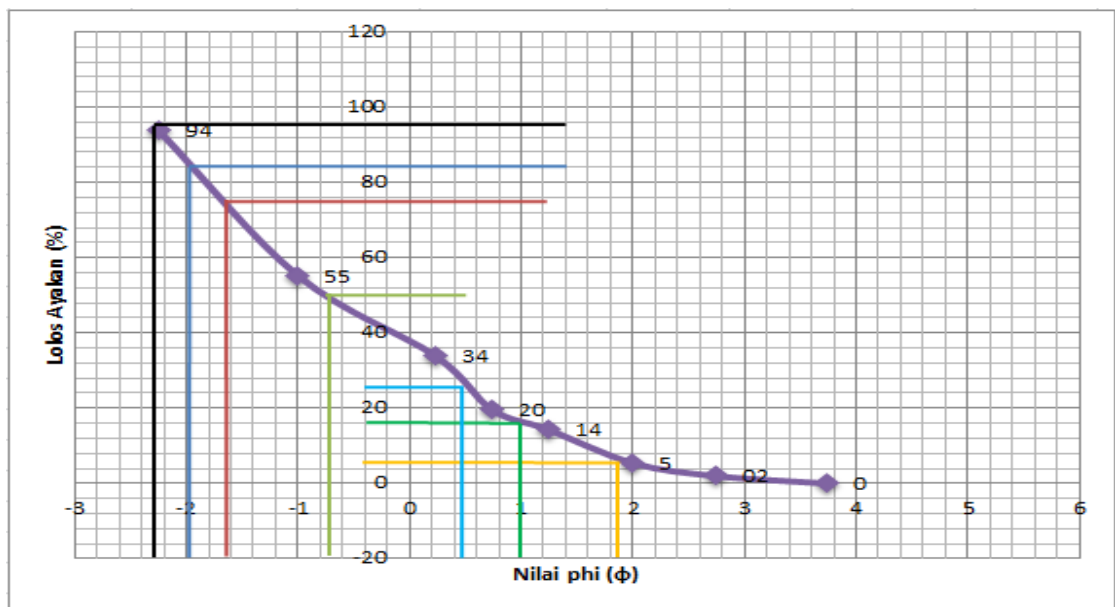
5. Stasiun 5



Phi (Titik 5)

$\phi$ 5	$\phi$ 16	$\phi$ 25	$\phi$ 50	$\phi$ 75	$\phi$ 84	$\phi$ 95
2.6	2.3	2.1	1.2	-0.8	-1.4	-2.2

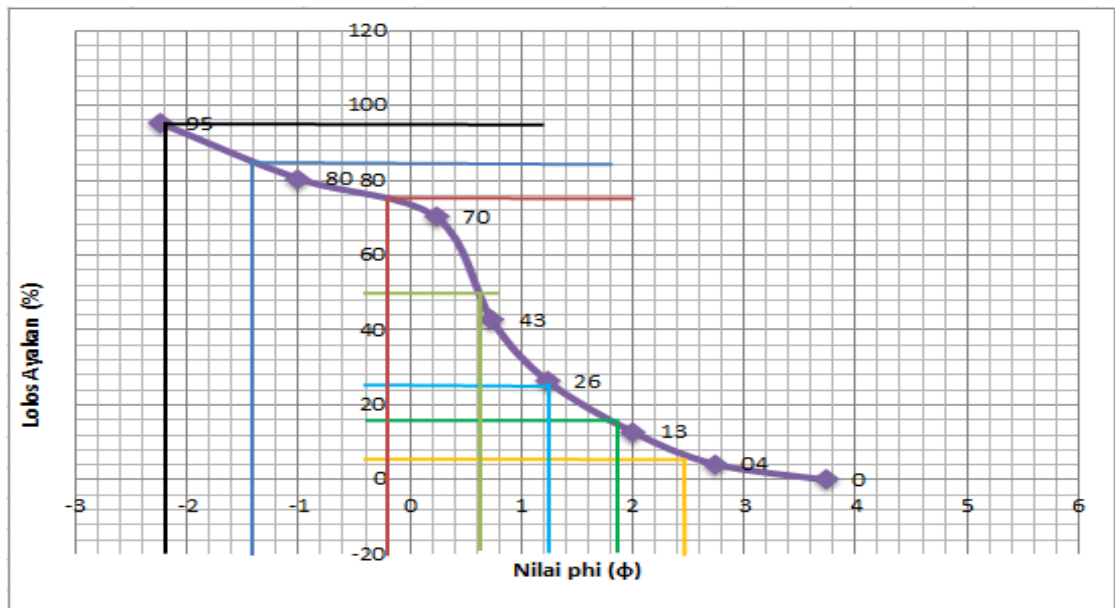
6. Stasiun 6



Phi (Titik 6)

$\phi$ 5	$\phi$ 16	$\phi$ 25	$\phi$ 50	$\phi$ 75	$\phi$ 84	$\phi$ 95
1.9	1	0.5	-0.7	-1.7	-2	-2.3

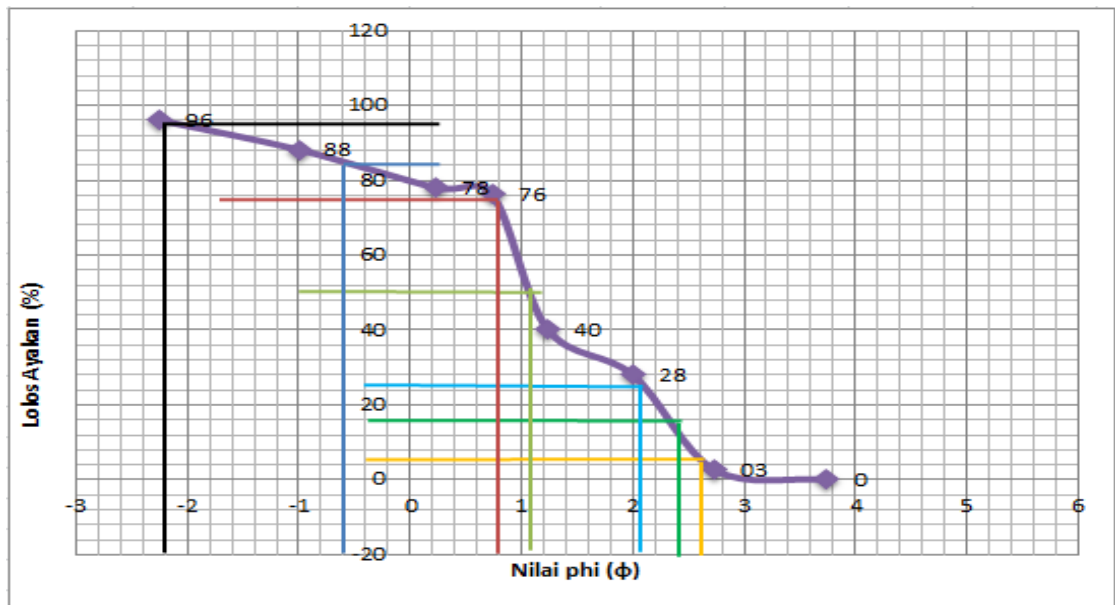
7. Stasiun 7



Phi (Titik 7)

φ5	φ16	φ25	φ50	φ75	φ84	φ95
2.5	1.9	1.3	0.8	-0.2	-1.4	-2.2

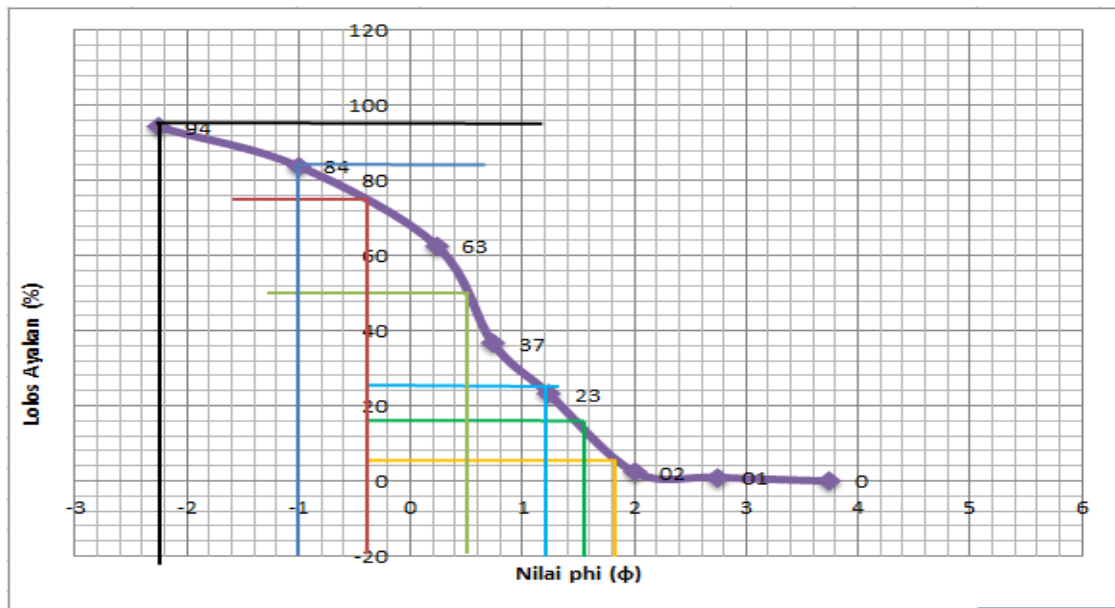
8. Stasiun 8



Phi (Titik 8)

φ5	φ16	φ25	φ50	φ75	φ84	φ95
2.6	2.4	2.1	1.1	0.8	-0.6	-2.2

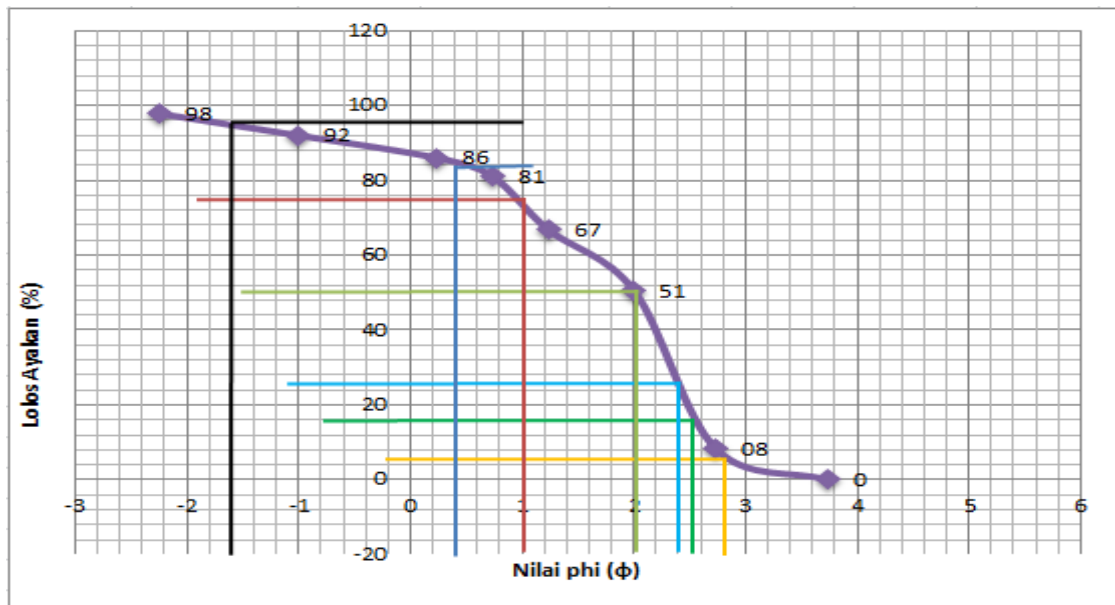
9. Stasiun 9



Phi (Titik 9)

φ5	φ16	φ25	φ50	φ75	φ84	φ95
1.8	1.6	1.2	0.5	-0.4	-1	-2.3

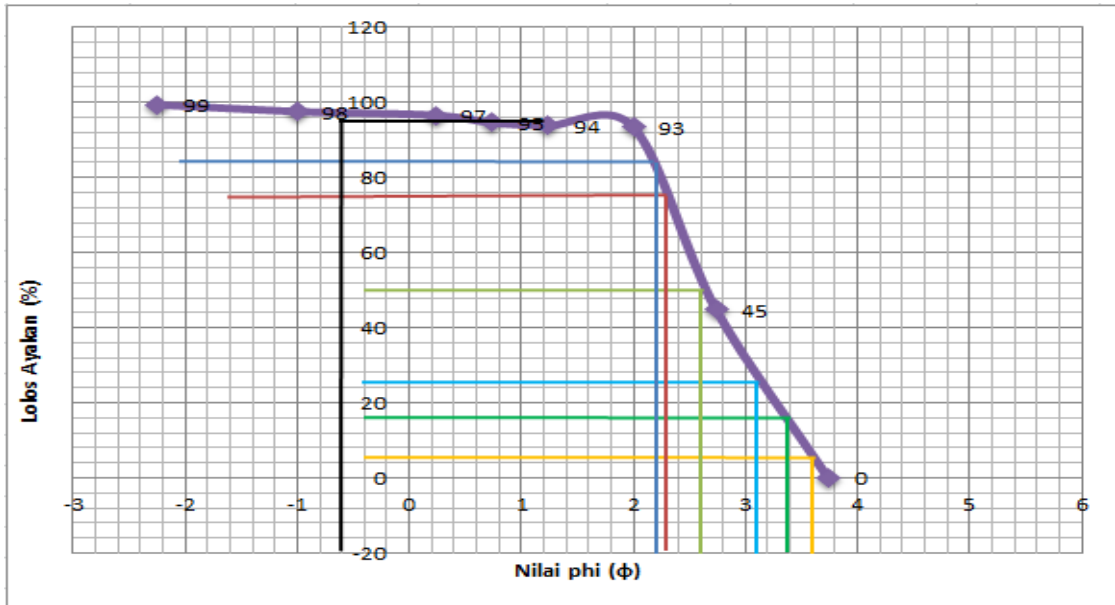
10. Stasiun 10



Phi (Titik 10)

φ5	φ16	φ25	φ50	φ75	φ84	φ95
2.8	2.5	2.4	2	1	0.2	-1.6

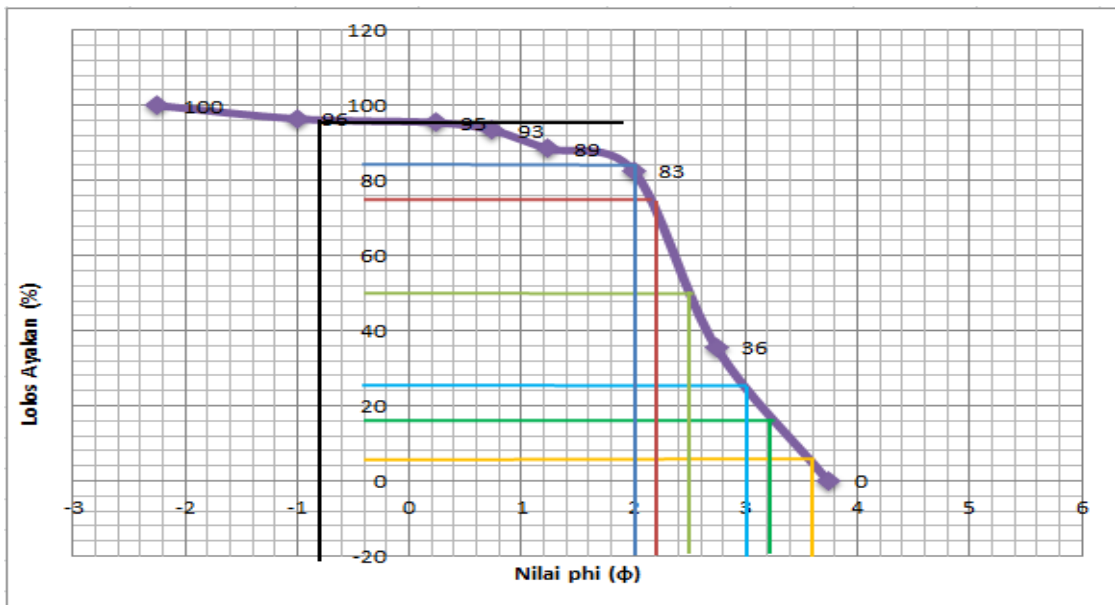
### 11. Stasiun 11



Phi (Titik 11)

φ5	φ16	φ25	φ50	φ75	φ84	φ95
3.6	3.4	3.1	2.6	2.3	2.2	-0.6

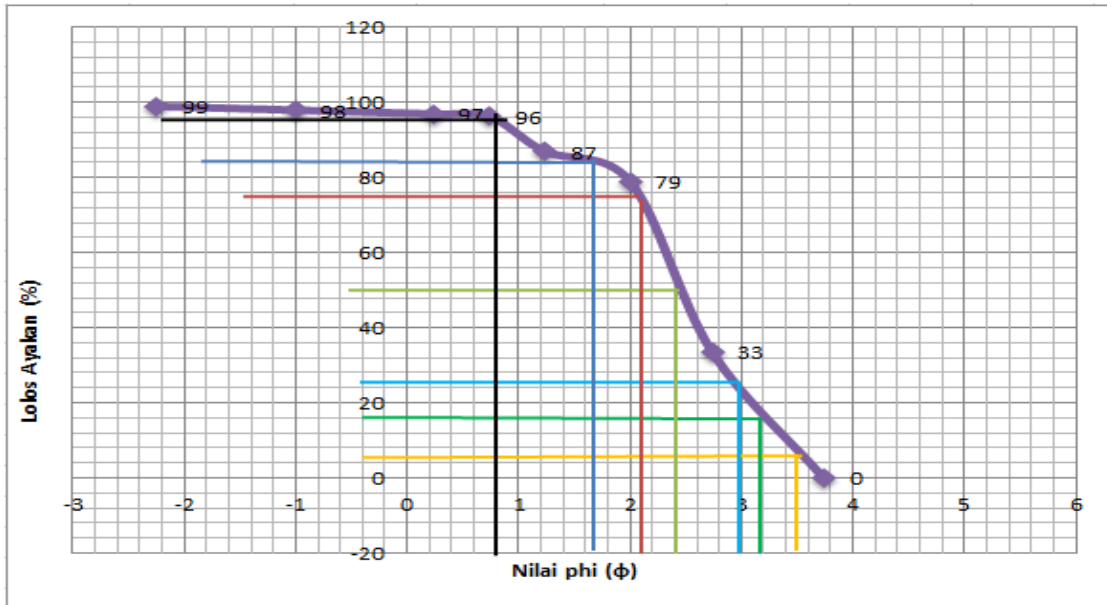
### 12. Stasiun 12



Phi (Titik 12)

φ5	φ16	φ25	φ50	φ75	φ84	φ95
3.6	3.2	3	2.5	2.2	2	-0.8

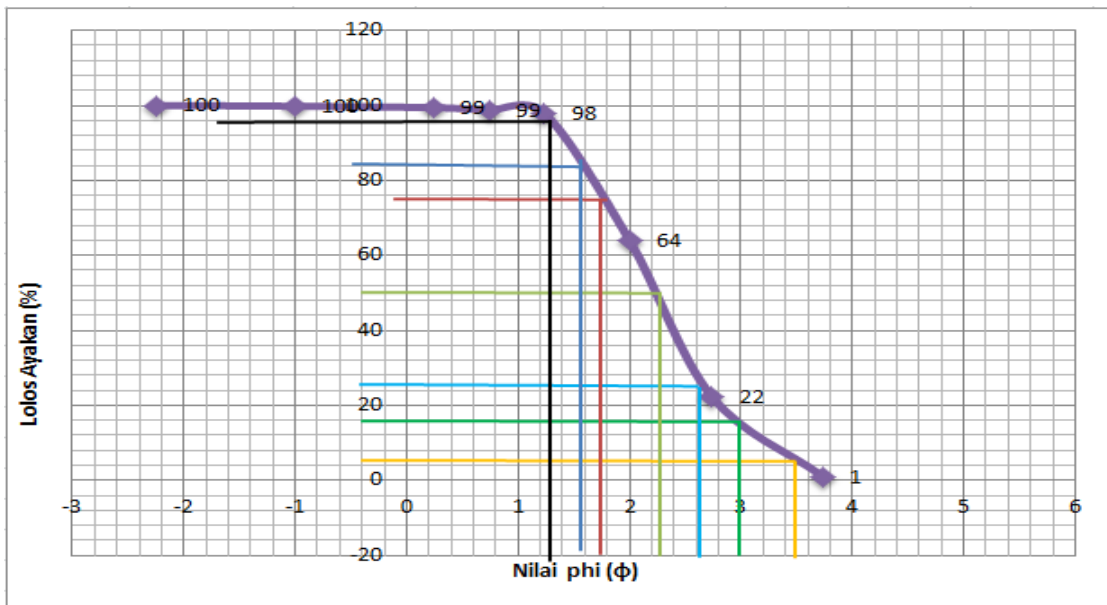
13. Stasiun 13



Phi (Titik 13)

φ5	φ16	φ25	φ50	φ75	φ84	φ95
3.5	3.2	3	2.4	2.1	1.7	0.8

14. Stasiun 14



Phi (Titik 14)

φ5	φ16	φ25	φ50	φ75	φ84	φ95
3.5	3	2.7	2.3	1.8	1.6	1.3

Lampiran 5. Tabel hasil perhitungan statistik sedimen

stasiun	parameter statistik sedimen							
	mean		sorting		skewness		kurtosis	
	phi	mm	phi	mm	phi	mm	phi	mm
1	0.97	0.51	-1.39	2.62	0.3	0.81	0.86	0.55
2	1.67	0.31	-1	2	0.24	0.85	1.04	0.49
3	0.43	0.74	-1.73	3.32	0.12	0.92	0.79	0.58
4	0.27	0.83	-1.46	2.75	0.21	0.86	0.97	0.51
5	0.7	0.62	-1.65	3.14	0.41	0.75	0.68	0.62
6	-0.57	1.48	-1.39	2.61	-0.19	1.14	0.78	0.58
7	0.43	0.74	-1.54	2.9	0.3	0.81	1.28	0.41
8	0.97	0.51	-1.48	2.78	0.25	0.84	1.51	0.35
9	0.37	0.78	-1.27	2.41	0.26	0.84	1.05	0.48
10	1.57	0.34	-1.24	2.36	0.6	0.66	1.29	0.41
11	2.73	0.15	-0.94	1.91	0.1	0.94	2.15	0.23
12	2.57	0.17	-0.97	1.95	0.17	0.89	2.25	0.21
13	2.43	0.19	-0.78	1.72	0.06	0.96	1.23	0.43
14	2.3	0.2	-0.68	1.61	-0.05	1.03	1	0.5
min	-0.57	0.15	-1.73	1.61	-0.19	0.66	0.68	0.21
max	2.73	1.48	-0.68	3.32	0.60	1.14	2.25	0.62

Lampiran 6. Prosentase Fraksi Sedimen

1. Stasiun 1

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran			Kerikil	Pasir	Lanau
4	4.75	5	kerikil	1.0		
10	2	55	pasir sangat kasar		99.0	
20	0.85	70	pasir kasar			
30	0.6	53				
40	0.425	57	pasir sedang			
60	0.25	109				
100	0.15	140	pasir halus			
200	0.075	11	pasir sangat halus			
Pan	<0,075	0	lanau		0.0	
		500				

2. Stasiun 2

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran			Kerikil	Pasir	Lanau
4	4.75	12	kerikil	2		
10	2	8	pasir sangat kasar		97.6	
20	0.85	26	pasir kasar			
30	0.6	46				
40	0.425	64	pasir sedang			
60	0.25	143				
100	0.15	142	pasir halus			
200	0.075	59	pasir sangat halus			
Pan	<0,075	0	lanau		0.0	
		500				

3. Stasiun 3

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran			Kerikil	Pasir	Lanau
4	4.75	31	kerikil	6.2		
10	2	63	pasir sangat kasar		93.8	
20	0.85	100	pasir kasar			
30	0.6	85				
40	0.425	37	pasir sedang			
60	0.25	53				
100	0.15	104	pasir halus			
200	0.075	27	pasir sangat halus			
Pan	<0,075	0	lanau		0.0	
		500				

4. Stasiun 4

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran			Kerikil	Pasir	Lanau
4	4.75	24	kerikil	4.8		
10	2	83	pasir sangat kasar		95.2	
20	0.85	103	pasir kasar			
30	0.6	106				
40	0.425	51	pasir sedang			
60	0.25	83				
100	0.15	31	pasir halus			
200	0.075	19	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	0	lanau			
		500				

5. Stasiun 5

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran			Kerikil	Pasir	Lanau
4	4.75	18	kerikil	3.6		
10	2	95	pasir sangat kasar		95.4	
20	0.85	8	pasir kasar			
30	0.6	4				
40	0.425	145	pasir sedang			
60	0.25	80				
100	0.15	143	pasir halus			
200	0.075	7	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	0	lanau			0.0
		500				

6. Stasiun 6

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran			Kerikil	Pasir	Lanau
4	4.75	31	kerikil	6		
10	2	193	pasir sangat kasar		93.8	
20	0.85	107	pasir kasar			
30	0.6	71				
40	0.425	26	pasir sedang			
60	0.25	45				
100	0.15	17	pasir halus			
200	0.075	10	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	0	lanau			0.0
		500				



7. Stasiun 7

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran			Kerikil	Pasir	Lanau
4	4.75	23	kerikil	5		
10	2	75	pasir sangat kasar		95.4	
20	0.85	51	pasir kasar			
30	0.6	138				
40	0.425	81	pasir sedang			
60	0.25	68				
100	0.15	43	pasir halus			
200	0.075	21	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	0	lanau			0.0
		500				

8. Stasiun 8

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran			Kerikil	Pasir	Lanau
4	4.75	20	kerikil	4		
10	2	39	pasir sangat kasar		96.0	
20	0.85	51	pasir kasar			
30	0.6	9				
40	0.425	180	pasir sedang			
60	0.25	61				
100	0.15	127	pasir halus			
200	0.075	13	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	0	lanau			0.0
		500				

9. Stasiun 9

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran			Kerikil	Pasir	Lanau
4	4.75	29	kerikil	5.8		
10	2	52	pasir sangat kasar		94.2	
20	0.85	106	pasir kasar			
30	0.6	130				
40	0.425	67	pasir sedang			
60	0.25	104				
100	0.15	7	pasir halus			
200	0.075	5	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	0	lanau			0.0
		500				

10. Stasiun 10

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran			Kerikil	Pasir	Lanau
4	4.75	11	kerikil	2.2		
10	2	29	pasir sangat kasar			
20	0.85	30	pasir kasar			
30	0.6	25				
40	0.425	71	pasir sedang			
60	0.25	81				
100	0.15	212	pasir halus			
200	0.075	41	pasir sangat halus		97.8	
Pan	< 0,075	0	lanau			0.0
		500				

11. Stasiun 11

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran			Kerikil	Pasir	Lanau
4	4.75	3	kerikil	0.6		
10	2	9	pasir sangat kasar			
20	0.85	5	pasir kasar			
30	0.6	10				
40	0.425	4	pasir sedang			
60	0.25	2				
100	0.15	243	pasir halus			
200	0.075	224	pasir sangat halus		99.4	
Pan	< 0,075	0	lanau			0.0
		500				

12. Stasiun 12

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran			Kerikil	Pasir	Lanau
4	4.75	0	kerikil	0.0		
10	2	18	pasir sangat kasar			
20	0.85	5	pasir kasar			
30	0.6	10				
40	0.425	25	pasir sedang			
60	0.25	30				
100	0.15	237	pasir halus			
200	0.075	180	pasir sangat halus		100.0	
Pan	< 0,075	0	lanau			0.0
		505				

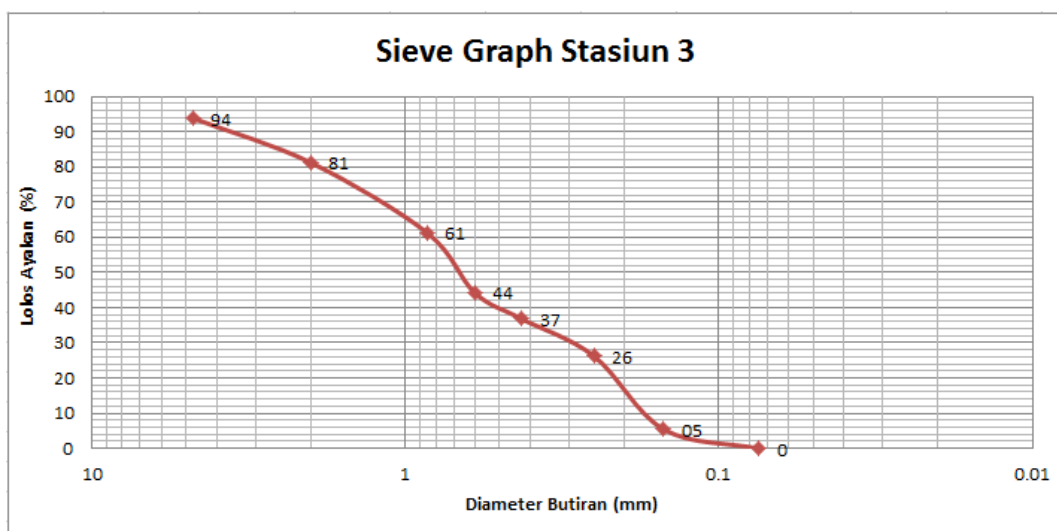
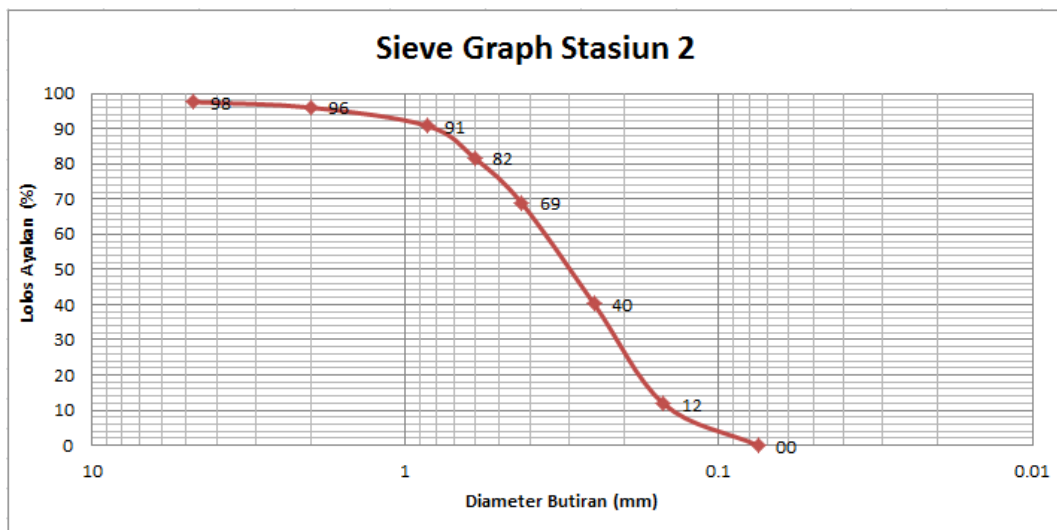
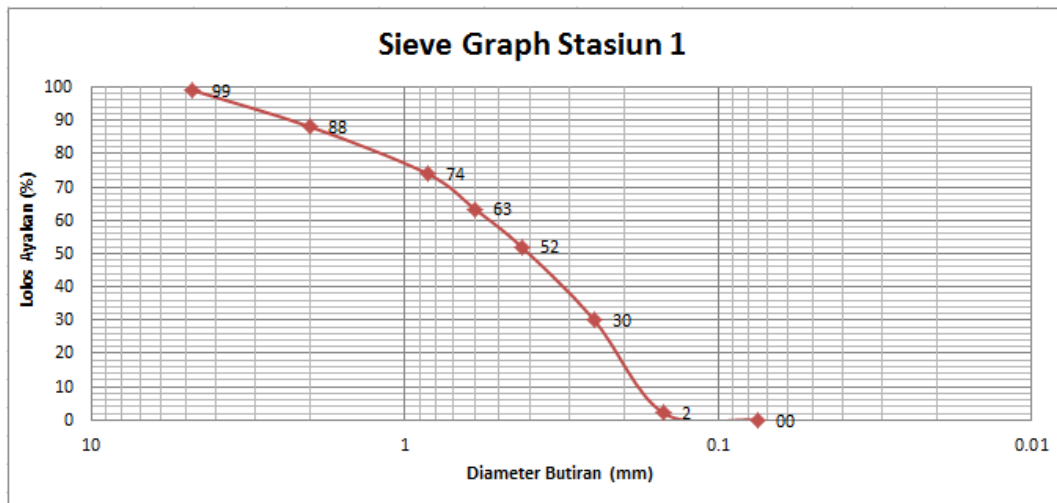
13. Stasiun 13

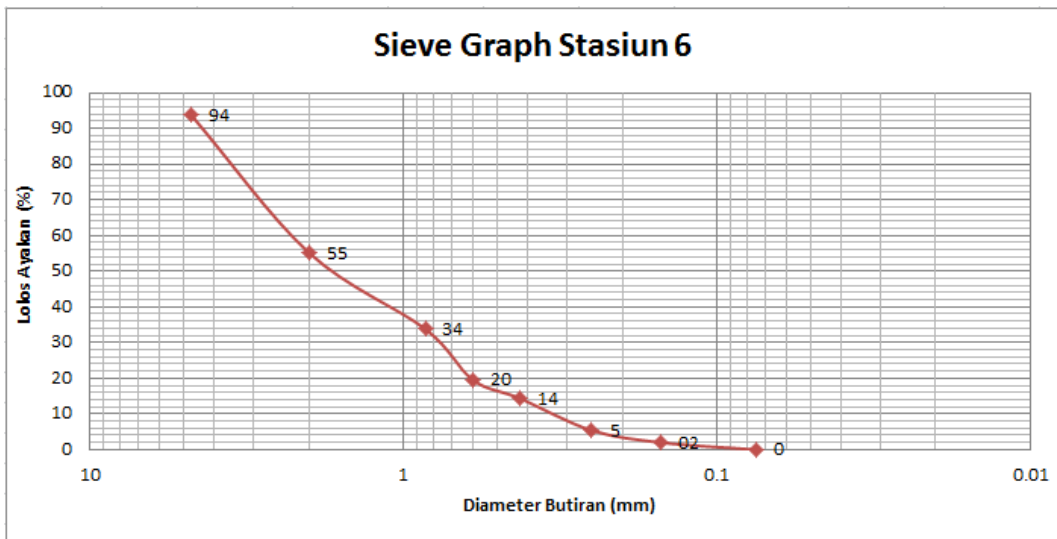
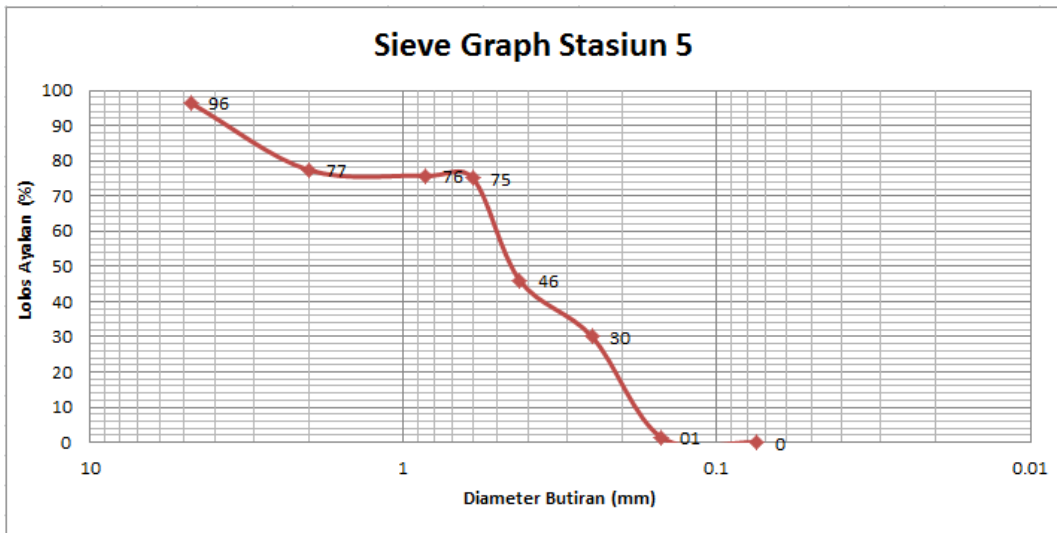
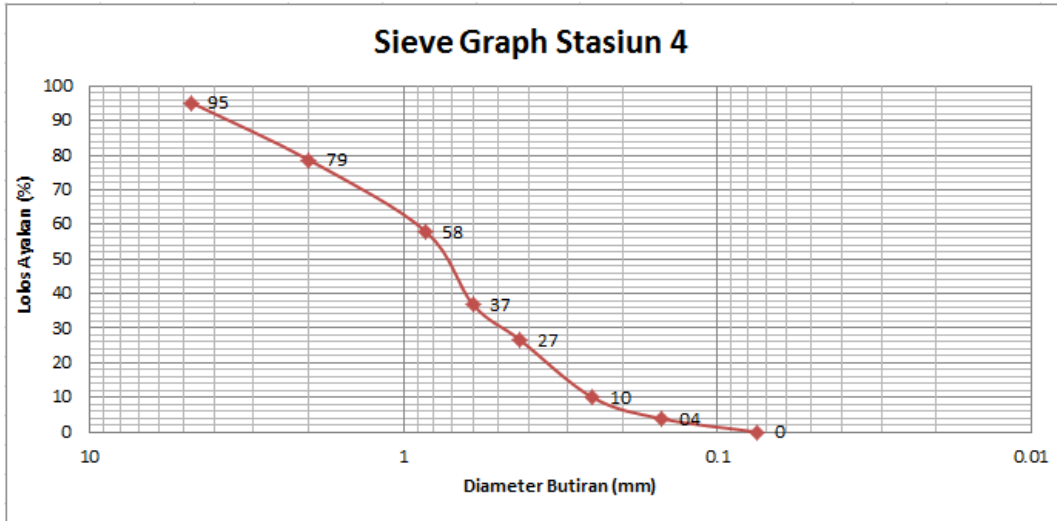
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran			Kerikil	Pasir	Lanau
4	4.75	5	kerikil	1.0		
10	2	5	pasir sangat kasar		99.0	
20	0.85	5	pasir kasar			
30	0.6	3				
40	0.425	46	pasir sedang			
60	0.25	39				
100	0.15	223	pasir halus			
200	0.075	164	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	0	lanau		0.0	
		490				

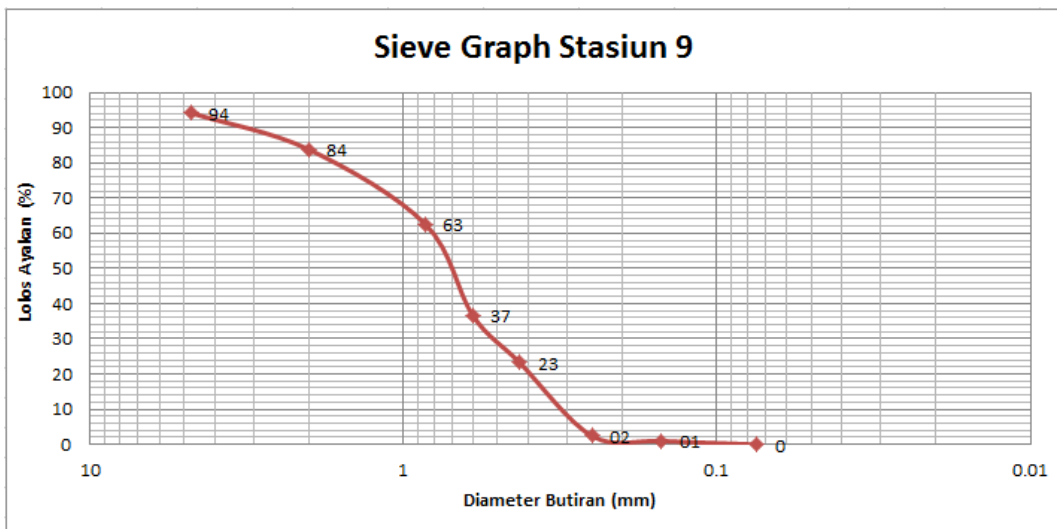
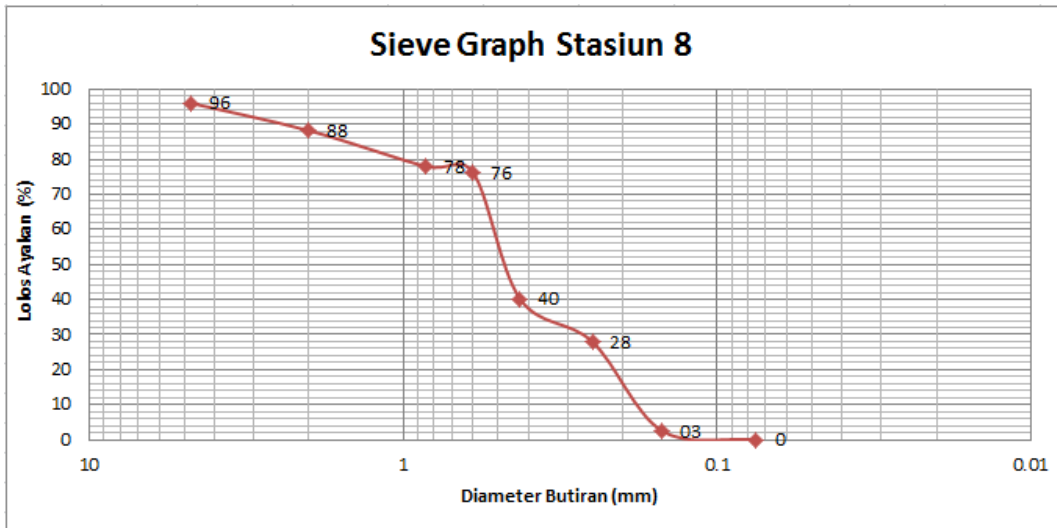
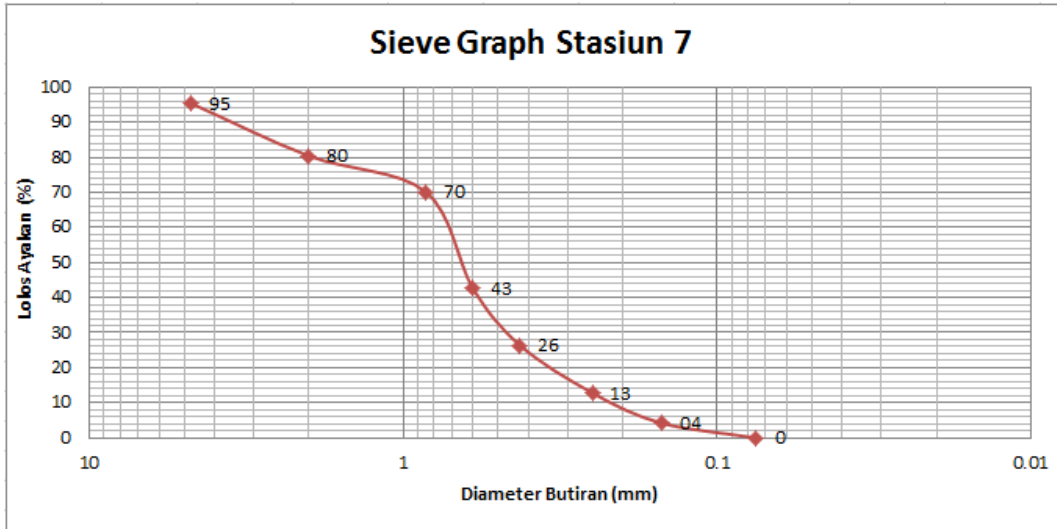
14. Stasiun 14

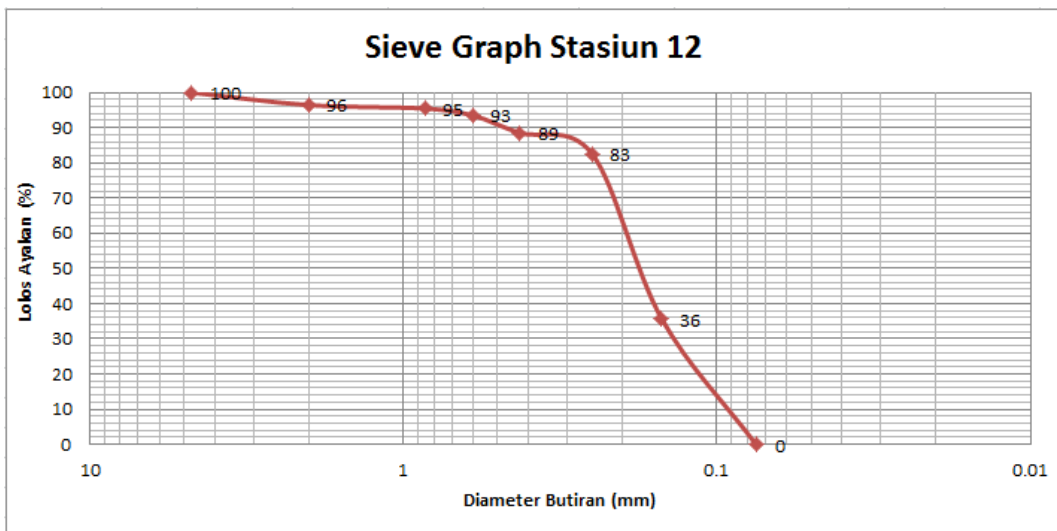
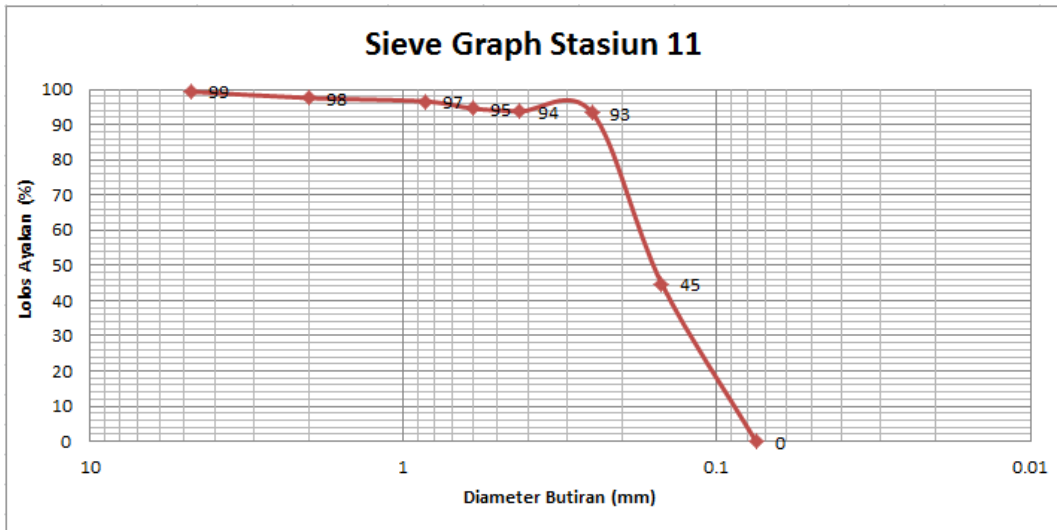
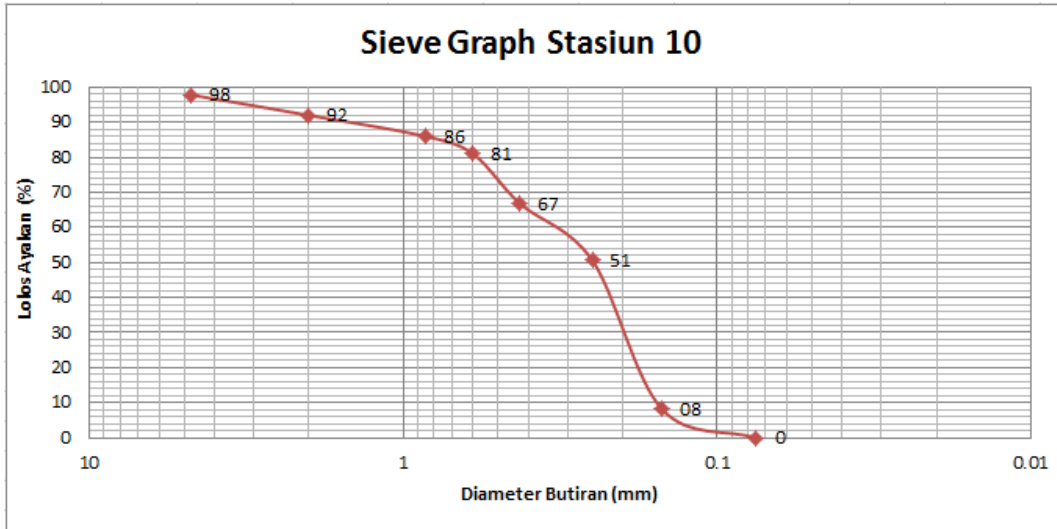
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran			Kerikil	Pasir	Lanau
4	4.75	0	kerikil	0.0		
10	2	1	pasir sangat kasar		99.0	
20	0.85	2	pasir kasar			
30	0.6	3				
40	0.425	4	pasir sedang			
60	0.25	170				
100	0.15	208	pasir halus			
200	0.075	107	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	5	lanau		1.0	
		500				

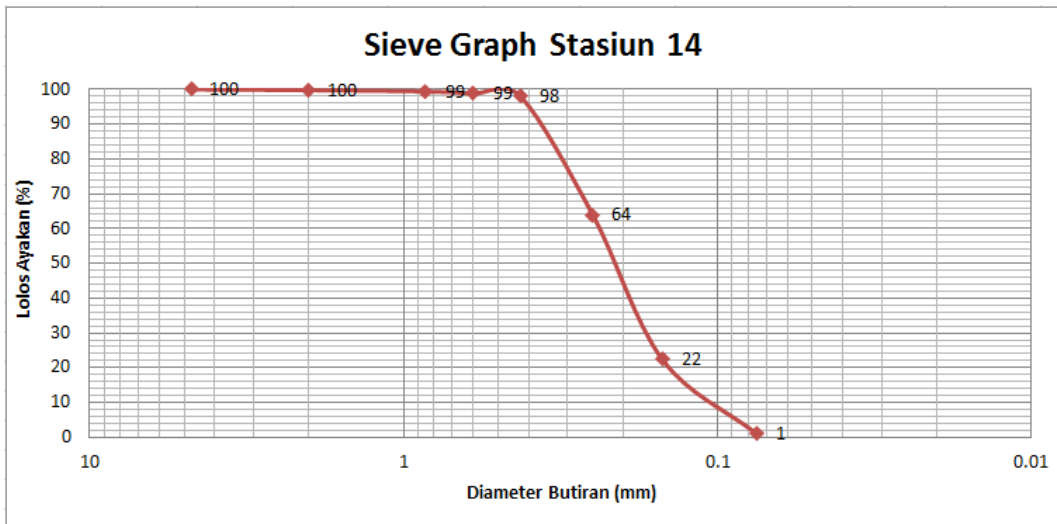
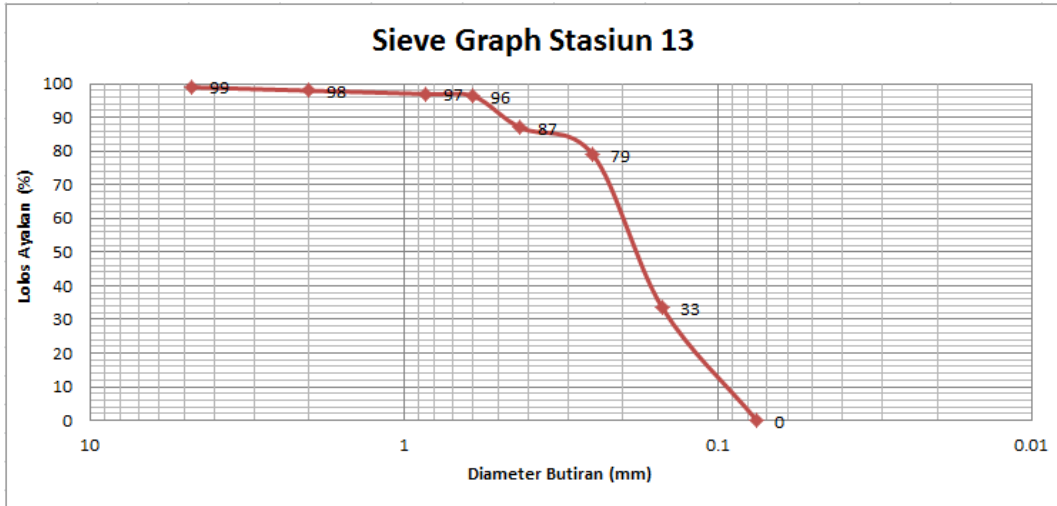
Lampiran 7. Sieve Graph





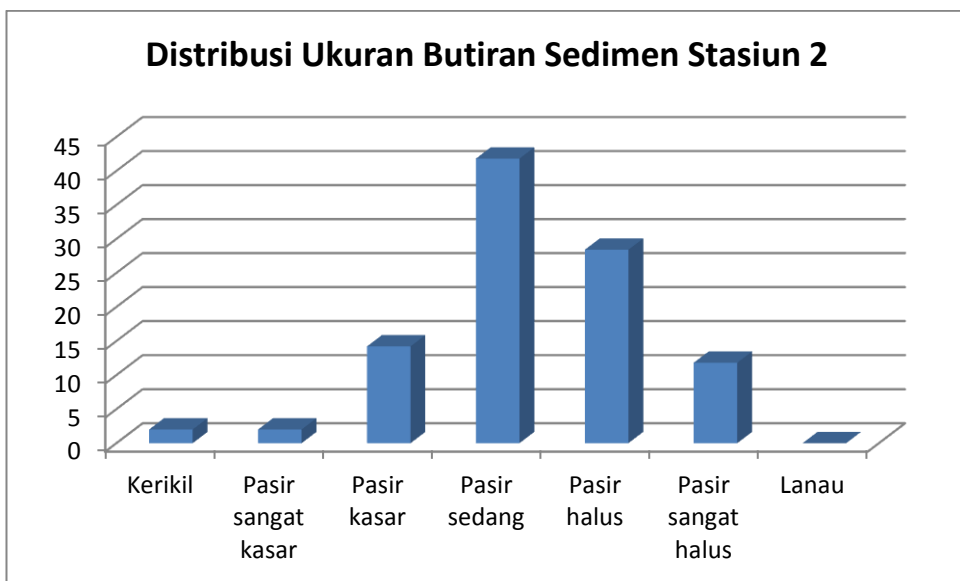
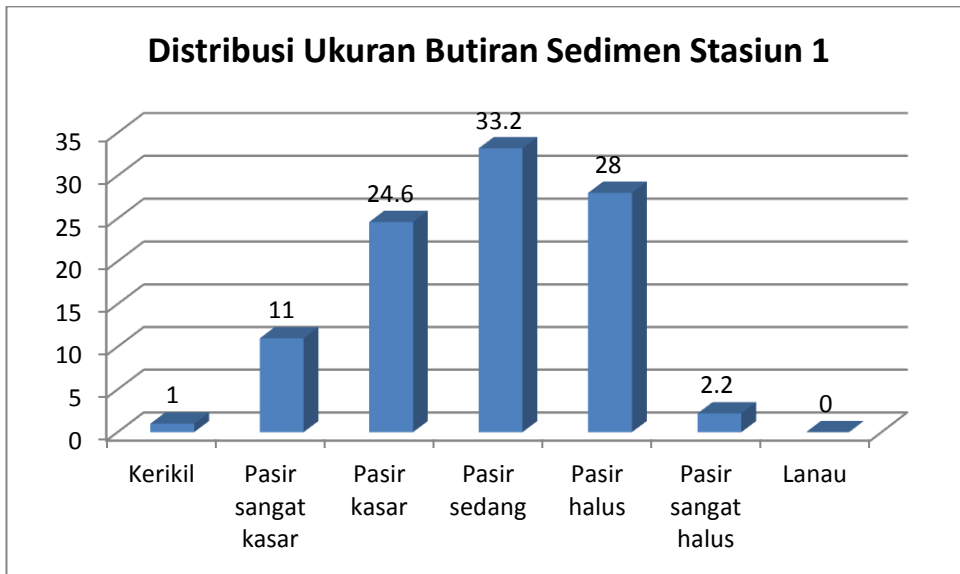




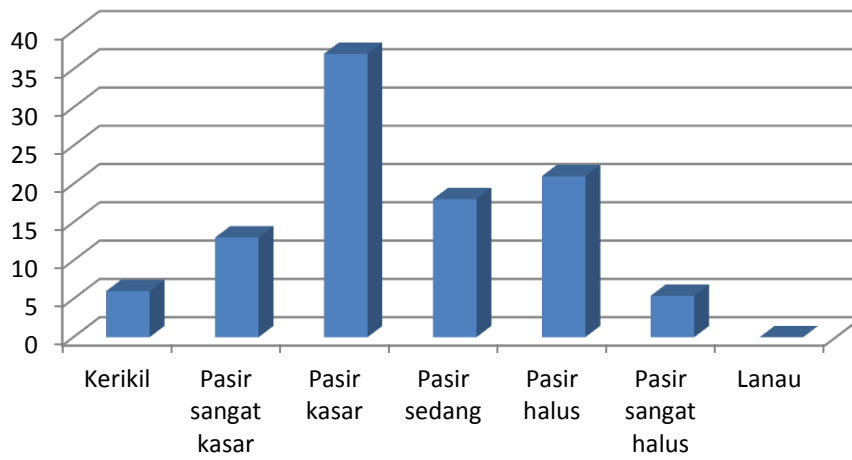




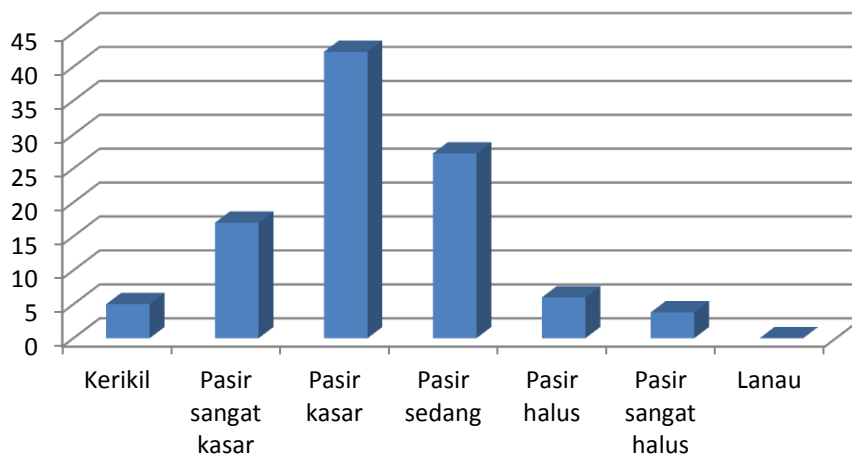
Lampiran 8. Distribusi ukuran butiran sedimen



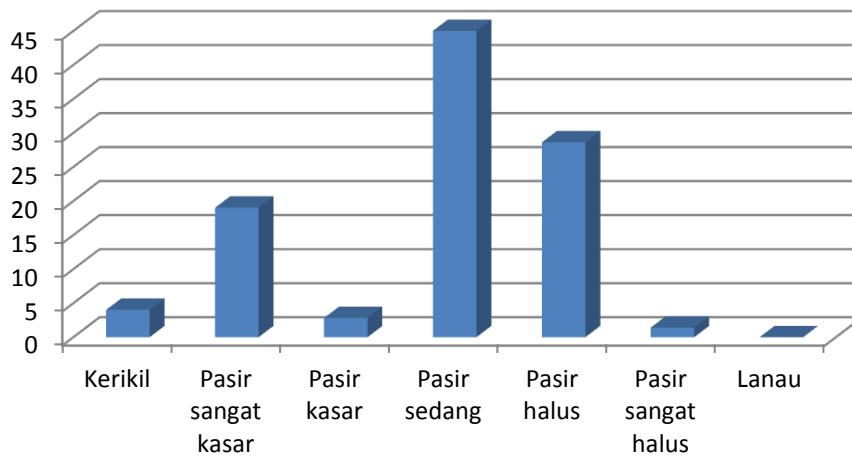
**Distribusi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 3**



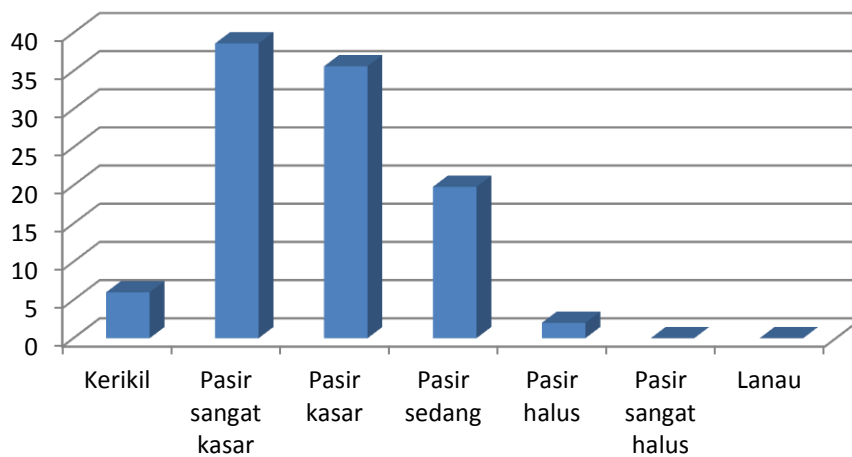
**Distribusi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 4**



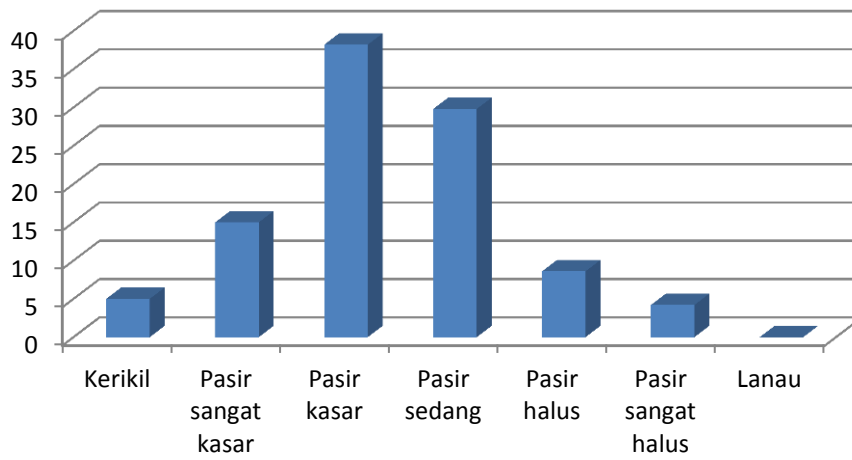
**Distribusi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 5**



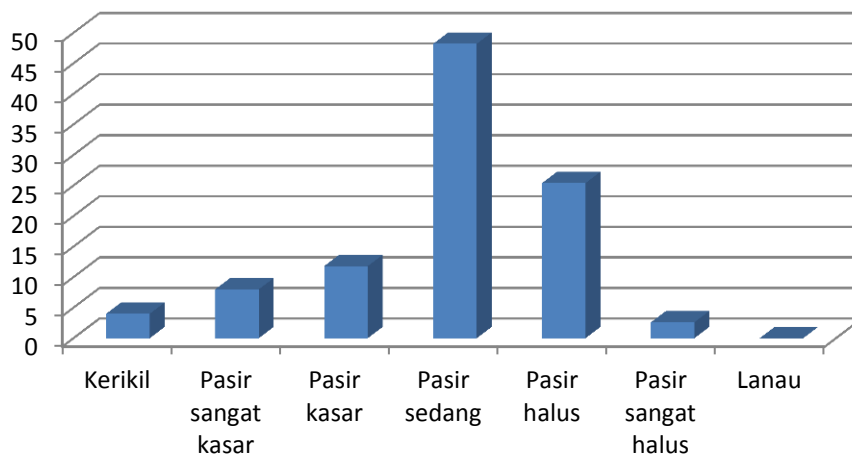
**Distribusi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 6**



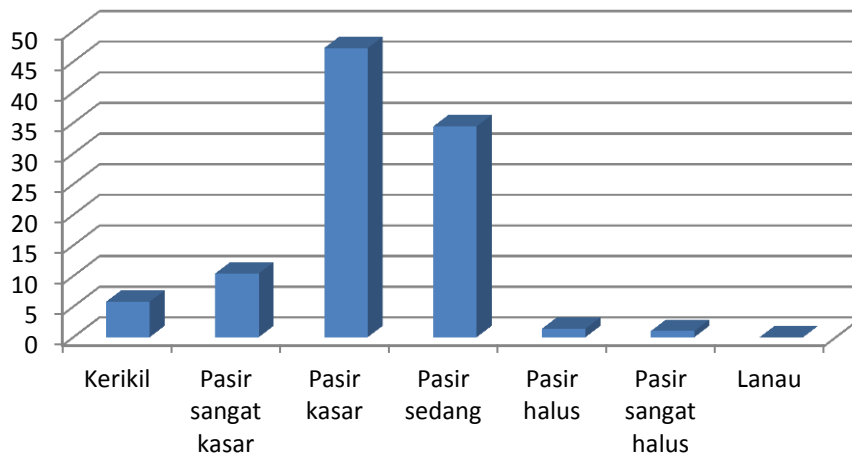
**Distribusi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 7**



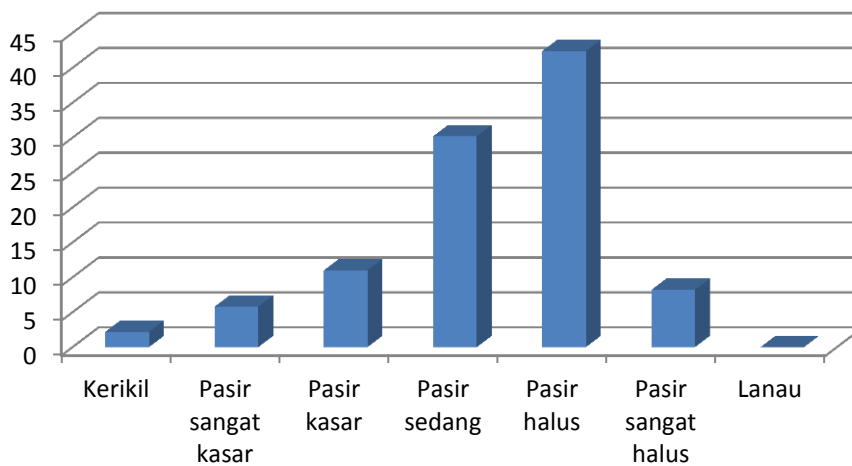
**Distribusi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 8**



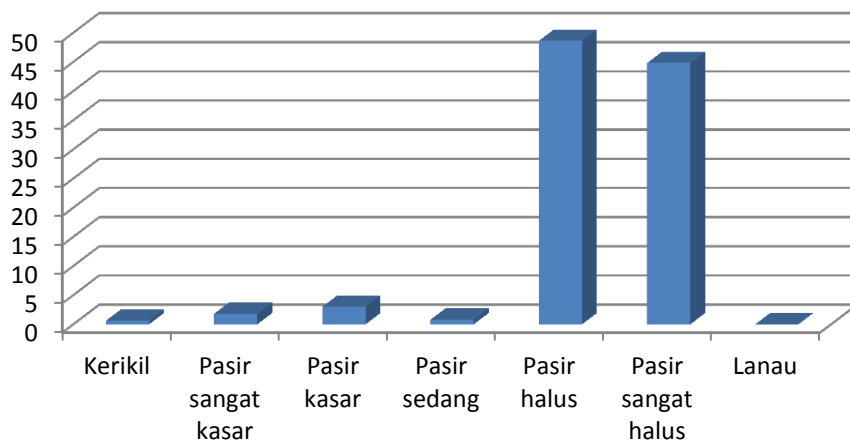
**Distribusi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 9**



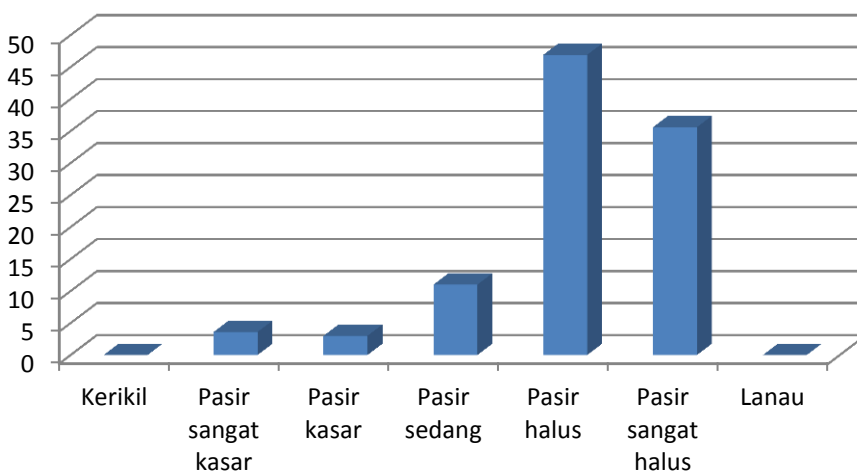
**Distribusi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 10**



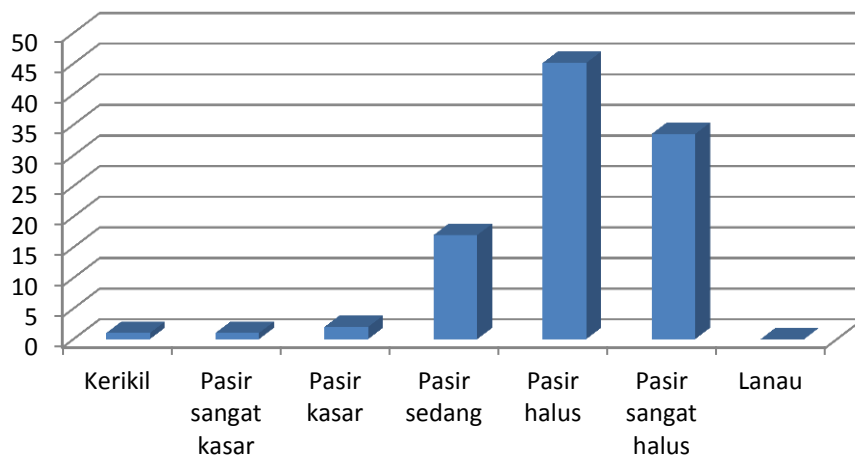
**Distribusi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 11**



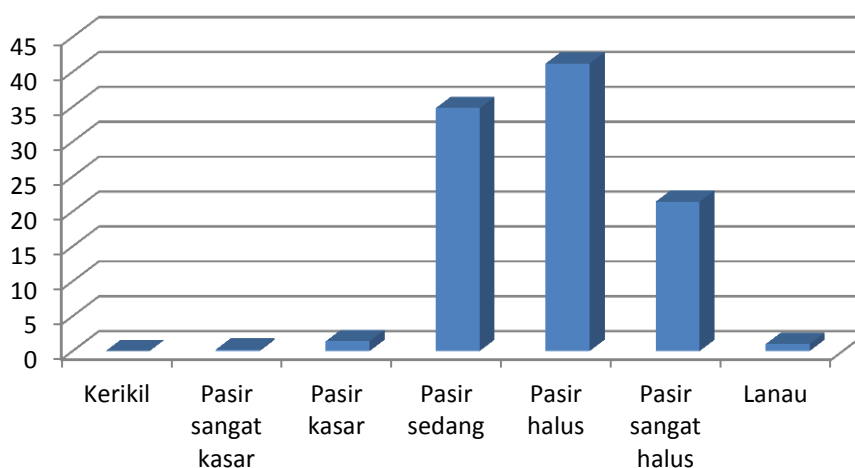
**Distribusi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 12**



**Distribusi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 13**

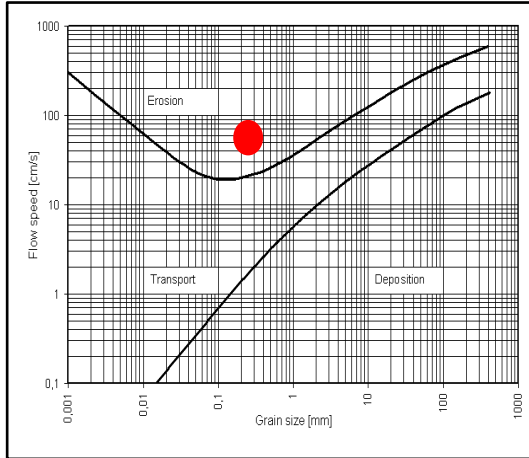


**Distribusi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 14**

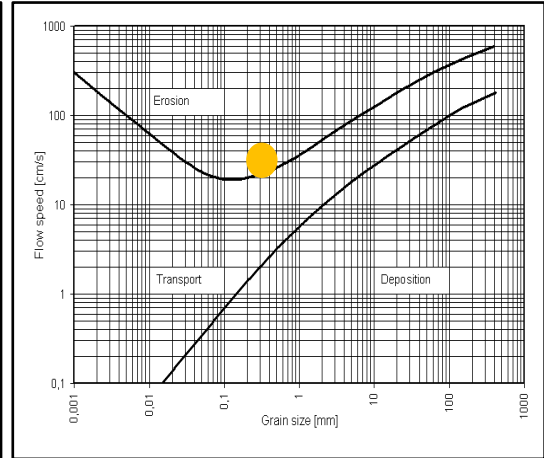


Lampiran 9. Plotting Kurva Hjulstrom

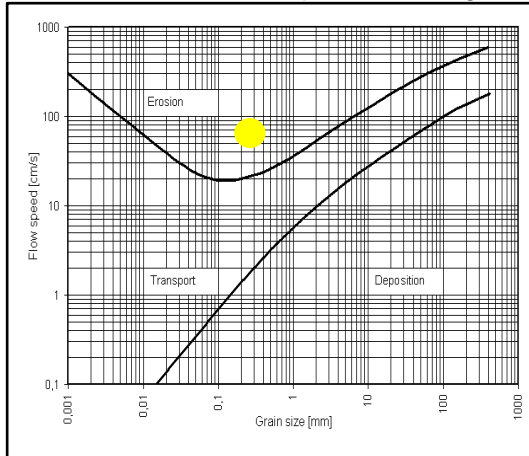
Kurva Hjulstrom, Pantai Kondang Merak Stasiun 1, Kabupaten Malang



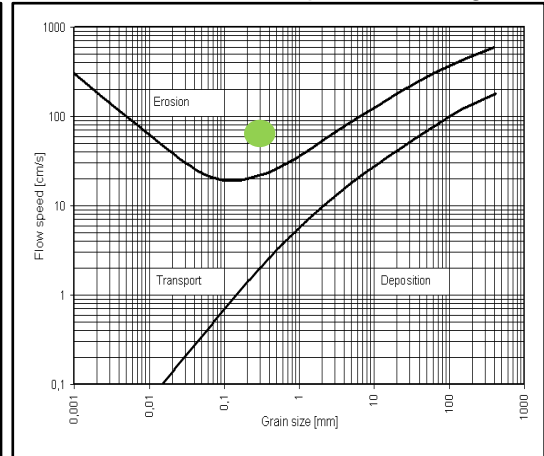
Kurva Hjulstrom, Pantai Kondang Merak Stasiun 2, Kabupaten Malang



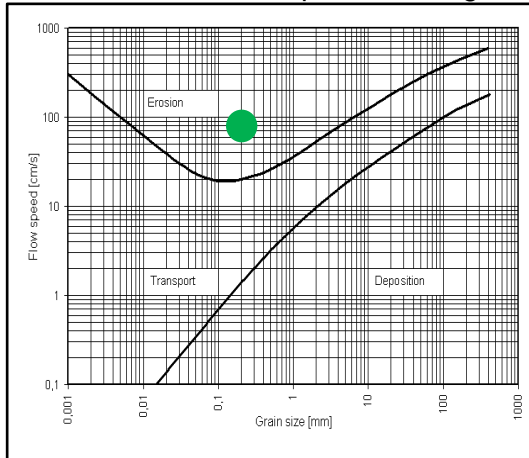
Kurva Hjulstrom, Pantai Kondang Merak Stasiun 3, Kabupaten Malang



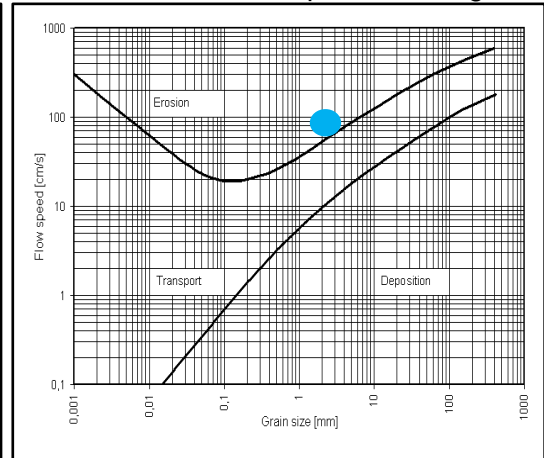
Kurva Hjulstrom, Pantai Kondang Merak Stasiun 4, Kabupaten Malang



Kurva Hjulstrom, Pantai Kondang Merak Stasiun 5, Kabupaten Malang

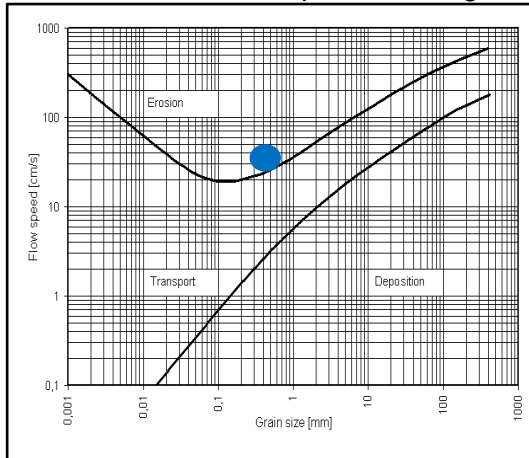


Kurva Hjulstrom, Pantai Kondang Merak Stasiun 6, Kabupaten Malang

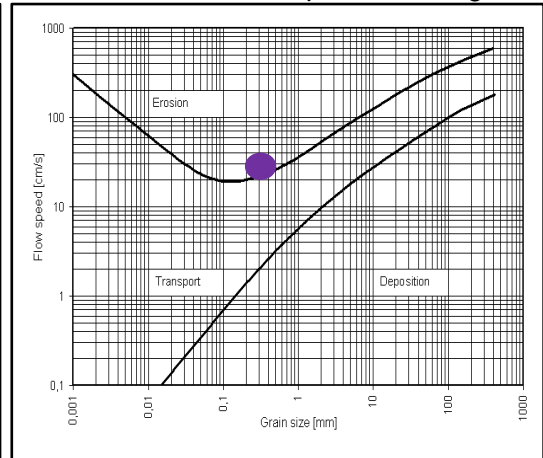




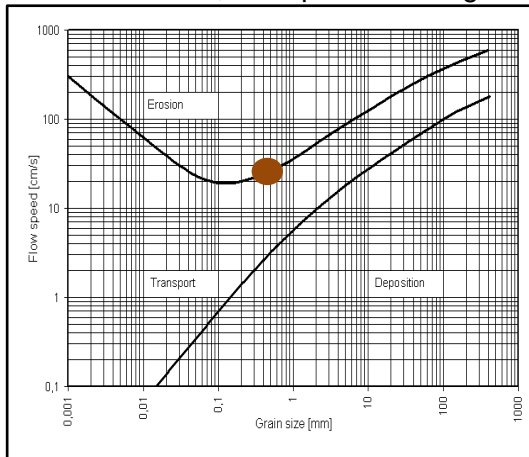
Kurva Hjulstrom, Pantai Kondang Merak Stasiun 7, Kabupaten Malang



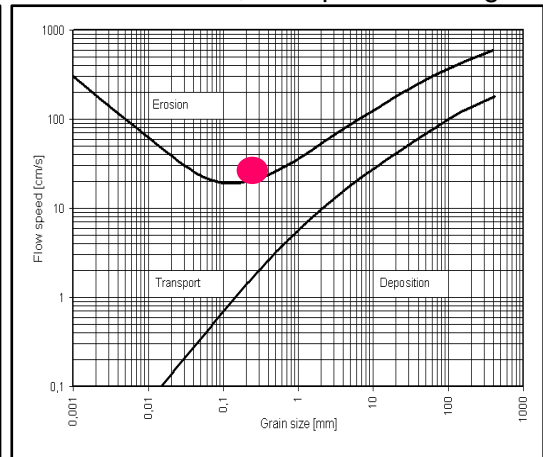
Kurva Hjulstrom, Pantai Kondang Merak Stasiun 8, Kabupaten Malang



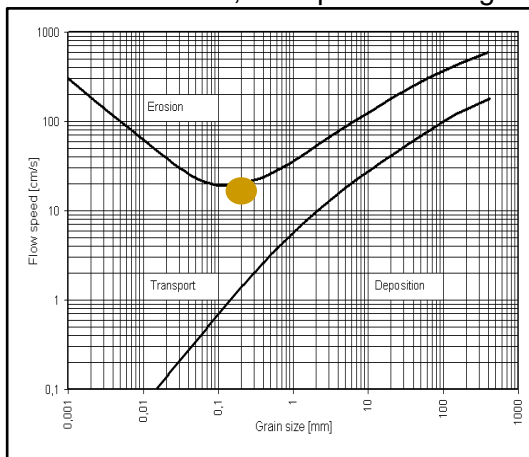
Kurva Hjulstrom, Pantai Kondang Merak Stasiun 9, Kabupaten Malang



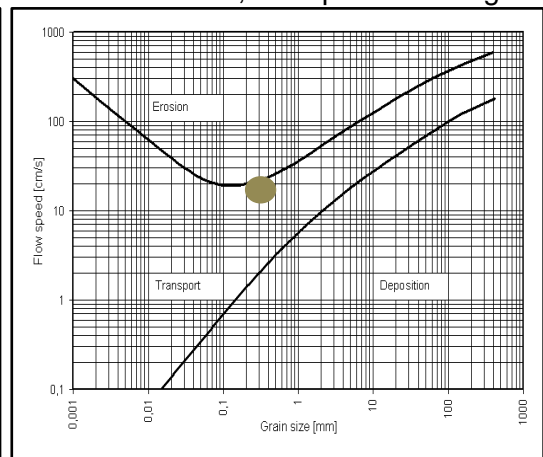
Kurva Hjulstrom, Pantai Kondang Merak Stasiun 10, Kabupaten Malang



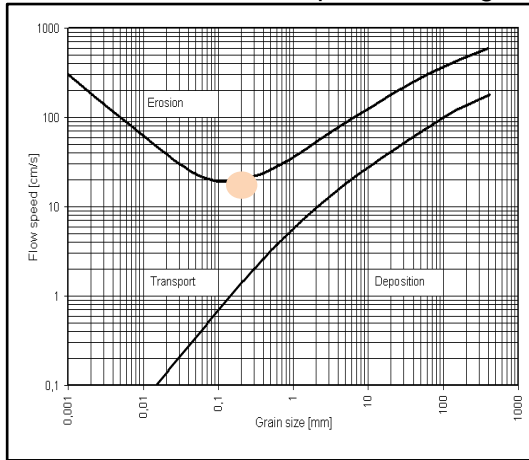
Kurva Hjulstrom, Pantai Kondang Merak Stasiun 11, Kabupaten Malang



Kurva Hjulstrom, Pantai Kondang Merak Stasiun 12, Kabupaten Malang



Kurva Hjulstrom, Pantai Kondang Merak Stasiun 13, Kabupaten Malang



Kurva Hjulstrom, Pantai Kondang Merak Stasiun 14, Kabupaten Malang

