

KAJIAN DINAMIKA PANTAI DI PERAIRAN UTARA NUSA PENIDA, BALI

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

Oleh:

**AKBAR WICAKSONO
115080600111014**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

KAJIAN DINAMIKA PANTAI DI PERAIRAN UTARA NUSA PENIDA, BALI

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

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

**Oleh:
AKBAR WICAKSONO
NIM 115080600111014**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN DINAMIKA PANTAI DI PERAIRAN UTARA NUSA PENIDA, BALI

Oleh :

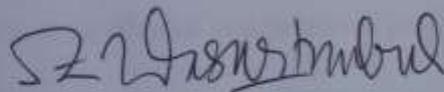
AKBAR WICAKSONO

115080600111014

Telah dipertahankan didepan penguji
Pada tanggal 28 Juli 2015
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Penguji I



(Ir. Alda Sartimbul, M.Sc, Ph.D)

NIP. 199680901 199403 2 001

Tanggal : 18 JAN 2016

Dosen Penguji II



(Andik Isdianto, ST, MT)

NIK. 2013098209281001

Tanggal : 18 JAN 2016

Dosen Pembimbing I

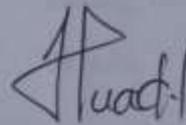


(Nurin Hidayati, ST, M.Sc)

NIP. 19781102 200502 2 001

Tanggal : 18 JAN 2016

Dosen Pembimbing II



(M.A Zainul Fuad, S.Kel, M.Sc)

NIP. 19801005 200501 1 002

Tanggal : 18 JAN 2016

Mengetahui,

Ketua Jurusan PSPK



(Dr. Ir. Daruk Setyohadi, MP)

NIP. 19630608 198703 1 003

Tanggal : 18 JAN 2016



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

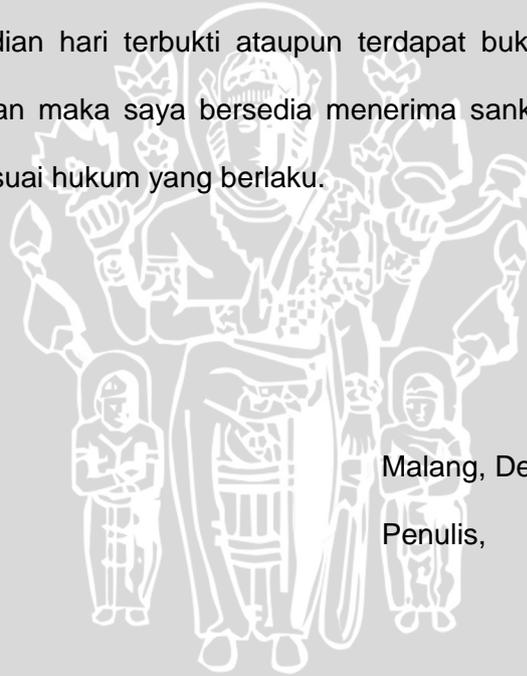
Nama : Akbar Wicaksono

NIM : 115080600111014

Prodi : Ilmu Kelautan

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penulisan Laporan Skripsi ini merupakan hasil karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya belum pernah terdapat tulisan seperti ini, pendapat ataupun bentuk lain yang telah diterbitkan oleh orang lain kecuali tertulis dalam laporan di Daftar Pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti ataupun terdapat bukti bahwa Laporan Skripsi ini hasil jiplakan maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan yang saya lakukan sesuai hukum yang berlaku.



Malang, Desember 2015

Penulis,

Akbar Wicaksono

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan laporan penelitian skripsi ini tidak lepas dari segala bentuk dukungan yang penulis peroleh dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

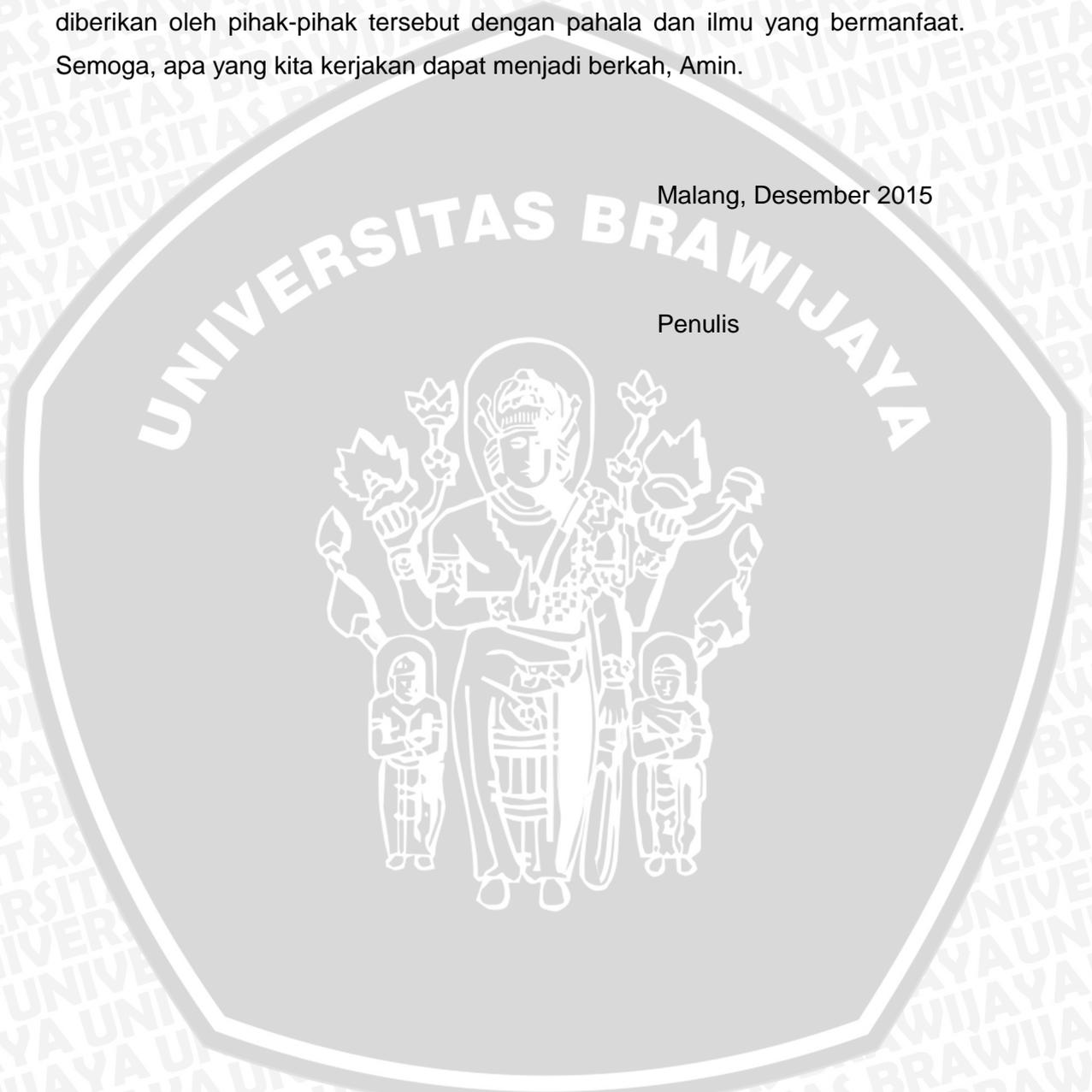
1. Drs. Imam Soenarto dan Dra. Sadiyani Herawati sebagai orang tua yang telah memberikan segala-galanya baik moril, materil, pendidikan dan doanya
2. Ahmad Rizki Wibowo dan Ilham Bagus Bimantoro sebagai adik-adik yang selalu memberikan semangat dan doanya
3. Nurin Hidayati, ST, M.Sc dan M. A. Zainul Fuad, S.Kel, M.Sc selaku dosen pembimbing atas bimbingan serta nasehat yang telah diberikan.
4. Ir. Aida Sartimbul, M.Sc, Ph.D dan Andik Isdianto, ST, MT selaku dosen penguji atas kritik dan saran yang telah diberikan.
5. Universitas Brawijaya, sebagai tempat yang telah memberi kesempatan dan fasilitas dalam proses saya mengais ilmu-Nya.
6. Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh staff di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, atas ilmu dan pengalaman berharganya.
7. Bli Made dan Bli Gede yang telah banyak membantu di lapang dan memberikan semangat.
8. Teman-teman seperjuangan penelitian ini Silvi dan Eka atas segala do'a dan semangatnya dalam melaksanakan penelitian ini.
9. Teman-teman oceanography study club Universitas Brawijaya.
10. Teman-teman yang telah membantu menolah data skripsi yaitu, silvi, meli, adit, desiana, fahreza dan fahmi
11. Novia Adi Paramitha yang telah banyak membantu dan memberikan semangat serta doa pada penyusunan laporan Skripsi ini.
12. Teman-teman se-angkatan senasib seperjuangan Magelhaens 2011 atas waktu, dukungan serta doa yang telah diberikan.
13. Kakak tingkat IK dari berbagai angkatan yang telah bersedia berbagi ilmu dan pengalaman.
14. Keluarga kontrakan (Iwan, Farid, Alim, Afif, Daus) yang memberikan semangat, bantuan, dan doanya selalu.
15. Risma, Vivi dan Nova yang selalu menemani kemanapun saya bepergian.

16. Semua pihak yang tidak penulis sebutkan satu persatu yang secara langsung maupun tidak langsung dan baik sengaja maupun tidak sengaja telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas segala kebaikan yang telah diberikan oleh pihak-pihak tersebut dengan pahala dan ilmu yang bermanfaat. Semoga, apa yang kita kerjakan dapat menjadi berkah, Amin.

Malang, Desember 2015

Penulis



RINGKASAN

AKBAR WICAKSONO. Skripsi. Kajian Dinamika Pantai di Perairan Utara Nusa Penida, Bali. (dibawah bimbingan **Nurin Hidayati, ST, M.Sc** dan **M. A. Zainul Fuad, S.Kel, M.Sc**)

Garis pantai terletak di kawasan pantai yang merupakan kawasan yang mempunyai beberapa ekosistem tersendiri dimana setiap kehidupan pantai saling berkaitan antara satu sama lain yang kadang-kadang saling menguntungkan maupun merugikan. Oleh karena itu, kawasan pantai merupakan satu kawasan yang sangat dinamik begitu pula dengan garis pantai yang merupakan hasil dari suatu proses tanpa henti (terus-menerus) meliputi pengikisan (abrasi) maupun penambahan (akresi) pantai yang diakibatkan oleh pergerakan sedimen, arus susur pantai (*longshore current*), gelombang laut dan pemanfaatan lahan pesisir pantai. Pantai Utara Nusa Penida yang berada di Kabupaten Klungkung yang merupakan kawasan pariwisata, pemukiman dan tambak serta sebagai tempat kegiatan administrasi pemerintahan. Eksploitasi yang berlebihan berakibat pada mundurnya garis pantai. Salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan garis pantai yaitu arus dan transport sedimen. Pola arus akan mempengaruhi pergerakan sedimen pada suatu perairan yang menyebabkan maju atau mundurnya garis pantai. Perubahan garis pantai juga dapat dipantau dengan menggunakan metode penginderaan jauh dengan membandingkan peta masa lampau dan peta masa sekarang.

Metode yang digunakan adalah metode deskriptif yaitu survey langsung dilapang dengan pengambilan 6 titik stasiun. Stasiun 1 dan 2 mewakili Pelabuhan Buyuk, stasiun 3 dan 4 mewakili sebelah kanan dan kiri *breakwater* Pelabuhan Mentigi. Stasiun 5 dan 6 mewakili Pelabuhan Sampalan. Sampel sedimen dan arus diambil dari pengukuran langsung dilapang. Data perubahan garis pantai menggunakan metode penginderaan jauh.

Pada peta perubahan garis pantai menunjukkan bahwa pantai di perairan utara Nusa Penida mengalami erosi ataupun sedimentasi. pada area 1 cenderung mengalami erosi dengan laju perubahan sebesar 0.70 m/th, pada area 2 cenderung mengalami sedimentasi dengan laju erubahan sebesar 0.36 m/th, pada area 3 cenderung mengalami erosi dengan laju perubahan sebesar 0.06 m/th, dan pada area 4 cenderung mengalami erosi dengan laju perubahan sebesar 0.04 m/th. Pola pergerakan arus di Perairan Utara Nusa Penida pada saat pasang yaitu dari arah utara dan timur laut dengan kisaran kecepatan arus 10 – 42 cm/s dan pada saat surut dari arah barat daya dan timur laut dengan kisaran kecepatan arus 13 – 45 cm/s. Sedimen pada stasiun 1 didominasi oleh pasir sedang dengan ukuran butir 0.34 mm, pada stasiun 2 didominasi oleh pasir kasar dengan ukuran butir sedimen 0.71 mm, pada stasiun 3 didominasi oleh pasir sangat kasar dengan ukuran butir sedimen 1.87 mm, pada stasiun 4 didominasi pasir sedang dengan butir sedimen 0.47 mm, pada stasiun 5 didominasi oleh pasir sedang dengan butir sedimen 0.47 mm, dan pada stasiun 6

didominasi oleh pasir sedang dengan ukuran butir 0.45 mm. Kurva Hjulstrom menunjukkan hubungan arus dan sedimen terhadap perubahan garis pantai. Pada stasiun 1 dan stasiun 2 pada pantai tersebut mengalami erosi yang menyebabkan mundurnya garis pantai. pada stasiun 3 terjadi sedimentasi yang menyebabkan majunya garis pantai. Pada stasiun 4, 5, dan 6 menunjukkan sedimen tertransportasi pada media air laut yang tidak terjadi erosi ataupun sedimentasi.



KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan kenikmatan kepada hamba-Nya. Karena Kekuatan dan Kemudahan dari-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Penelitian dengan judul “Kajian Dinamika Pantai di Perairan Utara Nusa Penida, Bali”.

Laporan Penelitian ini digunakan sebagai salah satu prasyarat dalam menyelesaikan studi di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dengan gelar Sarjana Kelautan. Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi : Analisa peta perubahan garis pantai di Pantai Utara Nusa Penida, pengukuran jenis, karakteristik dan distribusi sedimen Perairan Utara Nusa Penida, hubungan sedimen dan arus terhadap perubahan garis pantai Perairan Utara Nusa Penida.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi perkembangan riset kelautan Indonesia. Semoga laporan ini bermanfaat bagi pembacanya.

Malang, Desember 2015

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Nusa Penida	4
2.2 Arus	5
2.3 Sedimen	5
2.3.1 Jenis jenis sedimen.....	6
2.3.2 Karakteristik Sedimen	7
2.4 Perubahan Garis Pantai	8
2.5 Dinamika Pantai	9
3. METODE PENELITIAN	10
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	10
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	12
3.2.1 Alat Penelitian	12
3.2.2 Bahan Penelitian.....	13
3.3 Teknik Pengumpulan Data	13
3.3.1 Pengambilan Data Arus	13
3.3.2 Pengambilan Data Sedimen	14
3.4 Tektik Pengolahan Data.....	14

3.4.1	Pengolahan Data Perubahan Garis Pantai	14
3.4.2	Pengolahan Data Arus.....	15
3.4.3	Pengolahan Data Sedimen	15
3.5	Analisis Granulometri Sedimen.....	16
3.5.1	Mean (Rata-rata).....	19
3.5.2	Sortasi.....	19
3.5.3	Skewness (Kemiringan/Kepencengan)	20
3.5.4	Kurtosis (Peruncingan).....	21
3.6	Prosedur Penelitian	22
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1	Analisis Perubahan Garis Pantai	24
4.2	Analisis Data Arus	27
4.3	Analisis Data Sedimen.....	30
4.3.1	Lokasi dan Karakteristik Arus di Perairan Utara Nusa Penida.....	30
4.3.2	Penentuan Ukuran dan Jenis Partikel Sedimen	31
4.3.3	Jenis dan Ukuran Butir Partikel Sedimen	36
4.3.4	Analisis Granulometri.....	38
4.3.5	Mean (Rata – Rata) Diameter Butir.....	38
4.3.6	Standar Deviasi (Sorting)	39
4.3.7	Tingkat Kemiringan / kecondongan (Skewness)	40
4.3.8	Tingkat Keruncingan (Kurtosis).....	41
4.4	Analisis Granulometri dan Hubungannya Dengan Arus.....	41
4.5	Analisis Hubungan Arus dan Sedimen Terhadap Perubahan Garis Pantai	43
5.	PENUTUP	48
5.1	Kesimpulan.....	48
5.2	Saran.....	48
	DAFTAR PUSTAKA	49
	LAMPIRAN	52



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Perairan Utara Nusa Penida, Bali	10
Gambar 2. Data Pasang Surut di Perairan Nusa Penida.....	13
Gambar 3. Tabel WentWorth.....	16
Gambar 4. Segitiga Shepard	18
Gambar 5. Penyebaran ukuran partikel sedimen (Sortasi)	20
Gambar 6. Kurva Kurtosis	22
Gambar 7. Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 8. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2009 sampai 2014.....	25
Gambar 9. Pola Pergerakan Arus Saat Pasang	28
Gambar 10. Pola Pergerakan Arus Saat Surut.....	28
Gambar 11. Segitiga Shepard Stasiun 1	33
Gambar 12. Segitiga Shepard Stasiun 2	33
Gambar 13. Segitiga Shepard Stasiun 3	34
Gambar 14. Segitiga Shepard Stasiun 4	34
Gambar 15. Segitiga Shepard Stasiun 5	35
Gambar 16. Segitiga Shepard Stasiun 6	35
Gambar 17. Presentase Ukuran Butir Sedimen Pantai Utara Nusa Penida.....	37
Gambar 18. Kurva Hjulstrom Stasiun 1 sampai 3.....	43
Gambar 19. Perubahan Garis Pantai di Sebelah Barat Breakwater	44
Gambar 20. Kurva Hjulstorm Stasiun 4 sampai 6.....	45
Gambar 21. Perubahan Garis Pantai di Sebelah Timur Breakwater.....	46
Gambar 22. Stasiun 1 (Pelabuhan Buyuk)	67
Gambar 23. Stasiun 2 (Sekitar Pelabuhan Buyuk)	67
Gambar 24. Pelabuhan Nus Penida Kabupaten Klungkung	68
Gambar 25. Stasiun 3 (Sebelah Kiri <i>Breakwater</i>)	68
Gambar 26. Stasiun 4 (Sebelah Kanan <i>Breakwater</i>).....	69
Gambar 27. Stasiun 5 (Area Budidaya Rumput Laut)	69
Gambar 28. Stasiun 6 (Pelabuhan Sampalan)	70
Gambar 29. Current Meter	70
Gambar 30. Pengeringan Sedimen Di Laboratorium.....	71
Gambar 31. Pengayakan Sedimen Menggunakan Sieve Shaker.....	71
Gambar 32. Penimbangan Sedimen	72

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Titik Stasiun Pengambilan Data.....	11
Tabel 2. Alat dan Kegunaan.....	12
Tabel 3. Bahan-bahan Penelitian.....	13
Tabel 4. Klasifikasi Sortasi.....	19
Tabel 5. Koefisien Skewness.....	21
Tabel 6. Klasifikasi nilai-nilai Kurtosis.....	21
Tabel 7. Besar Laju Perubahan Garis Pantai Tahun 2007-2015 (m/th).....	25
Tabel 8. Pola Pergerakan Arus Saat Pasang.....	27
Tabel 9. Pola Pergerakan Arus Saat Surut.....	27
Tabel 10. Stasiun Data Sedimen, Kecepatan Arus, dan Arah Arus.....	30
Tabel 11. Presentase Ukuran Butir Sedimen.....	31
Tabel 12. Tabel Presentase Fraksi Sedimen.....	32
Tabel 13. Ukuran Butir dan Jenis Partikel Sedimen.....	36
Tabel 14. Nilai Phi Sedimen.....	38
Tabel 15. Nilai Mean (Rata-rata).....	39
Tabel 16. Standar Deviasi (Sorting).....	39
Tabel 17. Kemiringan / Kecondongan (Skewness).....	40
Tabel 18. Keruncingan (Kurtosis).....	41



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Pengambilan Data Arus	52
Lampiran 2. Prosedur Pengambilan Data Sedimen.....	52
Lampiran 3. Prosedur Pengolahan Data Perubahan Garis Pantai.....	53
Lampiran 4. Diagram Alir Pengolahan Data Arus	53
Lampiran 5. Diagram Alir Pengolahan Sedimen Di Laboratorium.....	54
Lampiran 6. Hasil Uji Laboratorium Sampel Sedimen Stasiun 1.....	55
Lampiran 7. Hasil Uji Laboratorium Sampel Sedimen Stasiun 2.....	57
Lampiran 8. Hasil Uji Laboratorium Sampel Sedimen Stasiun 3.....	59
Lampiran 9. Hasil Uji Laboratorium Sampel Sedimen Stasiun 4.....	61
Lampiran 10. Hasil Uji Laboratorium Sampel Sedimen Stasiun 5.....	63
Lampiran 11. Hasil Uji Laboratorium Sampel Sedimen Stasiun 6.....	65
Lampiran 12. Dokumentasi Skripsi.....	67



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Garis pantai terletak di kawasan pantai yang merupakan kawasan yang mempunyai beberapa ekosistem tersendiri dimana setiap kehidupan pantai saling berkaitan antara satu sama lain yang kadang-kadang saling menguntungkan maupun merugikan. Oleh karena itu, kawasan pantai merupakan satu kawasan yang sangat dinamik begitu pula dengan garis pantai yang merupakan hasil dari suatu proses tanpa henti (terus-menerus) meliputi pengikisan (abrasi) maupun penambahan (akresi) pantai yang diakibatkan oleh pergerakan sedimen, arus susur pantai (*longshore current*), gelombang laut dan pemanfaatan lahan pesisir pantai (Vreugdenhil, 1999). Hal ini juga berlaku pada Pantai Utara Nusa Penida yang berada di Kabupaten Klungkung yang merupakan kawasan pariwisata, pemukiman dan tambak serta sebagai tempat kegiatan administrasi pemerintahan. Penduduk yang berada di lokasi wilayah perairan pantai ini mempunyai mata pencaharian sebagai nelayan dan petani tambak. Eksploitasi yang berlebihan mengakibatkan rusaknya sarana dan prasarana permukiman dan area tambak. Perubahan morfologi pantai seperti erosi dan abrasi pantai berdampak pada mundurnya garis pantai.

Salah satu yang menyebabkan dinamika pantai yang meliputi abrasi dan erosi adalah arus yang berpengaruh terhadap proses pembentukan pantai dan stabilitas pantai itu sendiri, karena berpengaruh terhadap pengangkutan sedimen yang terjadi di daerah pesisir. Pemahaman akan sebab abrasi/erosi merupakan dasar yang penting di dalam perlindungan pantai. Perlindungan yang baik seharusnya bersifat komprehensif, yaitu mencakup pengembangan wilayah secara terpadu, aspek tata guna lahan, aspek lingkungan dan monitoring wilayah (Hutabarat dan Evans, 1985; Latif, 2002)

Monitoring perubahan garis pantai tersebut dapat dipantau menggunakan teknologi satelit penginderaan jauh. Teknologi penginderaan jauh seperti Landsat dan Sistem Informasi Geografis (SIG) saat ini berperan sangat penting sebagai metode yang murah dan mudah dalam penyediaan informasi kawasan pesisir dan dinamikanya. Absorpsi gelombang inframerah dari beberapa jenis panjang gelombang yang kuat terhadap jenis obyek vegetasi dan tanah menjadikan teknik kombinasi ini ideal dalam memetakan distribusi perubahan daratan yang diperlukan dalam menganalisis perubahan garis pantai (Kasim, 2012).

Penelitian di daerah pantai utara Nusa Penida tentang perubahan garis pantai belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian tentang dinamika pantai di pantai utara Nusa Penida yang diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu bahan/informasi dalam pengambilan kebijakan di wilayah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Perubahan garis pantai terjadi akibat adanya proses alami maupun buatan. Eksploitasi pesisir yang berlebihan maupun faktor arus dan sedimen sangat berpengaruh dalam berubahnya garis pantai di pantai utara Nusa Penida. Penelitian tentang perubahan garis pantai di Perairan Utara Nusa Penida, Bali masih sedikit dilakukan. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana perubahan garis pantai di Pantai Utara Nusa Penida
2. Bagaimana jenis, karakteristik dan distribusi sedimen di Perairan Utara Nusa Penida
3. Bagaimana pengaruh arus dan sedimen terhadap perubahan garis pantai di sekitar Perairan Utara Nusa Penida

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui perubahan garis pantai di perairan utara Nusa Penida
2. Untuk mengetahui jenis, karakteristik dan distribusi sedimen di perairan utara Nusa Penida
3. Untuk mengetahui pengaruh arus dan sedimen terhadap perubahan garis pantai di sekitar perairan utara Nusa Penida

1.4 Kegunaan

Kegunaan dari Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat dijadikan sebagai sumber informasi keilmuan dasar untuk referensi tentang dinamika pantai.
2. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai data dasar dan data pendukung untuk penelitian, dalam perencanaan dan pengembangan, serta pengelolaan lingkungan pantai pada daerah setempat

1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 18 April 2015.

Dimana tempat yang dikaji adalah Perairan utara Nusa Penida, Bali.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nusa Penida

Kecamatan Nusa Penida termasuk ke dalam wilayah administrasi Kabupaten Klungkung Provinsi Bali. Kecamatan ini memiliki luas sekitar 20.300 hektar yang terdiri dari 3 pulau utama yaitu Nusa Penida, Nusa Ceningan dan Nusa Lembongan. Kecamatan Nusa Penida merupakan satu-satunya kecamatan di kabupaten Klungkung, bahkan di provinsi Bali. Kecamatan Nusa Penida memiliki garis pantai sekitar 70 km dari 90 km yang dimiliki oleh Kabupaten Klungkung. Mata pencaharian utama masyarakat Nusa Penida adalah pertanian rumput laut, wisata bahari, perikanan dan peternakan. Kecamatan Nusa Penida, Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali memiliki keanekaragaman hayati laut yang tinggi. Wilayah ini termasuk dalam segitiga terumbu karang dunia (*the global coral triangle*) yang saat ini menjadi prioritas dunia untuk dilestarikan. Perairan Nusa penida termasuk Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI 2). Kondisi perairan Nusa Penida dipengaruhi oleh arus Arlindo (Arus Lintas Indonesia) dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia hal ini mempengaruhi sebaran plankton, kelimpahan ikan, dan struktur komunitas terumbu karang. Perairan Nusa Penida dikenal memiliki arus yang cukup kuat. Suhu perairan di Nusa Penida berkisar antara 25°C-28°C (kkp.go.id, 2015).

Pulau Nusa Penida terletak di sebelah barat daya pulau Bali dan secara administratif merupakan bagian wilayah kecamatan di Kabupaten Klungkung, Propinsi Bali. Bentang alam daratan Nusa Penida termasuk satuan morfologi perbukitan karst yang berciri gelombang. Tingkat erosi permukaan relatif kecil hingga sedang, hanya di beberapa tempat tepian pantai yang merupakan daerah abrasi gelombang laut yang berpotensi amblas dan runtuh (*rock falls*) (P3GL, 2015).

2.2 Arus

Arus laut merupakan suatu pergerakan massa air secara vertikal maupun horizontal yang mengakibatkan adanya distribusi massa dari satu tempat ke tempat lainnya. Pergerakan ini merupakan hasil dari beberapa proses yang terdiri karena adanya aksi angin di atas permukaan laut dan perbedaan kerapatan air laut yang disebabkan oleh pemanasan matahari. Adanya perbedaan pemanasan matahari terhadap permukaan bumi menimbulkan pula perbedaan energi yang diterima permukaan bumi. Perbedaan ini menimbulkan fenomena arus laut dan angin yang menjadi mekanisme untuk menyeimbangkan energi di seluruh muka bumi. Terjadinya arus di lautan disebabkan oleh perpindahan massa air yang diakibatkan adanya perbedaan massa jenis air, tekanan, gaya – gaya pembangkit lain seperti gelombang dan angin (Lanuru dan Suwarni, 2011).

Arus laut adalah pergerakan air laut secara horizontal maupun vertikal untuk mencapai kesetimbangan. Gerakan tersebut terjadi akibat dari gaya yang mempengaruhi air laut. Arus geostropik adalah arus yang dominan terjadi di permukaan laut. Arus geostropik terjadi akibat pengaruh gradien tekanan mendatar dan gaya coriolis (Marpaung dan Prayogo, 2014).

2.3 Sedimen

Sedimen laut berasal dari daratan dan hasil aktivitas (proses) biologi, fisika dan kimia baik yang terjadi di daratan maupun di laut itu sendiri, meskipun ada sedikit masukan dari sumber vulkanogenik dan kosmik. Sedimen laut terdiri atas materi-materi berbagai sumber. Faktor yang mempengaruhi tipe sedimen yang terakumulasi antara lain adalah topografi bawah laut dan pola iklim. Distribusi laut saat ini merupakan refleksi iklim dan pola arus. Tipe sedimen

dasar laut berubah terhadap waktu karena perubahan cekungan laut, arus dan iklim (Rifardi, 2012).

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap dibagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai, dan waduk. Hasil sedimen (*sediment yield*) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Hasil sedimen biasanya diperoleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai (*suspended sediment*) atau dengan pengukuran langsung di dalam waduk, dengan kata lain bahwa sedimen merupakan pecahan, mineral, atau material organik yang diangkut dari berbagai sumber dan diendapkan oleh media udara, angin, es, atau oleh air dan juga termasuk didalamnya material yang diendapkan dari material yang melayang dalam air atau dalam bentuk larutan kimia (Asdak, 2007).

2.3.1 Jenis jenis sedimen

Sedimen adalah material bahan padat, berasal dari batuan yang mengalami proses pelapukan; peluluhan; pengangkutan oleh air, angin dan gaya gravitasi; serta pengendapan atau terkumpul oleh proses atau agen alam sehingga membentuk lapisan-lapisan di permukaan bumi yang padat atau tidak terkonsolidasi (Bates dan Jackson, 1987)

Sedimen yang di jumpai di dasar lautan dapat berasal dari beberapa sumber yang menurut Reinick (Darmadi, 2010) dibedakan menjadi empat yaitu:

1. Lithogenous sedimen yaitu sedimen yang berasal dari erosi pantai dan material hasil erosi daerah up land. Material ini dapat sampai ke dasar laut melalui proses mekanik, yaitu tertransport oleh arus sungai dan atau

arus laut dan akan terendapkan jika energi tertransformasi telah melemah.

2. Biogeneus sedimen yaitu sedimen yang bersumber dari sisa-sisa organisme yang hidup seperti cangkang dan rangka biota laut serta bahan-bahan organik yang mengalami dekomposisi.
3. Hidrogenous sedimen yaitu sedimen yang terbentuk karena adanya reaksi kimia di dalam air laut dan membentuk partikel yang tidak larut dalam air laut sehingga akan tenggelam ke dasar laut, sebagai contoh dan sedimen jenis ini adalah magnetit, fosforit dan glaukonit.
4. Cosmogenous sedimen yaitu sedimen yang berasal dari berbagai sumber dan masuk ke laut melalui jalur media udara atau angin. Sedimen jenis ini dapat bersumber dari luar angkasa, aktifitas gunung api atau berbagai partikel darat yang terbawa angin. Material yang berasal dari luar angkasa merupakan sisa-sisa meteorik yang meledak di atmosfer dan jatuh di laut. Sedimen yang berasal dari letusan gunung berapi dapat berukuran halus berupa debu vulkanik, atau berupa fragmen-fragmen aglomerat.

2.3.2 Karakteristik Sedimen

Menurut Rifardi (2012), Suatu endapan sedimen disusun dari berbagai ukuran partikel sedimen yang berasal dari sumber yang berbeda-beda dan percampuran ukuran ini disebut dengan istilah POPULASI. Pergerakan udara dan air dapat memisahkan partikel berdasarkan ukuran mereka, menyebabkan endapan terdiri dari berbagai ukuran. Ada tiga kelompok populasi sedimen yaitu:

1. Gravel (kerikil), terdiri dari partikel individual: boulder, cobble dan pebble
2. Sand (pasir), terdiri dari: pasir sangat kasar, kasar, medium, halus dan sangat halus.

3. Mud (lumpur), terdiri dari clay dan silt

Jenis dan ukuran butir sedimen bermacam-macam pada suatu perairan. Jenis ukuran sedimen tersebut sangat dipengaruhi oleh faktor oseanografi seperti arus dan gelombang. Jenis partikel sedimen selain memiliki sifat fisik yang berbeda juga memiliki nama sesuai dengan ukuran butirannya. Hasil pengayakan sampel sedimen didapatkan partikel sedimen dengan ukuran krikil ($>1,7$ mm), pasir (0,09 mm s.d 1,7 mm), dan lempung (<0.09 mm) (Hutabarat, 1985)

2.4 Perubahan Garis Pantai

Lingkungan pantai merupakan daerah yang selalu mengalami perubahan. Perubahan garis pantai ditunjukkan oleh perubahan kedudukannya, tidak saja ditentukan oleh suatu faktor tunggal tapi oleh sejumlah faktor beserta interaksinya (Opa, 2011). Salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan garis pantai yaitu arus yang erat kaitannya dengan traspor sedimen. Menurut Hutabarat dan Evans (1985), arus merupakan salah satu faktor yang berperan dalam pengangkutan sedimen di daerah pantai. Arus merupakan gerakan mengalir suatu massa air yang dapat disebabkan oleh adanya radiasi matahari, tiupan angin, pasut air laut, hempasan gelombang, dan adanya perbedaan densitas air laut

Kawasan pantai merupakan satu kawasan yang sangat dinamik, begitu pula dengan garis pantai adalah satu proses tanpa henti (terus-menerus) melalui berbagai proses baik pengikisan (abrasi) maupun penambahan (akresi) pantai yang diakibatkan oleh pergerakan sedimen, arus susur pantai (longshore current), tindakan ombak dan penggunaan tanah. Proses-proses yang demikian itu yang dapat mengakibatkan perubahan garis pantai di suatu tempat (Vreugdenhil 1999 dalam Arief et al, 2011).

2.5 Dinamika Pantai

Secara sederhana proses perubahan garis pantai disebabkan oleh angin dan air yang bergerak dari suatu tempat ke tempat lain, mengikis tanah dan kemudian mengendapkannya di suatu tempat secara kontinyu (Luhwahyudin *et al.*, 2012). Pada dasarnya proses perubahan pantai meliputi proses erosi dan akresi. Erosi pada sekitar pantai dapat terjadi apabila angkutan sedimen yang keluar ataupun yang pindah mreneinggalkan suatu daerah lebih besar dibandingkan dengan angkutan sediment yang masuk, apabila terjadi sebaliknya maka yang terjadi adalah sedimentasi. Perubahan garis pantai sangat dipengaruhi oleh interaksi antara angin, gelombang, arus, pasang surut, jenis dan karakteristik dari material pantai yang meliputi bentuk, ukuran partikel dan distribusinya di sepanjang pantai sehingga mempengaruhi proses sedimentasi di sekitar pantai (Triatmodjo, 1999)

Perubahan garis pantai dipengaruhi oleh berbagai faktor, aktivitas manusia merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap perubahan garis pantai. Tingkat intensitas pemanfaatan sumberdaya pesisir di sebagian besar kawasan telah menimbulkan sejumlah dampak negatif terhadap kondisi fisik lingkungan pesisir dan laut (Marfai, 2011). Dampak negatif ini akan mengakibatkan degradasi kualitas lingkungan pesisir, salah satunya adalah perubahan garis pantai. Perubahan garis pantai dapat terjadi karena faktor alami seperti pasang surut, kecepatan angin dan sedimentasi dan faktor manusia yaitu pemanfaatan wilayah pesisir (Lilian *et al.*, 2013)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Perairan sekitar Pantai Utara Nusa Penida, Bali pada tanggal 18 April 2015 dan 19 April 2015 Pantai utara Nusa Penida memiliki karakteristik yang bermacam-macam karena bentuk pantainya dan mempelajari melalui *google earth* sebelum berangkat ke lapang. Lokasi yang digunakan sebagai perwakilan pengambilan data adalah area sekitar Pelabuhan Buyuk, Pelabuhan Nusa Penida (Mentigi) dan Pelabuhan Sampalan (Gambar 1). Lokasi pengambilan data berada disekitar *breakwater*, pengaruh *breakwater* akan mengakibatkan perubahan pola arus disekitar perairan utara bali, dengan perubahan pola arus akan menyebabkan sedimentasi dibeberapa bagian pantai. Menurut Tarhadi *et. al.* (2014), kondisi arus didekat pantai mengalami pembelokan arah pada sekitar bangunan pantai (*breakwater*).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Peraitan Utara Nusa Penida, Bali

Lokasi pengambilan data primer berupa data arus dan sedimen pada perairan utara Nusa Penida. Masing-masing stasiun ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Titik Stasiun Pengambilan Data

Stasiun	Titik Koordinat		Keterangan
	x	y	
1	115.544548	-8.674202	Stasiun 1 dan 2 mewakili Pelabuhan Buyuk, alasan pengambilan lokasi penelitian di area ini karena pantainya tidak menghadap langsung ke arah datangnya gelombang.
2	115.548233	-8.672853	
3	115.551371	-8.671853	Stasiun 3 dan 4 mewakili sebelah timur dan barat breakwater, pendugaan sementara di area adanya perubahan pola arus terhadap transport sedimen yang disebabkan oleh adanya breakwater
4	115.555027	-8.671743	
5	115.557364	-8.671586	Stasiun 5 dan 6 mewakili Pelabuhan Sampalan, alasan pengambilan lokasi di area ini karena pantainya berhadapan langsung dengan arah datangnya gelombang
6	115.560426	-8.671305	

Stasiun pengambilan data terdiri dari 6 stasiun. Pada stasiun 1 dan stasiun 2 di wilayah Pantai Buyuk yang digunakan sebagai sarana penyeberangan antara Pulau Nusa Penida dan Pulau Bali, khususnya dari dan menuju Pantai Sanur. Di pantai ini mulai dibangun penginapan yang ditujukan untuk wisatawan-wisatawan yang datang ke Pulau Nusa Penida. Di perairan pantai Buyuk ekosistem terumbu karang tumbuh dengan sangat baik. Pada stasiun 3 dan stasiun 4 mewakili sebelah barat dan sisi timur dari *breakwater*. Pada wilayah ini ramai sekali dengan pemukiman penduduk dan wilayah ini merupakan pelabuhan penyeberangan kapal Ferry yang mengangkut barang dan masyarakat yang datang ataupun menuju Pulau Nusa Penida. Pada stasiun 5

dan 6 mewakili sekitar Pelabuhan Sampalan. Wilayah ini digunakan untuk penyeberangan masyarakat yang datang dari Padang Bai ataupun menuju Padang Bai, Bali. Ekosistem terumbu karang juga tumbuh sangat baik di wilayah perairan di sekitar Pelabuhan Sampalan ini.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam Pelaksanaan penelitian ini, alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

3.2.1 Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Tabel 2. Alat dan Kegunaan

No	Alat	Kegunaan
A. Peralatan Lapang		
1	Laptop	Pengolah data dan pengerjaan laporan
2	Current meter	Mengukur kecepatan arus laut
4	Sekop dan plastic	Membantu pengambilan sedimen dan wadah sedimen
5	GPS	Menentukan titik koordinat dan tracking
6	Kamera digital	Mendokumentasikan kegiatan penelitian
B. Peralatan Laboratorium		
1	Sieve Shaker	Memisahkan sedimen dengan ukuran yang berbeda
2	Kuas	Membersihkan lubang ayakan
3	Oven	Mengeringkan Sedimen
4	Kamera Digital	Mendokumentasikan kegiatan
C. Peralatan Pengolahan Data		
No	Alat	Kegunaan
1	Microsoft Excel	Membantu pengolahan data, arus dan sedimen
2	Microsoft Word	Membantu penyusunan laporan
3	Perangkat Lunak AcrGIS 10.3	Membantu melayouting peta
4	Google earth	Membantu mendapatkan peta dasar
5	Perangkat Lunak Surfer	Membantu pengolahan data arus

3.2.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Tabel 3. Bahan-bahan Penelitian

No	Nama bahan	Kegunaan
1	Sedimen	Objek penelitian
2	Kantong plastik	Wadah sampel sedimen
3	Kertas label	Penanda sampel

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer dilakukan pengambilan secara langsung pada lokasi penelitian yaitu data arus dan sedimen. Sedangkan data sekunder yang digunakan sebagai data pendukung penelitian yaitu data peta

3.3.1 Pengambilan Data Arus

Untuk menunjang pengambilan data arus di perairan utara Nusa Penida, dibutuhkan data sekunder berupa data pasang surut di perairan tersebut. Pengambilan data arus dilakukan pada saat pasang dan pada saat surut. Tipe pasut di lokasi penelitian adalah pasut campuran harian ganda dimana dalam satu hari terjadi 2 kali pasang dan 2 kali surut. Berikut ini ditampilkan pola pasut di perairan Utara Nusa Penida.



Gambar 2. Data Pasang Surut di Perairan Nusa Penida

Pengambilan data arus dilakukan menggunakan instrument *current meter*. Pengambilan data arus diawali dengan menentukan titik lokasi pengambilan. Lalu, dilakukan persiapan pengambilan data arus dengan menggunakan *current meter*. Pengambilan data arus dengan cara memasukkan *current meter* ke dalam perairan. Dicatat kecepatan arus pada kedalaman 0.2 d, 0.6d dan 0.8d. Serta dicatat juga arah arus dengan menggunakan bantuan kompas. Dilakukan pengukuran arus pada setiap stasiun. Prosedur pengambilan data arus dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.3.2 Pengambilan Data Sedimen

Sedimen permukaan dasar diambil dengan bantuan sekop. Pengambilan sedimen menggunakan sekop dengan kedalaman 15 cm pada dasar sedimen. Sedimen yang diambil sebanyak 500-1000 gram, kemudian dimasukkan kedalam kantong plastic dan diberi label tiap stasiun untuk selanjutnya dilakukan analisa ukuran butir. Sedimen yang telah diambil kemudian dikeringkan dan diangin-anginkan untuk mengurangi kadar air pada sedimen. Prosedur pengambilan sampel sedimen dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.4 Tektik Pengelolaan Data

3.4.1 Pengolahan Data Perubahan Garis Pantai

Data perubahan garis pantai pada penelitian ini menggunakan citra satelit yang di download dari *Google Earth*. Citra satelit yang digunakan terdiri dari tahun lama yaitu tahun 2009, dan tahun baru yaitu tahun 2014 untuk dapat mengetahui pola perubahan garis pantai pada Pantai Buyuk dan sekitarnya. Untuk mengetahui besarnya laju perubahan garis pantai dibutuhkan perhitungan rumus. Menurut Kasim (2011), perhitungan untuk mengetahui besarnya laju perubahan garis pantai adalah dengan menggunakan rumus ;

$$V_c = \left(\frac{L_{ae}}{\sum N_{ae}} \right) \cdot Y^{-1}$$

Dimana,

V_c : Rerata kecepatan perubahan maju/mundur garis pantai (m/th)

L_{ae} : Panjang keseluruhan *single transect* (yang meliputi akresi dan erosi)

$\sum N_{ae}$: Jumlah transek pada tiap grid pias

Y : Rentang waktu garis pantai

Prosedur pengolahan data perubahan garis pantai dapat dilihat pada Lampiran 3.

3.4.2 Pengolahan Data Arus

Data arus yang diperoleh dari lapangan berupa kecepatan arus komponen timur – barat (u), kecepatan arus komponen utara – selatan (v), resultan kecepatan arus total (r), dan arah arus. Dari seluruh komponen data arus tersebut lalu diolah menggunakan *Microsoft Excel* untuk mendapatkan data u dan v . Setelah itu data diolah menggunakan *Software Surfer*. Pada *Software Surfer* dilakukan proses griding u , v , dan r . Lalu menampilkan *Contour Map* dengan inputan grid r untuk menampilkan kontur kecepatan arus. Lalu ditampilkan 2 grid vector layer untuk menampilkan arah arus. Setelah itu menambahkan *basemap* daerah penelitian.

3.4.3 Pengolahan Data Sedimen

Pengolahan data sedimen dilakukan di Laboratorium Teknik Pengairan untuk menganalisis butiran sedimen yang paling dominan di perairan tersebut. Langkah awal dalam pengolahan data sedimen yaitu pengeringan sedimen. Sedimen dikeringkan dengan cara dioven selama 1x24 jam untuk mengeringkan kadar air di dalam sedimen tersebut. Setelah itu, sedimen ditimbang tiap stasiun sehingga didapatkan berat sedimen total. Setelah sedimen ditimbang lalu sedimen diayak menggunakan *shieve shaker* selama 10 menit tiap sampel

sedimennya. Setelah diayak lalu didapat sedimen yang tertahan di setiap ayakan dengan ukuran ayakan yang berbeda-beda. Nomer-nomer ayakan yang digunakan yaitu 4, 10, 20, 30, 40, 60, 100, 200 dan pan. Kemudian kemudian ditimbang sedimen yang tertahan di tiap ayakannya. Lalu hasil timbangan dicatat, kemudian dilakukan analisis butir sedimen.

Setelah analisis butir sedimen dilakukan perhitungan mean (rata-rata) butir sedimen untuk menentukan jenis butir sedimen. Penentuan jenis butir ini sedimen menggunakan bantuan tabel Wentworth.

Millimeters (mm)	Micrometers (μm)	Phi (ϕ)	Wentworth size class	Rock type	
4096		-12.0	Boulder	Conglomerate/ Breccia	
256		-8.0	Cobble		
64		-6.0	Pebble		
4		-2.0	Granule		
2.00		-1.0	Very coarse sand		
1.00		0.0	Coarse sand	Sandstone	
1/2	500	1.0	Medium sand		
1/4	250	2.0	Fine sand		
1/8	125	3.0	Very fine sand		
1/16	63	4.0	Coarse silt		
1/32	31	5.0	Medium silt	Siltstone	
1/64	15.6	6.0	Fine silt		
1/128	7.8	7.0	Very fine silt		
1/256	3.9	8.0	Clay	Mud	Claystone
0.00006	0.06	14.0			

Gambar 3. Tabel WentWorth

3.5 Analisis Granulometri Sedimen

Analisa granulometri sedimen adalah suatu metoda analisa yang menggunakan ukuran butir sebagai materi analisa. Analisa ini umum digunakan dalam bidang keilmuan yang berhubungan dengan tanah atau sedimen. Dalam analisa ini tercakup beberapa hal yang biasa dilakukan seperti pengukuran rata-rata, pengukuran sorting atau standar deviasi, pengukuran skewness dan kurtosis. Masing-masing pengukuran tersebut mempunyai rumus-rumus yang berbeda dan mempunyai batasan-batasan untuk menggambarkan keadaan dari

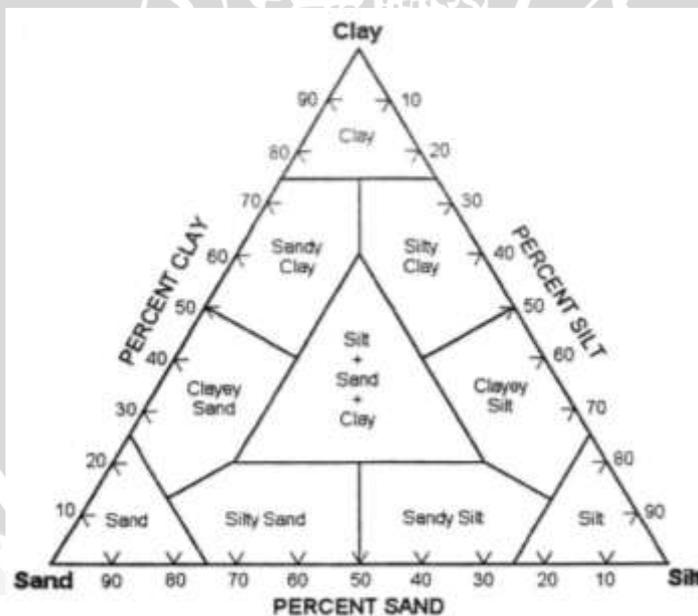
butiran yang diamati atau dianalisa. Batasan-batasan tersebut biasa disebut dengan verbal limit. Analisa granulometri dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu dengan metode grafis dan metode statistik, dimana metode grafis memuat berbagai macam grafik yang mencerminkan penyebaran besar butir, hubungan dinamika aliran dan cara transportasi sedimen klastik, sedangkan metode statistik menghasilkan nilai rata-rata, deviasi standar, kepengcengan dan keruncingan kurva.

Dalam pembahasan tentang tekstur sedimen, distribusi analisa ukuran butir yang biasanya disebut analisa granulometri penting dilakukan guna mendapatkan fraksi butir sedimen. Dalam analisa sedimen kering di ayak dengan saringan mempunyai ukuran lubang dari yang besar hingga yang halus. Berat sedimen yang tidak lolos setiap saringan merupakan berat sedimen yang lebih besar dari ukuran lubang saring yang dimaksud.

Untuk menggambarkan distribusi ukuran butir sedimen pada suatu kawasan, biasanya digunakan empat parameter statistik yaitu rata-rata (mean). Pemilihan (sortasi), kepengcengan (skewness), dan kurtosis. Ukuran butir rata-rata mencerminkan secara umum seberapa besar butiran dimaksud dan berkaitan erat dengan dinamika transportasi dan deposisi, terutama terkait dengan energi media yang bersangkutan.

Distribusi ukuran butir diketahui menggunakan metode granulometri (Hubbard dan Pocock, 1972; Hsieh, 1995). Pemisahan ukuran butir dilakukan dengan saringan berukuran: 4,75; 2; 0,85; 0,6; 0,425, 0,25; 0,15; 0,075; 0,04 mm. Klasifikasi ukuran butir dilakukan berdasarkan klasifikasi Wentworth (1922). Penentuan jenis sedimen dilakukan berdasarkan klasifikasi Diagram Segitiga Shepard tahun 1954 (Dyer, 1986), Perhitungan didasarkan pada proporsi kandungan ukuran partikel kerikil, pasir, dan lumpur. Sedimen permukaan digolongkan menurut Diagram Sheppard. Sistem klasifikasi ini berdasarkan

Median diameter (M_d). Diagram Sheppard adalah satu contoh diagram rangkap tiga (suatu alat untuk grafik tiga satuan) sistem komponen berjumlah 100%. Dalam hal ini, komponen-komponen itu adalah persentase dari kerikil, pasir, lumpur yang mengisi sedimen. Tiap sampel sedimen diplotkan sebagai suatu titik di dalam atau sepanjang sisi-sisi dari diagram, tergantung pada komposisi spesifik ukuran butirannya. Untuk menggolongkan sampel sedimen, Sheppard (1954) membagi suatu diagram rangkap tiga ke dalam sepuluh kelas. Diagram Sheppard mengikuti konvensi-konvensi semua diagram rangkap tiga. Sebagai contoh, lumpur berisi sedikitnya 75% partikel-partikel ukuran lumpur. "Silt Sand" dan "Sandy Silt" berisi tidak lebih dari pada 20% ukuran partikel "Clay" dan "Sand-Silt-Clays" berisi sedikitnya 20% dari ketiap ketiga komponen-komponen. Batasan-batasan yang tepat dari tiap sepuluh kelas digambarkan di dalam metadata untuk pengaturan data yang digunakan untuk menyusun peta distribusi sedimen. Dibawah ini segitiga Shepard ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Segitiga Shepard

Pada diagram segitiga shepard diatas terlihat bahwa sudut kanan bawah segitiga menggambarkan 0 % Sand dan sudut kirinya 100 % Sand. Pada sudut

kanan atas segitiga menggambarkan 0 % lanau dan pada sudut kiri bawah segitiga menggambarkan 0 % lempung serta sudut kiri atas segitiga 100 % lempung.

3.5.1 Mean (Rata-rata)

Parameter rata-rata empirik digunakan untuk mengetahui ukuran pemusatan sedimen. Rata-rata dari ukuran butir mencerminkan ciri energi pengendapan oleh air atau angin dalam menstranport sedimen (Richard, 1992). Penyebaran frekuensi besar butir sangat tergantung pada proses lingkungan pengendapan (Sya'rani dan Hariadi, 2006).

3.5.2 Sortasi

Di dalam analisis sedimen sortasi sangat diperlukan untuk mengetahui keanekaragaman ukuran butir sedimen. Pemilahan merupakan perubahan ukuran butir terhadap ukuran butir rata-rata pendek, maka dikatakan mempunyai pemilihan baik. Sebaliknya apabila mempunyai penyebaran ukuran butir terhadap rata-rata ukuran butir panjang disebut mempunyai pemilihan jelek menurut Folk dalam Richard (1992).

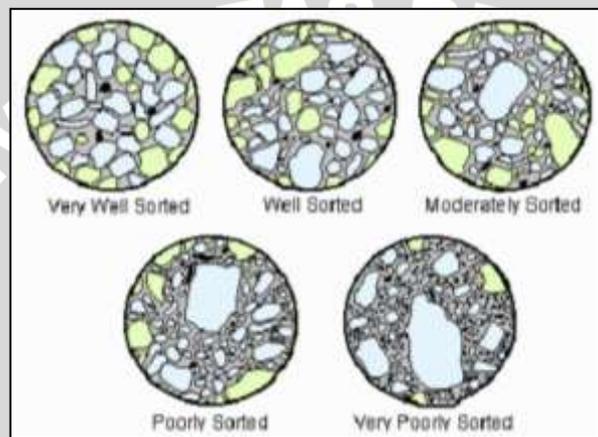
Menurut Friedman dan Sanders (1978), sortasi atau pemilahan adalah penyebaran ukuran butir terhadap ukuran butir rata-rata. Sortasi dikatakan baik jika batuan sedimen mempunyai penyebaran ukuran butir terhadap ukuran butir rata-rata pendek. Sebaliknya apabila sedimen mempunyai penyebaran ukuran butir terhadap rata-rata ukuran butir panjang disebut sortasi jelek. Folk & Ward (1957) mengklasifikasikan derajat sorting sedimen dalam 7 kategori. Klasifikasi sortasi ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi Sortasi

Sorting Coefficient	Characterization
> 4	<i>Extremely Poor</i> (terpilah sangat jelek sekali)
2 – 4	<i>Very Poor</i> (terpilah sangat jelek)

Sorting Coefficient	Characterization
1 – 2	Poor(terpilah jelek)
0,71 – 1	Moderate (terpilah sedang)
0,50 - 0,71	Moderately Well(terpilah cukup baik)
0,35 - 0,5	Well(terpilah baik)
< 0,35	Very Well(Terpilah sangat baik)

(Sumber : Folk & Ward, 1957)



Gambar 5. Penyebaran ukuran partikel sedimen (Sortasi)

3.5.3 Skewness (Kemiringan/Kepencengan)

Nilai kemencengan adalah penyimpangan distribusi ukuran butir terhadap distribusi normal. Distribusi normal adalah suatu distribusi ukuran butir dimana pada bagian tengah dari sampel mempunyai jumlah butiran paling banyak. Butiran yang lebih kasar serta lebih halus tersebar disisi kanan dan kiri dalam jumlah yang sama. Apabila dalam suatu distribusi ukuran butir berlebihan partikel kasar, maka kepencengannya bernilai negatif dan begitu pula sebaliknya, apabila distribusi ukuran butir berlebihan partikel halus maka kemencengannya bernilai positif (Folk, 1974). Koefisien *skewness* dari Folk & Ward (1957) dapat dikelompokkan ke dalam kategori pada Tabel 5.

Tabel 5. Koefisien Skewness

Nilai Skewness	Kategori Skewness (Sk_a)	Keterangan
+ 0,3 to + 1,0	<i>Very fine skewed</i>	Sangat miring ke arah partikel halus
+ 0,1 to + 0,3	<i>Fine skewed</i>	Miring ke arah partikel halus
+ 0,1 to - 0,1	<i>Symmetrical</i>	Hampir simetris
- 0,1 to - 0,3	<i>Coarse skewed</i>	Miring ke arah partikel kasar
- 0,3 to -1,0	<i>Very coarse skewed</i>	Sangat miring ke arah partikel kasar

3.5.4 Kurtosis (Peruncingan)

Kurtosis menunjukkan kepuncakan atau kedataran distribusi dalam perbandingan kepada distribusi normal. Ukuran ini tidak sering digunakan untuk mengukur distribusi ukuran partikel pada sungai-sungai dengan dasar kerikil (Junaidi dan Wigati, 2011).

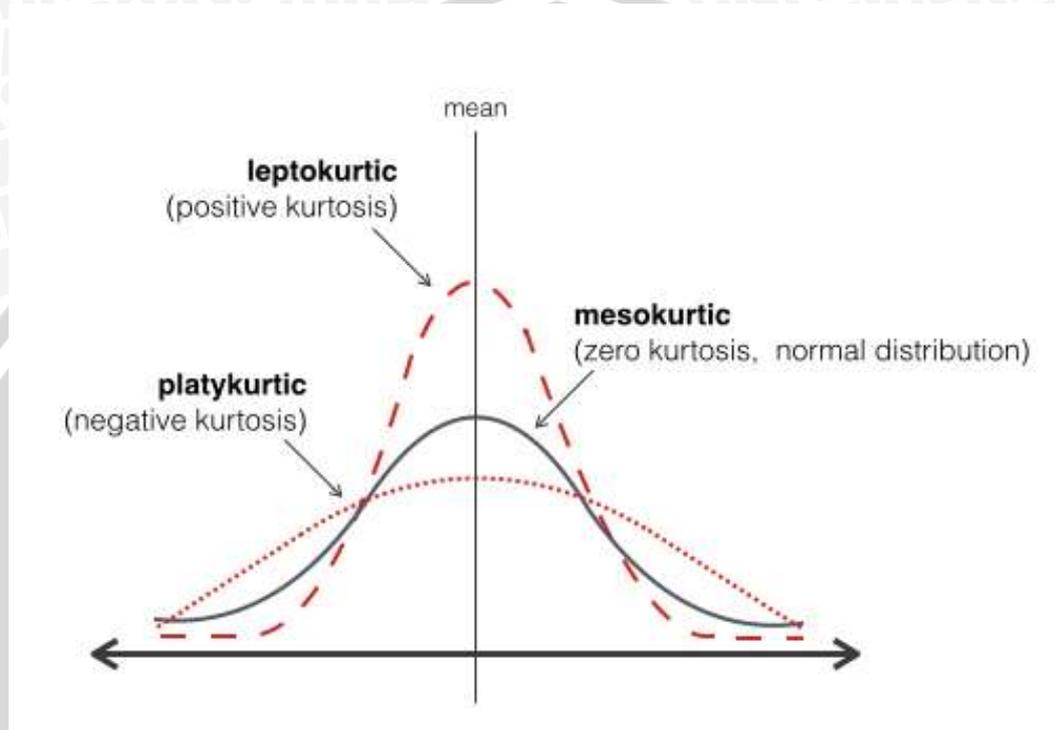
Folk (1974), menjelaskan bahwa kurtosis ini dapat dihitung melalui grafik kurtosis, serta kurtosis ini dapat menggambarkan hubungan antara sortasi bagian tengah kurva dengan bagian bawah. Ditambahkan pula bahwa bila kurva keruncingan relatif (>1.00) disebut leptokurtic dan kurva tumpul ($<1,00$) adalah platikurtik. Kurtosis dihitung dengan pendekatan oleh Folk & Ward (1957) yang dikelompokkan ke dalam lima kategori. Klasifikasi nilai kurtosis ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Klasifikasi nilai-nilai Kurtosis

Nilai Kurtosis	Klasifikasi
$<0,67$	<i>Very platycurtic</i>
$0,67 - 0,90$	<i>Platycurtic</i>
$0,90 - 1,11$	<i>Mesokurtic</i>

Nilai Kurtosis	Klasifikasi
1,11 – 1,50	<i>Leptokurtic</i>
1,50 – 3,00	<i>Very leptokurtic</i>
>3,00	<i>Extremely leptokurtic</i>

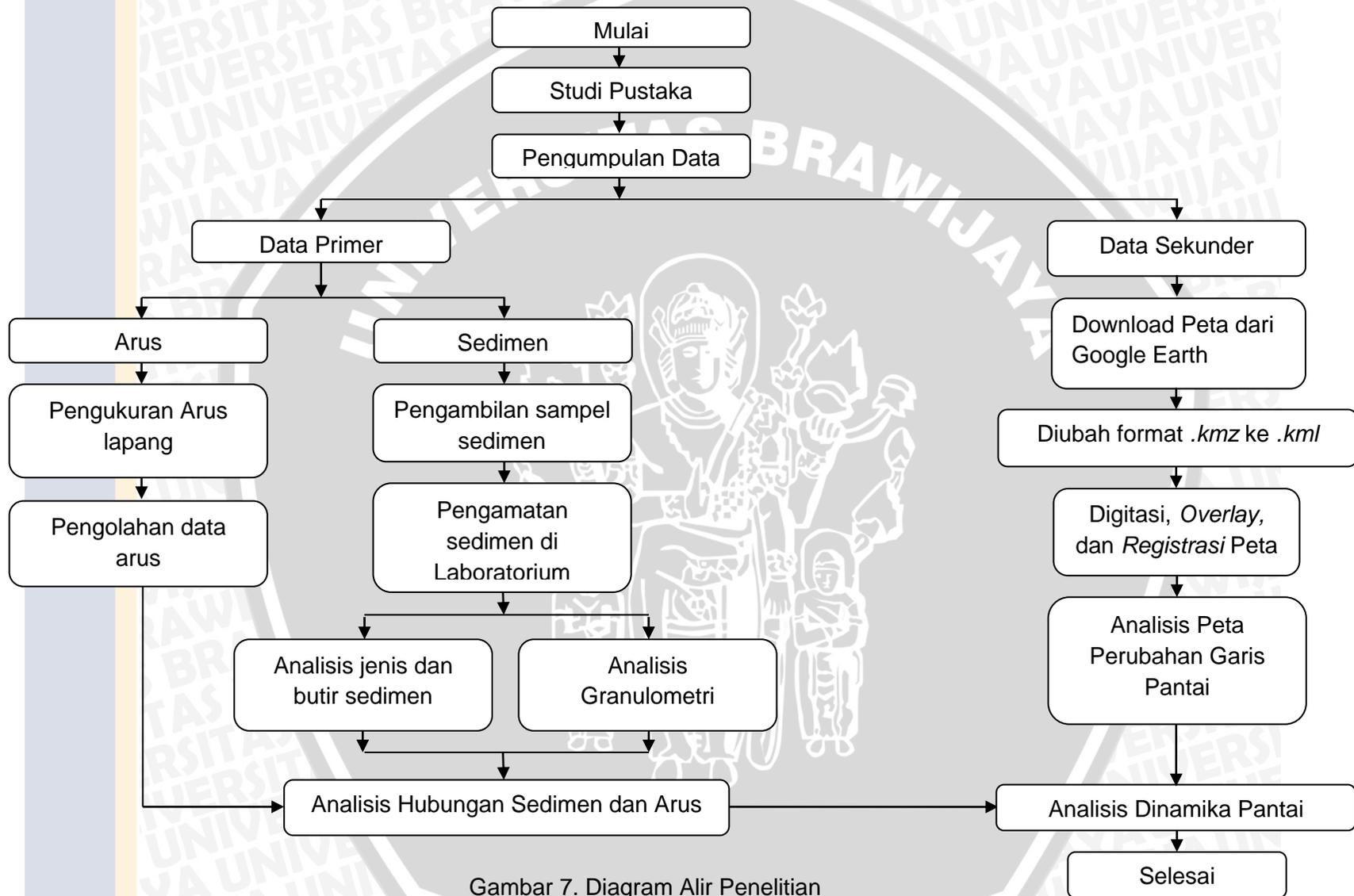
(Sumber : Folk and Ward, 1957)



Gambar 6. Kurva Kurtosis

3.6 Prosedur Penelitian

Proses pengolahan data dan analisis penelitian, membutuhkan suatu gambaran sistematis berupa diagram alir secara menyeluruh untuk dapat memudahkan penelitian. Diagram alir pada penelitian ini ditampilkan pada Gambar 7.



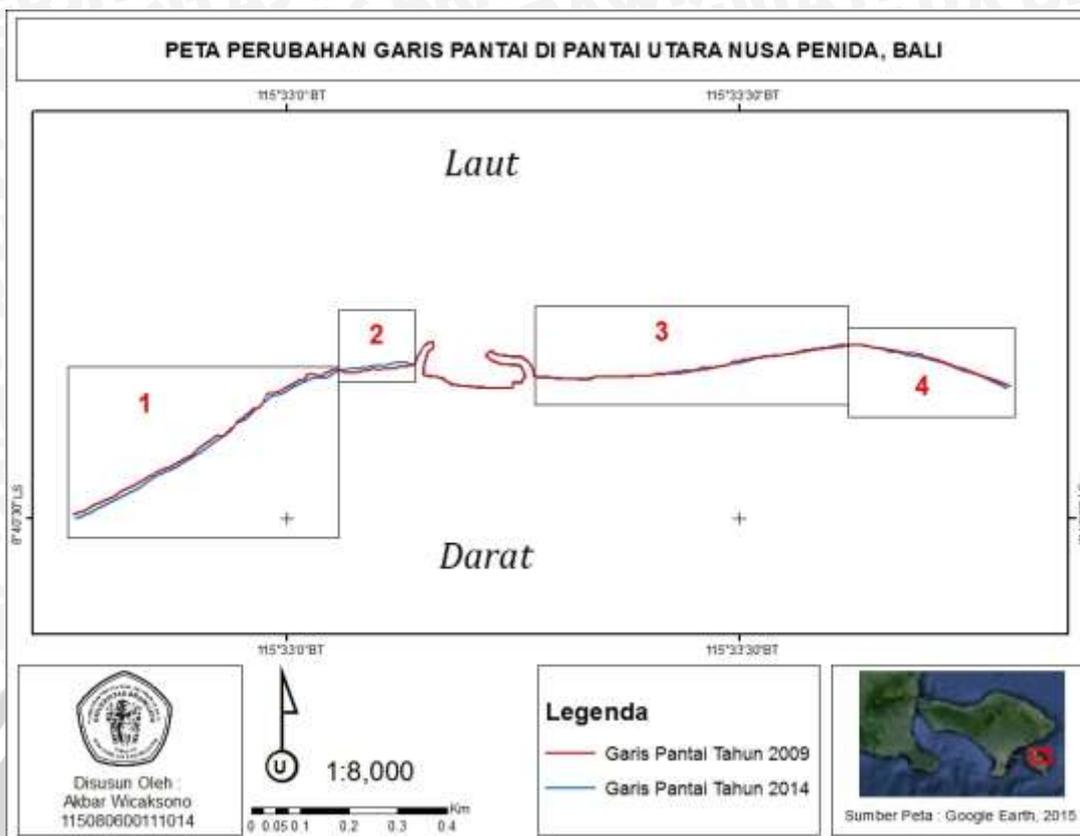
Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Perubahan Garis Pantai

Transpor sedimen sepanjang pantai penyebab utama terjadinya perubahan garis pantai. Transpor sedimen sepanjang pantai diakibatkan adanya arus sepanjang pantai yang mengangkut dan membawa sedimen sepanjang pantai. Hal inilah yang menyebabkan arus sepanjang pantai mempunyai peran penting dalam perubahan garis pantai (Triatmodjo, 1999). Analisis perubahan garis pantai pada penelitian ini menggunakan citra satelit pada tahun 2009 dan 2014. Dari kedua tahun tersebut dapat diketahui di pantai utara Nusa Penida mengalami perbedaan erosi dan dan sedimentasi di setiap bentuk pantainya.

Pengolahan perubahan garis pantai pada penelitian adalah dengan membagi garis pantai dengan beberapa area. Pembagian area tersebut digunakan untuk memudahkan melakukan analisis laju perubahan garis pantai, dengan adanya pembagian area dapat semakin detail dalam mengetahui pola perubahan garis pantai. Pembagian area tersebut dengan mempertimbangkan kondisi geomorfologi dari masing-masing garis pantai. Masing-masing area terdapat beberapa transek dengan jarak interval 50m. Pembuatan transek tersebut adalah dengan metode *single transect* asli. Pengolahan metode *single transect* asli dilakukan terhadap *baseline* yang menjadi dasar dalam pembuatan transek yang dibuat dengan metode *buffer tools*. Pada *baseline* tersebut dibuat garis-garis transek yang posisinya tegak lurus berjarak terhadap *baseline*.



Gambar 8. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2009 sampai 2014

Berdasarkan hasil pengolahan citra satelit (Gambar 8) pada pantai utara Nusa Penida, diketahui bahwa pantai tersebut mengalami perubahan garis pantai maju (sedimentasi) dan mundur (erosi). Nilai laju perubahan yang terjadi ditampilkan seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Besar Laju Perubahan Garis Pantai Tahun 2007-2015 (m/th)

Area	Rata – Rata Nilai Area (m / 5 Th)	Laju Perubahan (m / Tahun)	Keterangan
1	-3.52	0.70	Erosi
2	1.82	0.36	Sedimentasi
3	-0.32	0.06	Erosi
4	-0.21	0.04	Erosi

Besarnya laju perubahan garis pantai masing-masing area dapat dijelaskan sebagai berikut :

a) Analisis perubahan garis pantai area 1

Pengolahan hasil perubahan garis pantai dari citra satelit dari tahun 2009 sampai 2014 pada area 1 mengalami erosi, dan laju perubahan garis pantai yang terjadi sebesar 0.70 m/th. Berdasarkan survey lokasi bahwa kondisi pantai di area 1 digunakan sebagai jalur penyeberangan kapal-kapal *speedboat* yang datang dari Pantai Sanur dan Pelabuhan Padang Bai menuju ke Nusa Penida maupun sebaliknya.

b) Analisis perubahan garis pantai area 2

Perubahan garis pantai pada area 2 pada tahun 2009 sampai 2014 mengalami sedimentasi dengan laju perubahan garis pantai sebesar 0.36 m/th. Pada area 2 pantai terletak disebelah kiri breakwater yang ramai dengan pemukiman masyarakat.

c) Analisis perubahan garis pantai area 3

Pada area 3 perubahan garis pantai pada tahun 2009 sampai 2014 mengalami erosi dengan laju perubahan garis pantai sebesar 0.06 m/th. Berdasarkan survey pantai pada area 3 tersebut terletak disebelah kanan breakwater. Pantai ini juga ramai dengan kegiatan masyarakat, termasuk pemukiman.

d) Analisis perubahan pantai area 4

Garis pantai hasil dari citra satelit pada tahun 2009 sampai 2014 juga mengalami erosi dengan laju perubahan garis pantai sebesar 0.04 m/th berdasarkan survey, pantai di area 4 tersebut digunakan sebagai jalur penyeberangan wisatawan yang menggunakan *speedboat* dari Padang Bai menuju Nusa Penida, di pantai ini juga ditemukan banyak vegetasi rumput laut.

Hal ini senada dengan Arief *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa pesisir pantai utara mengalami sedimentasi yang disebabkan oleh banyaknya aktivitas manusia. Di Perairan Utara Nusa Penida banyak digunakan masyarakat untuk aktivitas sehari-hari, contohnya sebagai petani rumput laut. Menangkap ikan sebagai konsumsi ataupun dijual kembali dan sebagai alur penyeberangan antara Nusa Penida dan Pulau Bali.

4.2 Analisis Data Arus

Hasil pengukuran data arus di lapang dilakukan pada bulan April 2015, didapatkan kecepatan dan arah arus pada masing – masing stasiun pengamatan. Hasil pengukuran arus lapang yang dilakukan pada saat pasang dapat dilihat pada Tabel 8 dan pada saat surut dapat dilihat pada Tabel 9.

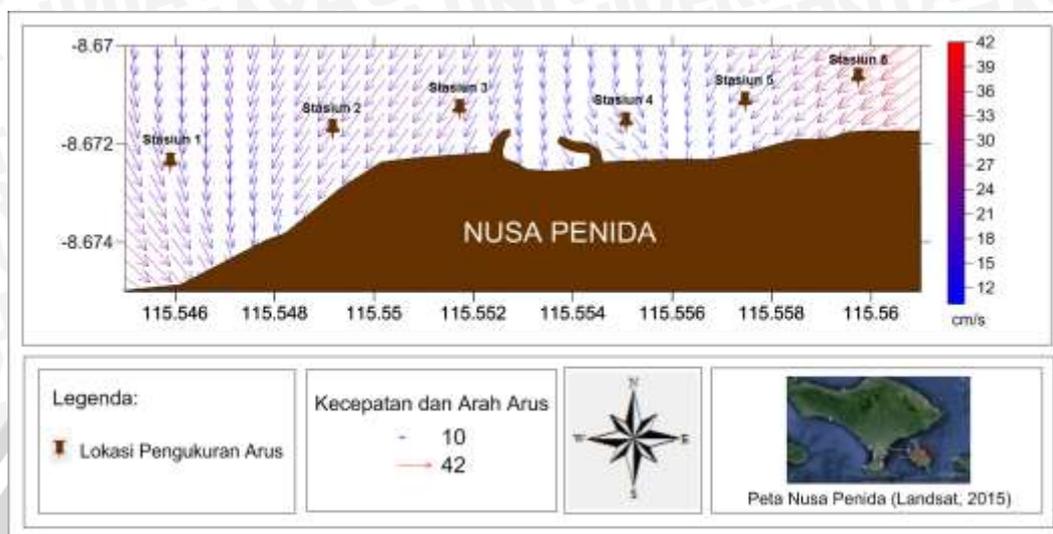
Tabel 8. Pola Pergerakan Arus Saat Pasang

POLA ARUS SAAT PASANG						
Kedalaman (m)	kecepatan (cm/s)					
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
0.2 d	32	39	22	18	12	22
0.6 d	17	22	18	11	12	11
0.8 d	20	31	17	12	12	15
Arah	TG	S	S	TG	S	BD

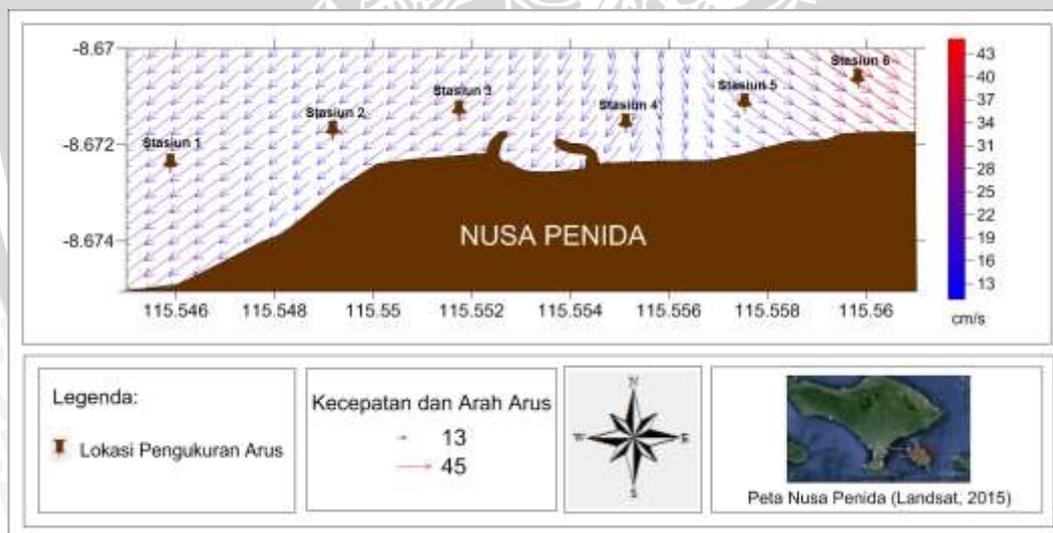
Tabel 9. Pola Pergerakan Arus Saat Surut

POLA ARUS SAAT SURUT						
Kedalaman (m)	kecepatan (cm/s)					
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
0.2 d	28	29	22	20	13	17
0.6 d	20	33	20	10	13	13
0.8 d	20	22	10	10	10	10
Arah	BD	BD	BD	D	TG	T

Data pergerakan arus hasil dari observasi lapang saat pasang dapat dilihat pada Gambar 9 dan pergerakan arus pada saat surut dapat dilihat pada Gambar 10



Gambar 9. Pola Pergerakan Arus Saat Pasang



Gambar 10. Pola Pergerakan Arus Saat Surut

Pada stasiun 1 yaitu di sekitar Pelabuhan Buyuk pengaruh gelombang dan arus sangat tinggi sehingga pada daerah sekitar Pelabuhan Buyuk mengalami kerusakan akibat hantaman gelombang yang besar. Pelabuhan Buyuk merupakan pelabuhan tradisional yang digunakan masyarakat untuk akses jalur perhubungan dari Sanur menuju Nusa Penida maupun sebaliknya

dan dari Padang Bai menuju Nusa Penida maupun sebaliknya. Selain digunakan sebagai jalur penyeberangan, pelabuhan ini juga digunakan sebagai pelabuhan perikanan oleh nelayan – nelayan di Pulau Nusa Penida. Kecepatan arus di daerah ini berkisar antara 17 – 30 cm/s.

Pada stasiun 2 di sekitar Pelabuhan Buyuk gelombang dan arus di area ini cukup tinggi seperti halnya di stasiun 1. Di daerah ini selain digunakan sebagai jalur penyeberangan di daerah pantai mulai dibangun tempat penginapan bagi wisatawan yang berkunjung ke Pulau Nusa Penida.

Pada stasiun 3 dan 4 yaitu di daerah Pelabuhan Nusa Penida, area ini digunakan sebagai alur pelayaran kapal Ferry yang mengangkut orang dan barang dari Nusa Penida ke Bali, maupun sebaliknya. Alur pelayaran sangat erat kaitannya dengan kedalaman dan pasang surut suatu perairan. Alur Pelayaran hendaknya jauh dari ekosistem perairan yang penting dan memiliki jarak aman dengan pantai untuk menghindari adanya kecelakaan kapal akibat kapal yang menabrak karang. Alur pelayaran digunakan kapal untuk mengarahkan kapal yang akan masuk ke kolam pelabuhan, keadaan perairan yang digunakan untuk pelayaran harus cukup tenang terhadap pengaruh gelombang dan arus. Kondisi arus dan gelombang di sekitar Pelabuhan Nusa Penida sehingga di samping kanan dan kiri pelabuhan dibangun bangunan pelindung pantai berupa breakwater untuk mengurangi pengaruh arus dan gelombang pada kolam pelabuhan sehingga arus dan gelombang yang datang dapat dibelokkan dengan adanya breakwater tersebut.

Pada stasiun 5 yang terletak diantara Pelabuhan Nusa Penida dan Pelabuhan Sampalan di area ini terumbu karang tumbuh optimal. Kecepatan arus rata-rata di area ini sebesar 12.5 cm/s dengan kecerahan yang baik sehingga menunjang pertumbuhan terumbu karang.

Pada stasiun 6 disekitar Pelabuhan Sampalan dan disekitar stsiun 5 banyak ditemukan rumput laut. Kecepatan arus rata-rata di lokasi ini berkisar antara 10-22 cm/s. di lokasi ini juga digunakan sebagai jalur penyeberangan antara Padang Bai menuju Nusa Penida maupun sebaliknya.

4.3 Analisis Data Sedimen

4.3.1 Lokasi dan Karakteristik Arus di Perairan Utara Nusa Penida

Pengambilan sedimen di Perairan Utara Nusa Penida terdiri 6 stasiun yang diambil di dekat lokasi pengambilan arus. Berikut merupakan tabel lokasi pengambilan sedimen, kecepatan dan arah arus di tiap stasiun ditampilkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Stasiun Data Sedimen, Kecepatan Arus, dan Arah Arus

Stasiun	Koordinat		Kecepatan Arus (cm/s)	Arah Arus
	x	y		
st. 1	115.545114°	-8.674634°	22.8	Tenggara
st. 2	115.548438°	-8.673062°	29.3	Barat Daya
st. 3	115.551588°	-8.671934°	18.1	Barat Daya
st. 4	115.554956°	-8.671975°	13.5	Tenggara
st. 5	115.557205°	-8.671781°	12	Tenggara
st. 6	115.559636°	-8.671507°	14.6	Barat Daya

Kecepatan rata-rata arus di perairan utara Nusa Penida sebesar 18 cm/s. Kecepatan arus terbesar pada stasiun 2 yaitu sebesar 29.3 cm/s. Sedangkan kecepatan arus terkecil berada pada stasiun 5 yaitu sebesar 12 cm/s. Perbedaan arus pada setiap stasiun disebabkan oleh tiupan angin. Kecepatan angin yang berbeda-beda akan menyebabkan perbedaan pada kecepatan arus. Angin yang berhembus dipermukaan akan mengakibatkan terbentuknya arus permukaan. Semakin dalam suatu perairan, arus pada setiap kedalaman akan berbeda pula. Perbedaan kecepatan arus ini selain disebabkan oleh perbedaan kedalaman suatu perairan juga disebabkan oleh morfologi pantai tersebut. Arus adalah salah satu faktor oseanografi yang berperan penting dalam pengangkutan

sedimen. Menurut Darlan (1996), bahwa distribusi fraksi-fraksi sedimen dipengaruhi oleh arus. Pada daerah dengan turbulensi tinggi, fraksi yang memiliki kenampakan makroskopis seperti kerikil dan pasir akan lebih cepat mengendap dibandingkan fraksi yang berukuran mikroskopis seperti lumpur. Dyer (1986) mengungkapkan bahwa sedimen dengan ukuran yang lebih halus lebih mudah berpindah dan cenderung lebih cepat daripada ukuran kasar. Fraksi halus terangkut dalam bentuk suspensi sedangkan fraksi kasar terangkut pada dekat dasar laut. Selanjutnya partikel yang lebih besar akan tenggelam lebih cepat daripada partikel yang berukuran kecil.

4.3.2 Penentuan Ukuran dan Jenis Partikel Sedimen

Penentuan ukuran dan jenis partikel sedimen yang didapatkan dari uji sampel sedimen di laboratorium dengan menggunakan *Sieve Shaker* ditampilkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Presentase Ukuran Butir Sedimen

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	760	0.53	5.53	22.63	39.74	21.32	10.26	0
2	1758	0.46	11.49	43.34	37.32	5.69	1.71	0
3	1114	15.80	40.39	34.65	5.39	2.51	1.26	0
4	1996	8.40	8.36	16.69	29.34	19.04	10.22	0
5	1598	8.33	8.10	16.69	35.19	15.00	8.18	0
6	1836	7.99	7.66	16.92	30.04	18.51	10.70	0

Tabel presentasi ukuran butir sedimen menunjukkan hasil persentase sampel sedimen yang lolos ayakan. Pada stasiun 1, jenis sedimen yang mendominasi yaitu pasir sedang dengan persentase sebesar 39.74 %. Pada stasiun 2, jenis sedimen yang mendominasi yaitu pasir kasar dengan persentase

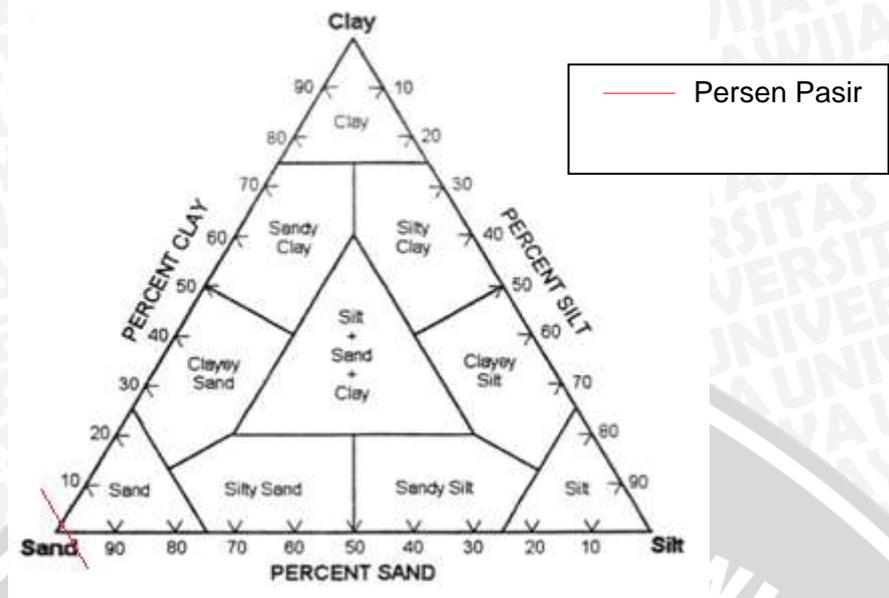
sebesar 43.34 %. Pada stasiun 3, jenis sedimen yang mendominasi yaitu pasir sangat kasar dengan persentase sebesar 40.39 %. Pada stasiun 4, jenis sedimen yang mendominasi yaitu pasir sedang dengan persentase sebesar 29.34 %. Pada stasiun 5, jenis sedimen yang mendominasi yaitu pasir sedang dengan persentase sebesar 35.19 %. Pada stasiun 6, jenis sedimen yang mendominasi yaitu pasir sedang dengan persentase sebesar 30.04 %.

Penentuan ukuran butir sedimen pada Perairan Utara Nusa Penida menggunakan bantuan Segitiga Shepard. Berikut ini ditampilkan tabel presentase jenis ukuran butir sedimen di Perairan Utara Nusa Penida.

Tabel 12. Tabel Presentase Fraksi Sedimen

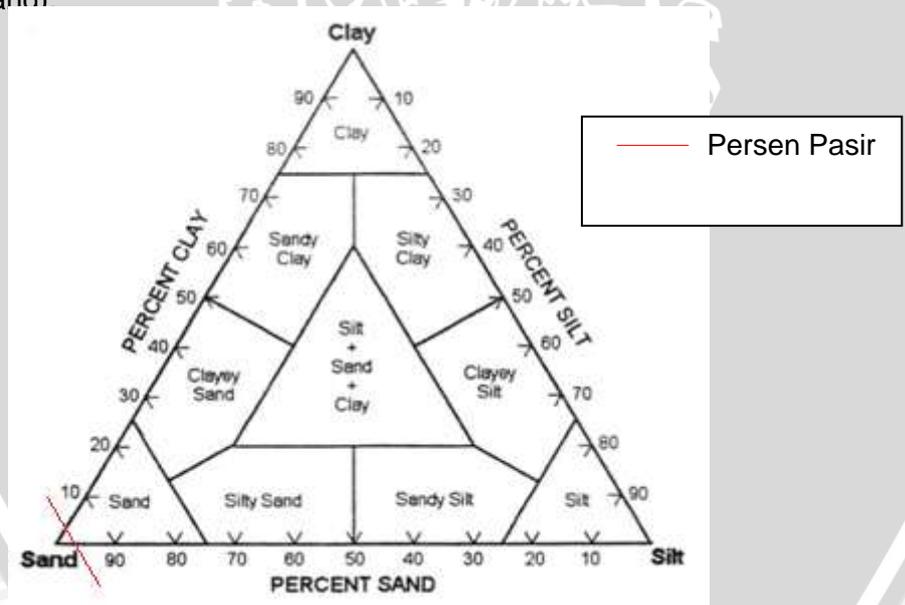
Stasiun	% Fraksi Sedimen		
	Gravel	Sand	Silt
1	0.00	99.47	0.00
2	0.00	99.54	0.00
3	0.00	84.20	0.00
4	0.00	83.66	7.94
5	0.00	83.16	8.52
6	0.00	83.84	8.17

Presentase fraksi sedimen di Perairan Utara Nusa Penida didominasi oleh Pasir. Presentase fraksi sedimen terbesar berada pada stasiun 2 dengan nilai 99.54 %, dan presentase fraksi sedimen terkecil berada pada stasiun 5 dengan nilai 83.16 %. Dengan nilai presentase fraksi sedimen diatas digunakan segitiga Shepard untuk menentukan ukuran butir sedimen. Segitiga Shepard tiap stasiun ditampilkan dibawah ini.



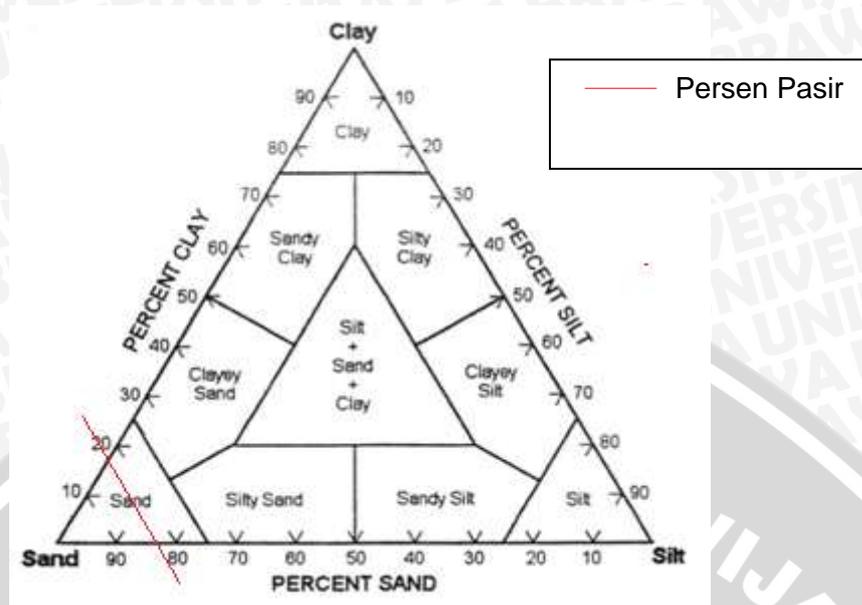
Gambar 11. Segitiga Shepard Stasiun 1

Pada stasiun 1 (Gambar 11) didominasi oleh 99.47 % pasir (sand) dan 0.00 % lanau (silt). Sehingga sedimen yang mendominasi pada stasiun 1 berupa pasir (sand)



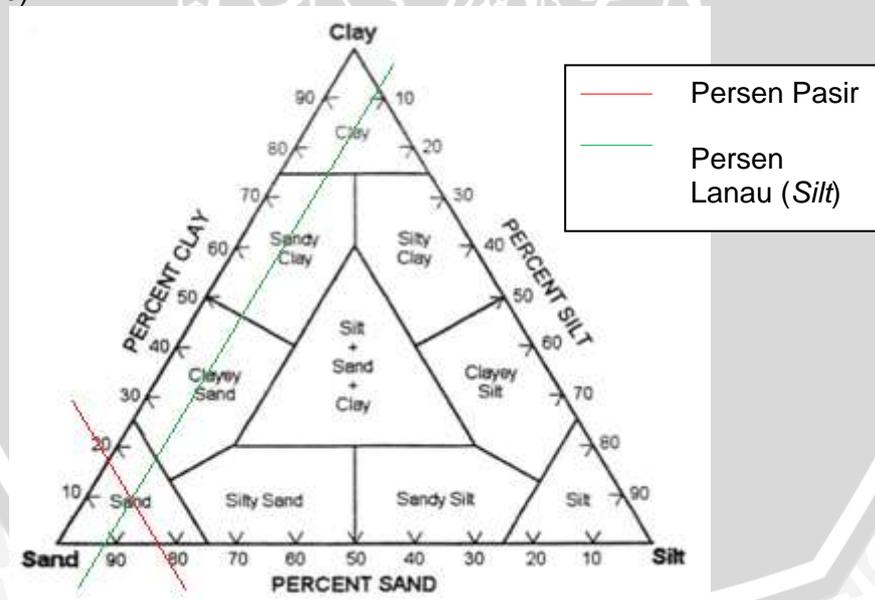
Gambar 12. Segitiga Shepard Stasiun 2

Pada stasiun 2 (Gambar 12) didominasi oleh 99.54 % pasir (sand) dan 0.00 % lanau (silt). Sehingga sedimen yang mendominasi pada stasiun 2 berupa pasir (sand).



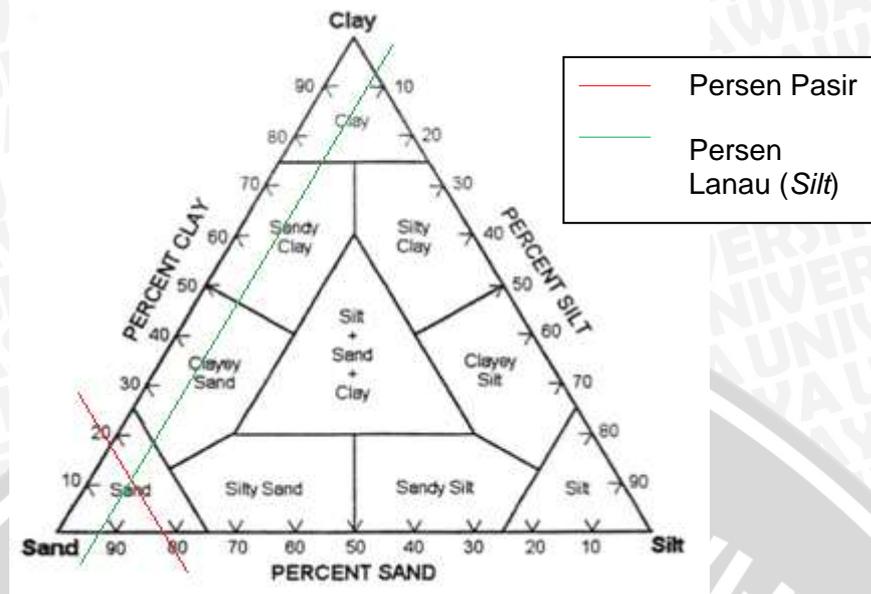
Gambar 13. Segitiga Shepard Stasiun 3

Pada stasiun 3 (Gambar 13) didominasi oleh 84.20 % pasir (sand) dan 0.00 % lanau (silt). Sehingga sedimen yang mendominasi pada stasiun 3 berupa pasir (sand).



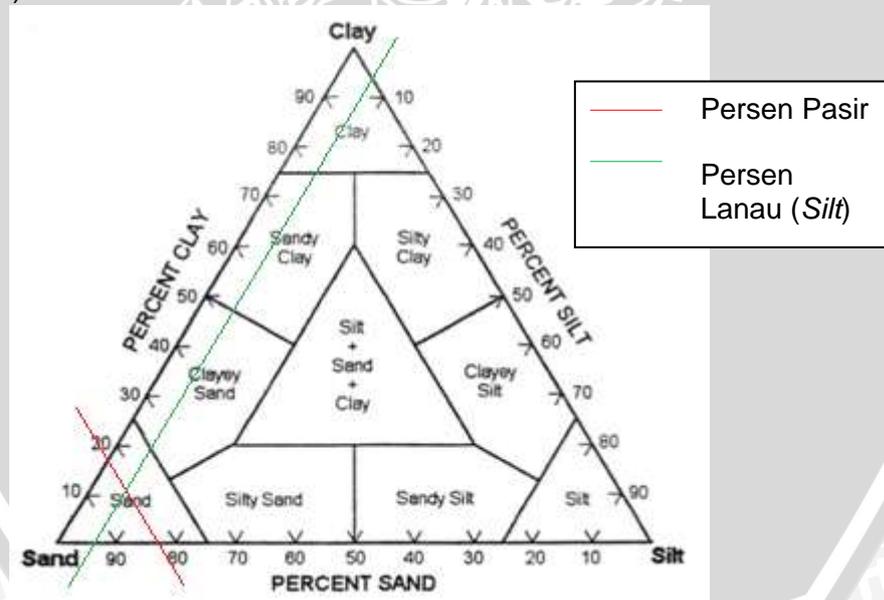
Gambar 14. Segitiga Shepard Stasiun 4

Pada stasiun 4 (Gambar 14) didominasi oleh 83.16 % pasir (sand) dan 8.52 % lanau (silt). Sehingga sedimen yang mendominasi pada stasiun 4 berupa pasir (sand).



Gambar 15. Segitiga Shepard Stasiun 5

Pada stasiun 5 (Gambar 15) didominasi oleh 83.66 % pasir (sand) dan 7.94 % lanau (silt). Sehingga sedimen yang mendominasi pada stasiun 5 berupa pasir (sand).



Gambar 16. Segitiga Shepard Stasiun 6

Pada stasiun 6 (Gambar 16) didominasi oleh 83.84 % pasir (sand) dan 8.17 % lanau (silt). Sehingga sedimen yang mendominasi pada stasiun 6 berupa pasir (sand).

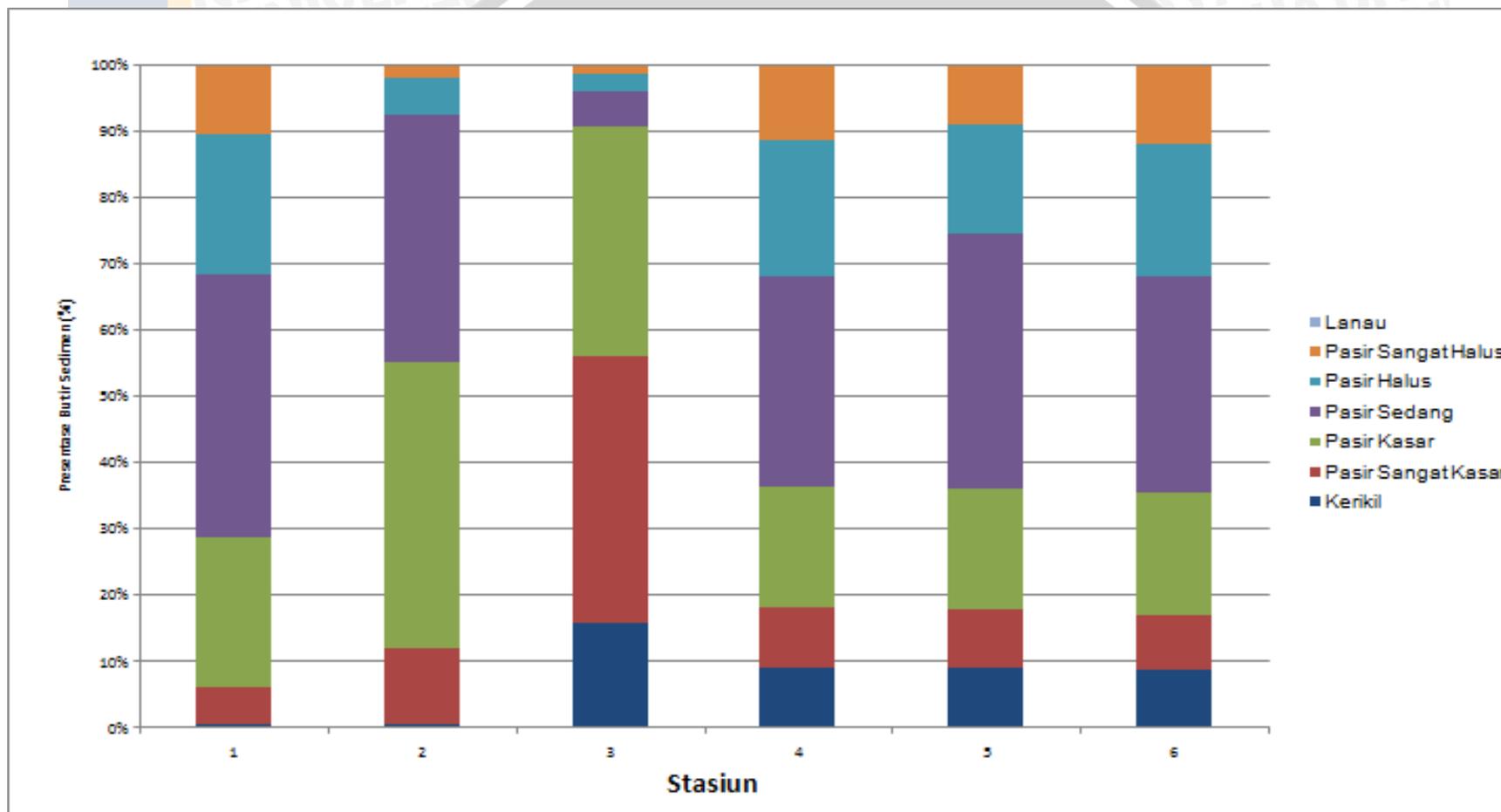
4.3.3 Jenis dan Ukuran Butir Partikel Sedimen

Berdasarkan pengolahan data sedimen yang meliputi sampel, pengujian sampel, serta pengolahan data statistic sedimen. Dengan bantuan tabel *Wentworth* maka didapat jenis ukuran butir sedimen pada tiap stasiun. Berikut merupakan tabel *Wentworth* yang ditampilkan pada Gambar dan tabel karakteristik butir sedimen yang ditampilkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Ukuran Butir dan Jenis Partikel Sedimen

Stasiun	Diameter (mm)	Jenis Partikel Sedimen
1	0.34	Pasir Sedang
2	0.71	Pasir Kasar
3	1.87	Pasir Sangat Kasar
4	0.47	Pasir Sedang
5	0.47	Pasir Sedang
6	0.45	Pasir Sedang

Tabel diatas menunjukkan jenis partikel sedimen di setiap stasiun di Perairan Utara Nusa Penida. Jenis partikel sedimen yang mendominasi Perairan Utara Nusa Penida adalah pasir. Sedimen jenis pasir sedang mendominasi wilayah stasiun 1, 4, 5, dan 6 dengan ukuran butir sedimen 0,34-0,47mm. Jenis pasir kasar mendominasi wilayah stasiun 2 dengan ukuran butir 0,71mm. Dan jenis pasir sangat kasar mendominasi wilayah stasiun 3 dengan ukuran butir 1,87mm. Dibawah ini ditampilkan grafik presentase ukuran butir sedimen Pantai Utara Nusa Penida (Gambar 17).



Gambar 17. Presentase Ukuran Butir Sedimen Pantai Utara Nusa Penida

4.3.4 Analisis Granulometri

Lokasi penelitian mempunyai nilai stasistik sedimen permukaan dasar yang relatif bervariasi antara lain nilai kepengcengan (skewness) menunjukkan menceng sangat halus sampai menceng sangat kasar, nilai rata-rata (mean), nilai kurtosis dan nilai sortasi.

Nilai phi (Φ) merupakan nilai yang dibutuhkan untuk mendapatkan suatu nilai mean dari ukuran butir sedimen. Nilai phi (Φ) didapat dari nilai persentase lolos ayakan yang kemudian ditarik garis kebawah pada grafik *Sieve Graph* dan didapat nilai phi. Nilai persentase lolos ayakan yang digunakan yaitu 5%, 16%, 25%, 50%, 75%, 84%, dan 95%. Hasil perhitungan nilai phi ditunjukkan pada Tabel 14.

Tabel 14. Nilai Phi Sedimen

Stasiun	phi						
	ϕ_5	ϕ_{16}	ϕ_{25}	ϕ_{50}	ϕ_{75}	ϕ_{84}	ϕ_{95}
1	3	2.6	2.2	1.6	0.6	0.5	-1.1
2	2.1	1.7	1.5	0.6	-0.3	-0.8	-1.7
3	1.6	0.4	-0.2	-1.2	-1.7	-1.9	-2.1
4	4.1	3	2.4	1.5	0.1	-1.2	-1.9
5	4.1	2.9	2.3	1.5	0.3	-1.1	-1.9
6	4.1	3	2.5	1.5	0.9	-1	-1.9

4.3.5 Mean (Rata – Rata) Diameter Butir

Pethick (1984) mendefinisikan *mean* adalah rata-rata dari ukuran butir. Nilai tersebut menunjukkan nilai energi yang disebabkan angin atau air yang menggerakkan sedimen. Berikut merupakan rumus untuk menghitung nilai *mean*:

$$\text{Mean phi } (\Phi) = \frac{016+050+084}{3}$$

Tabel 15. Nilai Mean (Rata-rata)

Stasiun	Phi							Mean	
	φ5	φ16	φ25	φ50	φ75	φ84	φ95	Phi (φ)	Diameter (mm)
1	3	2.6	2.2	1.6	0.6	0.5	-1.1	1.57	0.34
2	2.1	1.7	1.5	0.6	-0.3	-0.8	-1.7	0.5	0.71
3	1.6	0.4	-0.2	-1.2	-1.7	-1.9	-2.1	-0.9	1.87
4	4.1	3	2.4	1.5	0.1	-1.2	-1.9	1.1	0.47
5	4.1	2.9	2.3	1.5	0.3	-1.1	-1.9	1.1	0.47
6	4.1	3	2.5	1.5	0.9	-1	-1.9	1.17	0.45

Pada Tabel 15 dari perhitungan nilai mean (rata-rata) diameter butir didapat bahwa nilai diameter terbesar berada pada stasiun 3 dengan nilai phi (φ) -0.09 didapat diameter butir 1.87 mm. sedangkan nilai diameter terkecil berada pada stasiun 1 dengan nilai phi (φ) 1.57 didapat diameter butir 0.34 mm.

4.3.6 Standar Deviasi (Sorting)

Folk & Ward (1957), memasukkan range yang lebih luas dari kurva ukuran distribusi kumulatif ke dalam analisis sorting dan menghitung sorting sebagai berikut :

$$S_{F\&W} = \frac{0.84 - 0.16}{4} + \frac{0.95 - 0.05}{6.6}$$

Tabel 16. Standar Deviasi (Sorting)

Stasiun	Phi							Sorting	
	φ5	φ16	φ25	φ50	φ75	φ84	φ95	phiφ	Klasifikasi
1	3	2.6	2.2	1.6	0.6	0.5	-1.1	-1.15	<i>very well sorted</i>
2	2.1	1.7	1.5	0.6	-0.3	-0.8	-1.7	-1.20	<i>very well sorted</i>
3	1.6	0.4	-0.2	-1.2	-1.7	-1.9	-2.1	-1.14	<i>very well sorted</i>
4	4.1	3	2.4	1.5	0.1	-1.2	-1.9	-1.96	<i>very well sorted</i>
5	4.1	2.9	2.3	1.5	0.3	-1.1	-1.9	-1.91	<i>very well sorted</i>
6	4.1	3	2.5	1.5	0.9	-1	-1.9	-1.91	<i>very well sorted</i>

Pada Tabel 16 di stasiun 1 sampai dengan 6 menunjukkan bahwa sortasi sedimen di Perairan Utara Nusa Penida termasuk dalam klasifikasi *very well sorted* yang berarti tersortasi dengan baik.

4.3.7 Tingkat Kemiringan / kecondongan (Skewness)

Nilai terhitung untuk skewness didasarkan pada persamaan dari Folk & Ward (1957) yang dikombinasikan dengan persamaan dari Inman (1952) sebagai berikut :

$$S_k = \frac{\phi_{16} + \phi_{18} - (2 \cdot \phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{5} + \phi_{95} - (2 \cdot \phi_{50})}{2(\phi_{95} - \phi_{5})}$$

Tabel 17. Kemiringan / Kecondongan (Skewness)

Stasiun	Phi							Skewness	
	φ5	φ16	φ25	φ50	φ75	φ84	φ95	phiφ	Klasifikasi
1	3	2.6	2.2	1.6	0.6	0.5	-1.1	0.18	<i>fine skewed</i>
2	2.1	1.7	1.5	0.6	-0.3	-0.8	-1.7	0.17	<i>fine skewed</i>
3	1.6	0.4	-0.2	-1.2	-1.7	-1.9	-2.1	-0.45	<i>very coarse skewed</i>
4	4.1	3	2.4	1.5	0.1	-1.2	-1.9	0.21	<i>fine skewed</i>
5	4.1	2.9	2.3	1.5	0.3	-1.1	-1.9	0.22	<i>fine skewed</i>
6	4.1	3	2.5	1.5	0.9	-1	-1.9	-0.73	<i>very coare skewed</i>

Pada Tabel 17 kecondongan (Skewness) sedimen stasiun 1, 2 4 dan stasiun 6 termasuk dalam klasifikasi *fine skewed* yang berarti kemiringan kurva kearah partikel halus. Pada stasiun 3 dan stasiun 6 sedimen termasuk dalam klasifikasi *very coarse skewed* yang berarti kemiringan kurva ke arah partikel yang lebih kasar.



4.3.8 Tingkat Keruncingan (Kurtosis)

Untuk distribusi ukuran partikel dalam satuan ϕ , Folk & Ward (1957) mengusulkan untuk menghitung kurtosis menggunakan ekor dan kuartil dari distribusi :

$$K_u = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})}$$

Tabel 18. Keruncingan (Kurtosis)

Stasiun	Phi							Kurtosis	
	ϕ_5	ϕ_{16}	ϕ_{25}	ϕ_{50}	ϕ_{75}	ϕ_{84}	ϕ_{95}	phi ϕ	Klasifikasi
1	3	2.6	2.2	1.6	0.6	0.5	-1.1	1.05	Mesokurtic
2	2.1	1.7	1.5	0.6	-0.3	-0.8	-1.7	0.87	Platykurtic
3	1.6	0.4	-0.2	-1.2	-1.7	-1.9	-2.1	1.01	Mesokurtic
4	4.1	3	2.4	1.5	0.1	-1.2	-1.9	1.07	Mesokurtic
5	4.1	2.9	2.3	1.5	0.3	-1.1	-1.9	1.23	Leptokurtic
6	4.1	3	2.5	1.5	0.9	-1	-1.9	1.54	Very leptokurtic

Pada Tabel 18 Keruncingan (Kurtosis) klasifikasi sedimen pada stasiun 1 adalah *mesokurtic* (mendekati runcing), klasifikasi sedimen stasiun 2 adalah *platykurtic* (tumpul), klasifikasi sedimen stasiun 3 adalah *mesokurtic* (mendekati runcing), klasifikasi sedimen stasiun 4 adalah *mesokurtic* (mendekati runcing), klasifikasi sedimen stasiun 5 adalah *leptokurtic* (runcing), dan klasifikasi stasiun 6 adalah *very leptokurtic* (sangat runcing).

4.4 Analisis Granulometri dan Hubungannya Dengan Arus

Hasil analisis ukuran butir menunjukkan Perairan Utara Nusa Penida didominasi oleh Pasir. Pergerakan arus sangat mempengaruhi ukuran butir sedimen pada suatu perairan. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Nugroho dan Basit (2014), arus mempunyai sifat yang mampu menyeleksi ukuran butir yang dipindahkannya dalam proses sedimentasi sehingga menyebabkan variasi

ukuran butir dalam suatu lingkungan. Transpor sedimen yang terjadi disebabkan adanya arus sejajar pantai (*longshore sediment transport*).

Nilai sortasi sedimen di lokasi penelitian yaitu di Perairan Utara Nusa Penida termasuk dalam kategori pemilahan yang sangat baik (*very well sorted*). Arus merupakan parameter fisika yang berperan sangat penting dalam pemilahan sedimen di perairan. Hal ini senada dengan Nugroho dan Basit (2014) yang menyatakan bahwa pemilahan sedimen di suatu perairan disebabkan oleh adanya pengaruh arus yang bekerja pada lingkungan tersebut yang mengakibatkan ukuran butir sedimen yang mengendap tercampur secara acak.

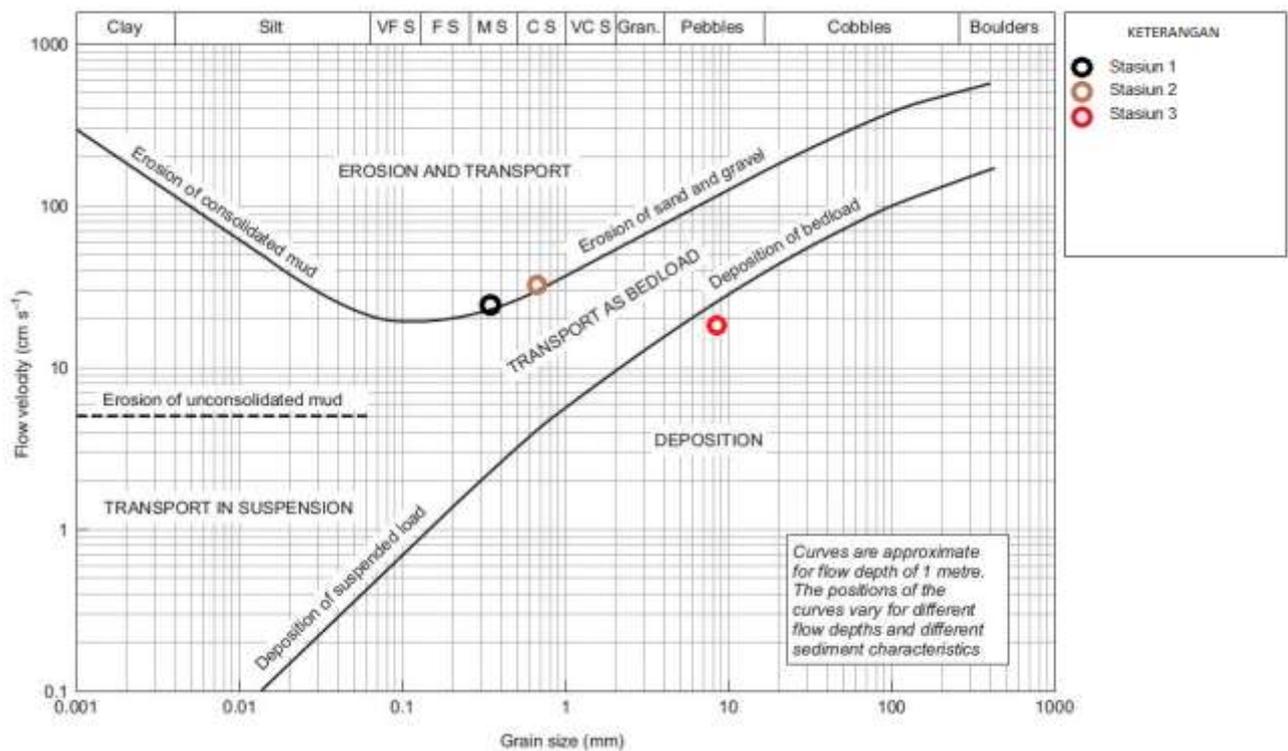
Nilai kemencengan (*Skewnes*) pada Perairan Utara Nusa Penida termasuk dalam kategori miring kearah partikel halus (*fine skewed*) dan miring kearah partikel sangat kasar (*very coarse skewed*). Pengaruh arus pada lokasi penelitian mempengaruhi distribusi sedimen pada lokasi tersebut, sehingga menimbulkan distribusi sedimen acak. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nugroho dan Basit (2014) yaitu, nilai kemencengan pada suatu perairan disebabkan oleh arus yang menimbulkan proses transportasi dan mengendap. transportasi sedimen di suatu perairan dipengaruhi arus yang berfluktuasi sehingga mampu memilah setiap ukuran butiran sedimen yang halus.

Nilai kurtosis pada lokasi penelitian yaitu pada stasiun 1 adalah *mesokurtic* (mendekati runcing), klasifikasi sedimen stasiun 2 adalah *platykurtic* (tumpul), klasifikasi sedimen stasiun 3 adalah *mesokurtic* (mendekati runcing), klasifikasi sedimen stasiun 4 adalah *mesokurtic* (mendekati runcing), klasifikasi sedimen stasiun 5 adalah *leptokurtic* (runcing), dan klasifikasi stasiun 6 adalah *very leptokurtic* (sangat runcing). Menurut Rifardi (2012), Kurtosis mengukur puncak kurva sebaran sedimen dan berhubungan dengan penyebaran distribusi normal sebaran butir sedimen. Nilai kurtosis digunakan untuk menguatkan asumsi yang dibuat tentang pola arus melalui analisis sorting. Kurva yang sangat

datar menggambarkan sedimen yang terpilah buruk disebut *PLATYKURTIC*. Kurva yang mempunyai puncak sangat tajam menggambarkan sedimen yang terpilah baik disebut *LEPTOKURTIC*.

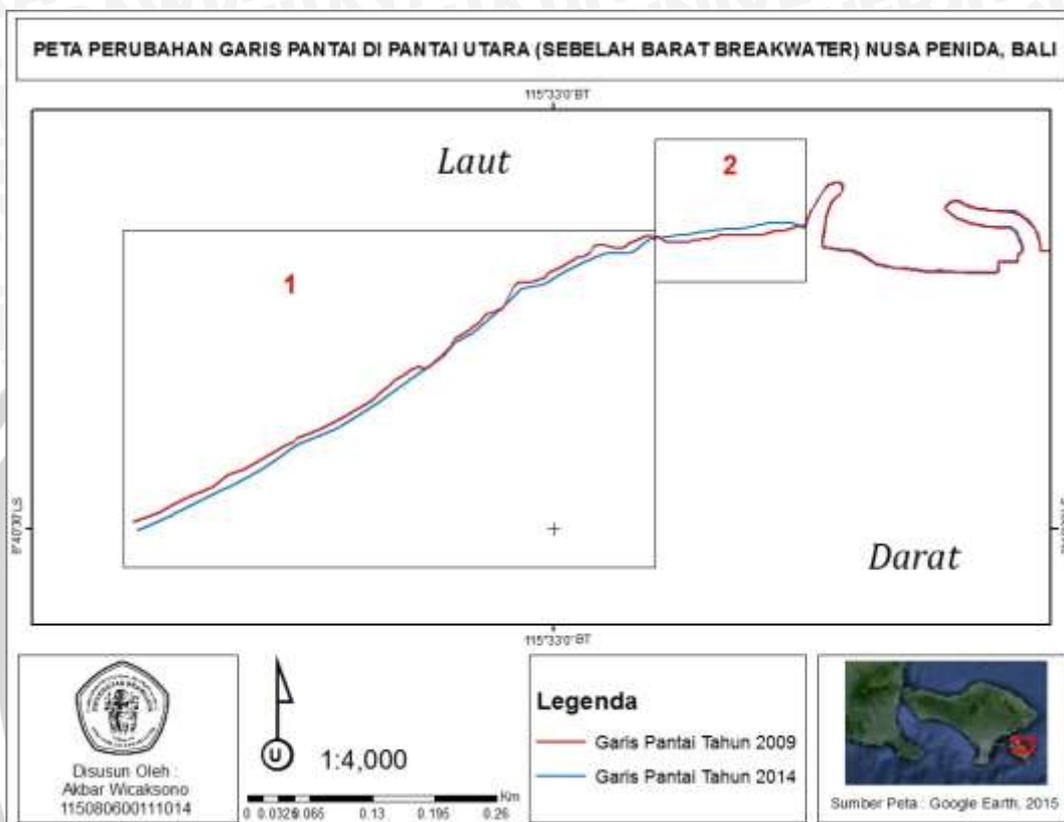
4.5 Analisis Hubungan Arus dan Sedimen Terhadap Perubahan Garis Pantai

Hubungan antara kecepatan arus dengan diameter sedimen dan pengaruhnya terhadap pergerakan sedimen dalam kurva Hjulstrom, dimana semakin menguatnya arus akan mengendapkan sedimen kasar, dan dengan melemahnya arus akan mengendapkan sedimen halus di suatu perairan (Waugh, 2000). Arus sangat berpengaruh terhadap pergerakan sedimen yang dapat menyebabkan perubahan garis pantai. Berikut merupakan kurva Hjulstrom ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar 18. Kurva Hjulstrom Stasiun 1 sampai 3

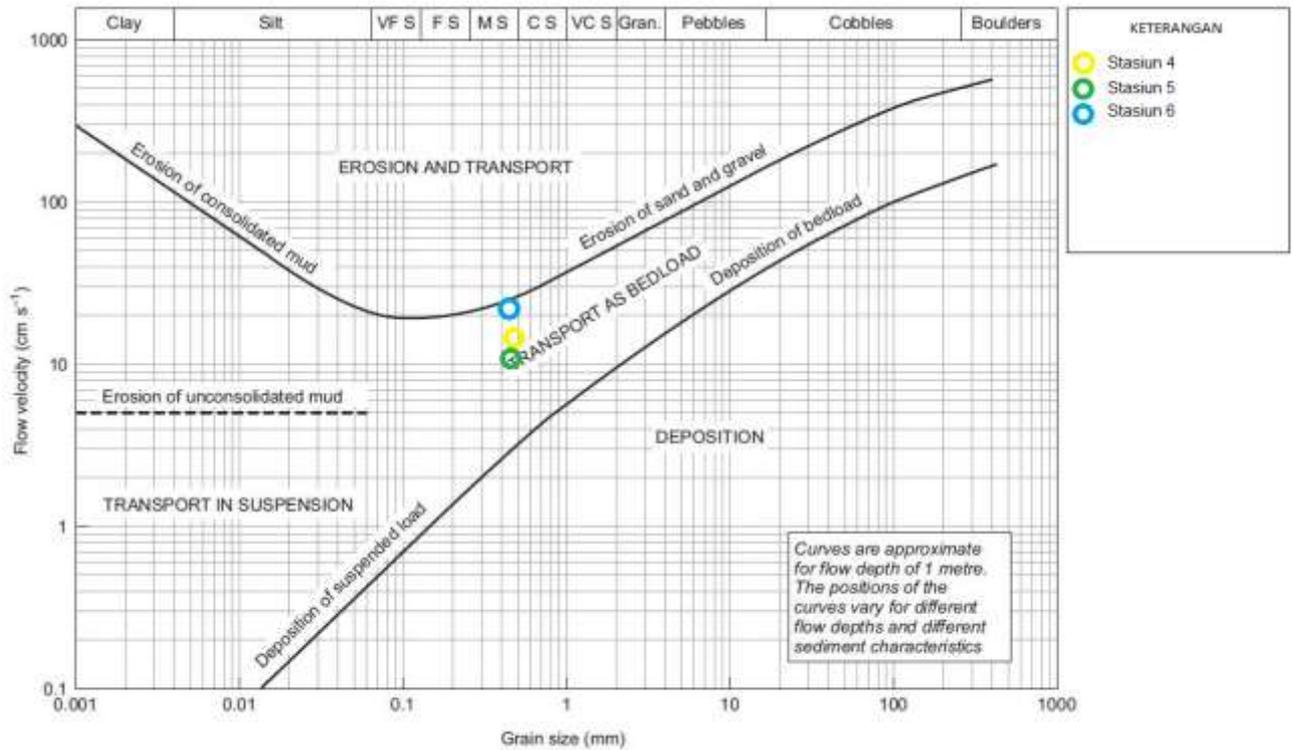
Kurva Hjulstrom menunjukkan jenis transport sedimen yang didapatkan dari perbandingan antara kecepatan arus dengan ukuran butir sedimen. Pada kurva Hjulstrom (Gambar 18) menunjukkan bahwa stasiun 1 dan 2 mengalami erosi. Sedangkan pada stasiun 3 mengalami sedimentasi.



Gambar 19. Perubahan Garis Pantai di Sebelah Barat Breakwater

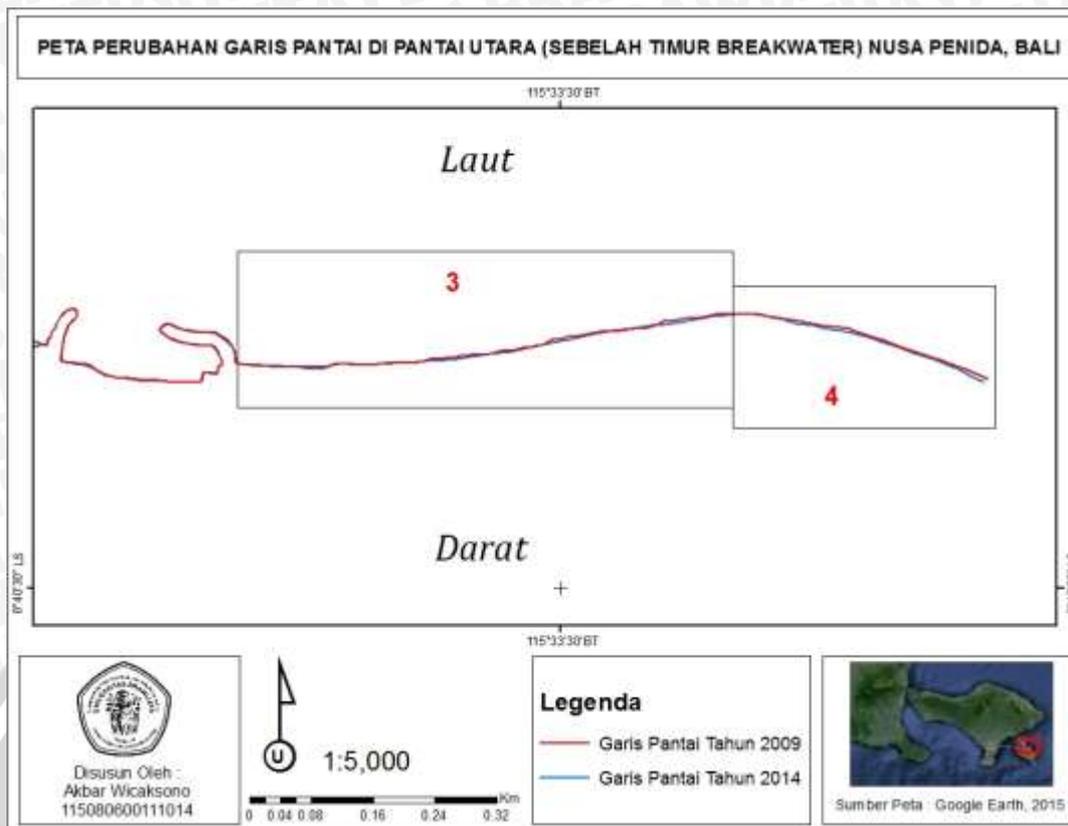
Pada stasiun 1 dan 2 mengalami erosi dikarenakan faktor kecepatan arus yang begitu besar sehingga sedimen di area tersebut terkikis dan akhirnya terjadi erosi pada pantai tersebut. Dan pengaruh breakwater terhadap pergerakan pola arus terhadap sedimentasi menyebabkan terjadinya sedimentasi pada stasiun 3 (Gambar 19). Arus yang datang dari arah timur laut akan dibelokkan ke arah barat setelah mengenai breakwater menyebabkan berubahnya arah transport sedimen di perairan tersebut sehingga terjadi penumpukan sedimen di sebelah kiri breakwater dan mengalami sedimentasi. Hal ini senada dengan pernyataan Tarhadi *et. al.* (2014), kondisi arus didekat pantai mengalami pembelokan arah pada sekitar bangunan pantai (*breakwater*). Arah arus yang datang dari barat

daya akan mengalami pembelokan setelah menyentuh breakwater, ini menyebabkan terjadinya erosi pada sebelah timur breakwater dan terjadi penumpukan sedimen di sebelah barat breakwater



Gambar 20. Kurva Hjulstorm Stasiun 4 sampai 6

Pada stasiun 4, 5, dan 6 (Gambar 20) menunjukkan titik stasiun berada pada kurva bagian *transport as bedload* yang berarti sedimen tertransportasi pada media yaitu air laut yang menandakan tidak terjadi erosi ataupun sedimentasi.



Gambar 21. Perubahan Garis Pantai di Sebelah Timur Breakwater

Pada stasiun 4 dan 5 tidak terjadi perubahan garis pantai secara signifikan yang disebabkan oleh transport sedimen oleh arus. Titik stasiun 6 berada pada kurva bagian *transport as bedload* yang berarti sedimen tertransportasi pada media yaitu air laut yang menandakan tidak terjadi erosi ataupun sedimentasi (Gambar 21), tetapi stasiun 6 mengalami erosi karena letak titik stasiun 6 berada pada bagian kurva Hjulstorm bagian *erosion and transport* yang berarti mengalami erosi pada kawasan tersebut.

Arus merupakan faktor yang sangat kuat dalam mempengaruhi sedimentasi. Arus akan membawa sedimen dari tempat lain yang tererosi dan akan berhenti pada daerah yang memiliki kecepatan arus yang relative tenang. Di daerah yang kecepatannya relative tenang, sedimen akan perlahan turun dan tersedimentasi pada tempat tersebut. Hal ini senada dengan yang diungkapkan Loupatty (2013), bahwa arus dapat juga membawa sedimen yang mengapung (*suspended sediment*) maupun yang terdapat di dasar laut.

Begitu pula dengan arus susur pantai dan arus meretas pantai. Keduanya merupakan arus yang berperan dalam transport sedimen di sepanjang pantai serta pembentukan berbagai sedimen yang terdapat di pantai. Perbedaan transport sedimen pada setiap stasiun disebabkan oleh beberapa faktor. Selain aktifitas manusia, arus juga merupakan faktor penting dalam transport sedimen. Hal ini diungkapkan oleh Nugroho dan Basit (2014), bahwa Arus mempunyai sifat yang mampu menyeleksi ukuran butir yang dipindahkannya dalam proses sedimentasi sehingga menyebabkan variasi ukuran butir dalam suatu lingkungan. Transpor sedimen yang terjadi disebabkan adanya arus sejajar pantai (longshore sediment transport). arus yang lebih kuat menyebabkan sedimen fraksi berukuran kasar (pasir – kerikil) cepat terendapkan, sedangkan fraksi halus tidak dapat mengendap dan terbawa ke tempat lain yang lebih tenang. Pada daerah berturbulensi tinggi, fraksi ukuran butir yang lebih besar akan lebih cepat mengendap dan tenggelam pada dekat dasar laut dibandingkan fraksi yang berukuran lebih halus. Sedimen halus akan lebih mudah berpindah dan cenderung lebih cepat daripada ukurankasar karena terangkut dalam bentuk suspensi. Pada tempat yang kondisi arus yang benar-benar tenang akan mulai mengendap ketika kecepatan aliran mulai merendah.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat disampaikan dalam penelitian ini adalah :

1. Hasil analisis perubahan garis pantai di Pantai Utara Nusa Penida menggunakan peta menunjukkan pada tahun 2009 hingga 2014 mengalami erosi di sebelah timur breakwater sedangkan disebelah barat breakwater mengalami erosi dan sedimentasi
2. Perairan Utara Nusa Penida didominasi oleh sedimen pasir. Pada stasiun 1 sedimen didominasi oleh pasir sedang, pada stasiun 2 didominasi oleh pasir kasar, pada stasiun 3 didominasi oleh pasir sangat kasar, pada stasiun 4 didominasi pasir sedang, pada stasiun 5 didominasi oleh pasir sedang, dan pada stasiun 6 didominasi oleh pasir.
3. Arus akan mempengaruhi arah sedimentasi di Perairan Utara Nusa Penida yang menyebabkan adanya erosi pada Pantai Utara Nusa Penida dan sedimentasi disekitar bangunan pelindung pantai (*breakwater*).

5.2 Saran

Saran yang dapan diberikan pada enelitian ini adalah sebaiknya pengambilan data lapang lebih baik dilakukan secara intensif dan meliputi semua musim agar hasil yang diperoleh lebih detail dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, Muchllsin, Gatot Winarso, dan Teguh Prayoho. 2011. Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit Landsat Di Kabupaten Kenda. Peneliti Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh. LAPAN
- Asdak. C., 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. UGM Press : Yogyakarta
- Bates, R. L., and Jackson, J. A. 1987. *Glossary of Geology*, third edition, American Geological Institute, p.598
- Darlan, Y. 1996. Geomorfologi Wilayah Pesisir. Aplikasi Untuk Penelitian Wilayah Pantai. Pusat Pengembangan Geologi Kelautan. Bandung.
- Dyer, K.R. 1986. Coastal and Estuary Sediment Dynamic. John Willey & Sons. New York.
- Darmadi, D. 2010. Analisis Proses Sedimentasi yang Terjadi Akibat Adanya Breakwater di Pantai Balongan Indramayu.
- Folk, R.L. and W.C. Ward. 1957. Brazos River bar, a study in the significance of grainsize parameters. *J. of Sedimentary Petrologi*,
- Folk, R.L. 1974. *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill Publishing Company. Austin, Texas.
- G. M. Friedman and F. E. Sanders, Wiley. 1978. *Principles of Sedimentology*. New York
- Hubbard, J.A.E.B. and Y. P. Pocock. 1972. Sediment rejection by recent scleractinian corals: a key to paleoenvironmental reconstruction. *Geologische Rundschau*,
- Hutabarat, S. dan Evans S.M. 1985. *Pengantar Oseanografi*. UI Press. Jakarta
- Inman DL. 1952. Measures for describing the size distribution of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*
- Junaidi dan R. Wigati. 2011. Analisis parameter statistik butiran sedimen dasar pada sungai alamiah (studi kasus Sungai Krasak Yogyakarta). *Wahana Teknik Sipil*, 16(2):46–57.
- Kasim F. 2011. Penilaian kerentanan pantai menggunakan metode integrasi CVI-MCA dan SIG, studi kasus; garis pantai pesisir Utara Indramayu. Thesis. Jurusan Ilmu Kelautan. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor

Kasim. F. 2012. Pendekatan Beberapa Metode dalam Monitoring Perubahan Garis Pantai Menggunakan Dataset Penginderaan Jauh Landsat dan SIG. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan. UNG

Kkp.go.id, 2015. <http://kkji.kp3k.kkp.go.id/> Diakses pada tanggal 9 November 2015

Latief, Hamzah. 2002. Diktat Kuliah Oseanografi dan Hidrolika Pantai. Institute Teknologi Bandung. Bandung

Lilian, A., Mubarak, Rifardi. 2013. Analisis Sedimen Dan Perubahan Garis Pantai Utara Pulau Rangsang Kabupaten Kepulauan Meranti

Loupatty, G. 2013. *Karakteristik Energi Gelombang dan Arus Perairan Di Provinsi Maluku*. UNPATTI

Luhwahyudin, M., Suntoyo, W. Citrosiswoyo. 2012. *Analisis Perubahan Garis Pantai Tegal Dengan Menggunakan Empirical Orthogonal Function (EOF)*. ITS

Marfai, MA., Pratomoatmojo, NA., Hidayatullah, T., Nirwansyah, AW., Gomareuzzaman. 2011. Model Kerentanan Wilayah Pesisir Berdasarkan Perubahan Garis Pantai Dan Banjir Pasang (Studi Kasus: Wilayah Pesisir Pekalongan). Magister Perencanaan dan Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai (MPPDAS) Program S-2 Geografi, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Marpaung S., dan Teguh Prayogo. 2014. *Analisis Arus Geostropik Permukaan Laut Berdasarkan Data Satelit Altimetri*. LAPAN. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, Vol. 6, No. 1, Hlm. 229-240

Nugroho. S. H dan Abdul Basit. 2014. Sebaran Sedimen Berdasarkan Analisis Ukuran Butir Di Teluk Weda, Maluku Utara. LIPI. Ambon

Opa E. T. 2011. *Perubahan Garis Pantai Desa Bentenan Kecamatan Pusomaen, Minahasa Tenggara*. Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis. Vol. VII-3

P3GL, 2015. <http://www.mgi.esdm.go.id/> Diakses tanggal 9 November 2015.

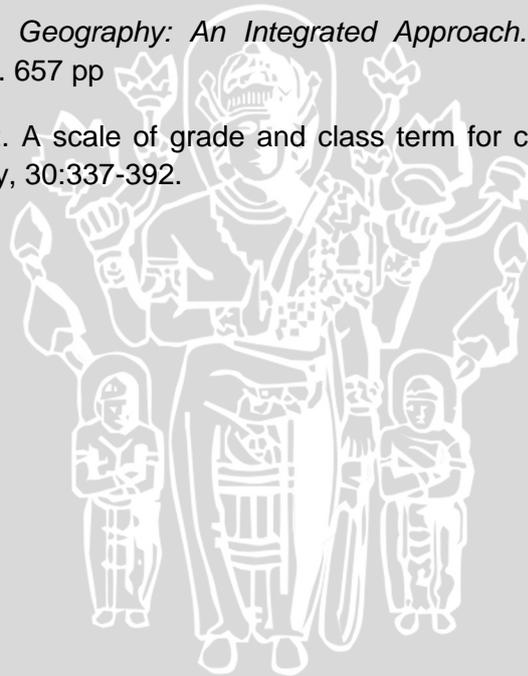
Pethick, J. 1984. An Introcudtion to Coastal Geomorphology. London

Richard, A D, JR. 1992. *Depositionalsystem an introduction to sedimentologyand stratigraphy* 2nd. Prastise Hall Inc. New Jersey.

Rifardi. 2012. *Ekologi Sediment Laut Modern*. UR Press: Pekanbaru

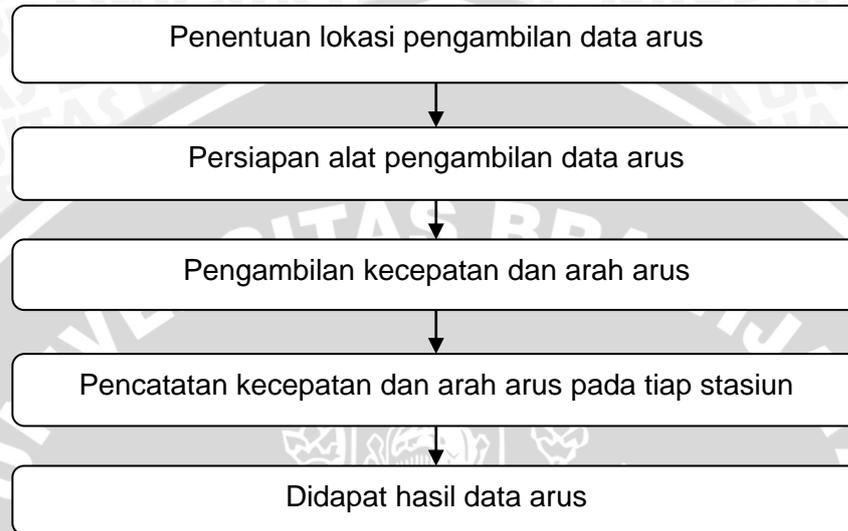
Shepard, F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. J. of Sedimentary Petrology.

- Suwarni dan Mahatma Lanuru. 2011. *Pengantar Oseanografi*. Universitas Hasanuddin. Makassar
- Sya'rani, L. dan Hariadi. 2006. Penentuan sumber sedimen dasar perairan: I. Berdasarkan analisis minerologi dan kandungan karbonat. *J. Ilmu Kelautan*,
- Tarhadi, Elis Indrayanti, Agus Anugroho DS, 2014. *Studi Pola dan Karakteristik Arus Laut di Perairan Kaliwungu Kendal Jawa Tengah Pada Musim Peralihan I*. FPIK UNDIP. *Jurnal Oseanografi*. Volume 3, Nomor 1 16-35
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta
- Vreugdenhil, C. B., 1999. *Transport Problems in Shallow Water, Battlenecks and Appropriate Modelling : Twente University*, Departement of Civil Engineering dan Management. Seminar on Sediment Transport Modelling
- Waugh, David. 2000. *Geography: An Integrated Approach*. Nelson Thornes. Cheltenham. 657 pp
- Wentworth, C.K. 1922. A scale of grade and class term for clastic sediment. *J. Geology*, 30:337-392.

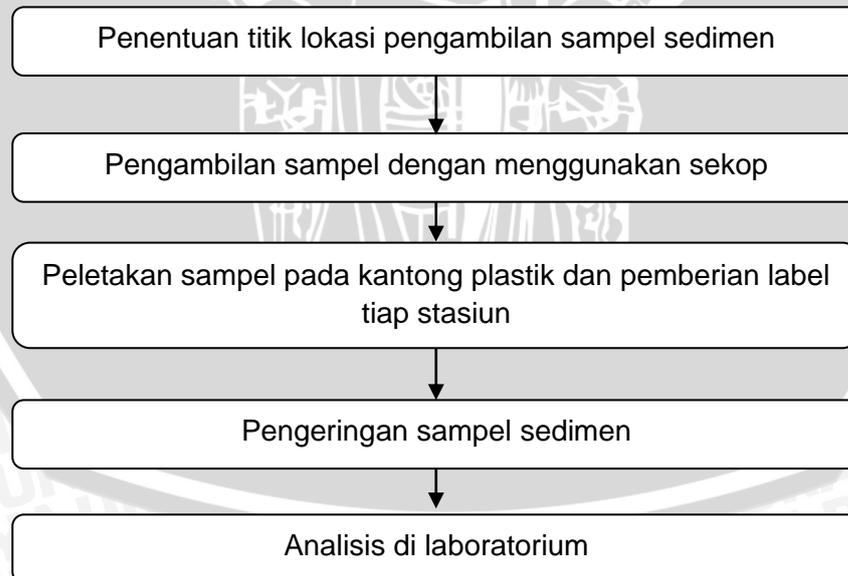


LAMPIRAN

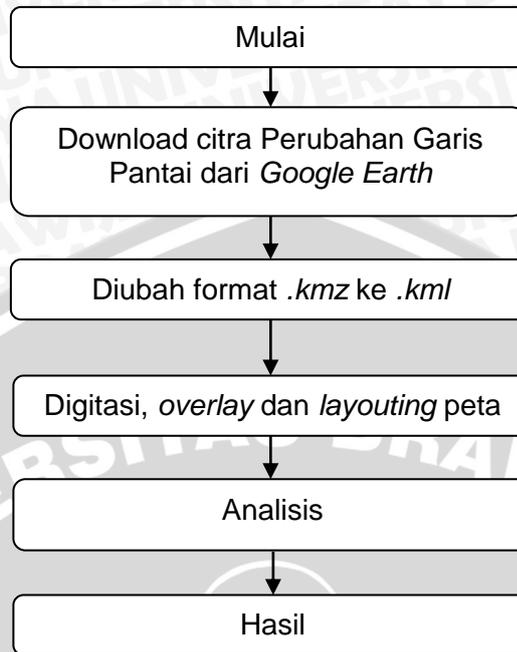
Lampiran 1. Prosedur Pengambilan Data Arus



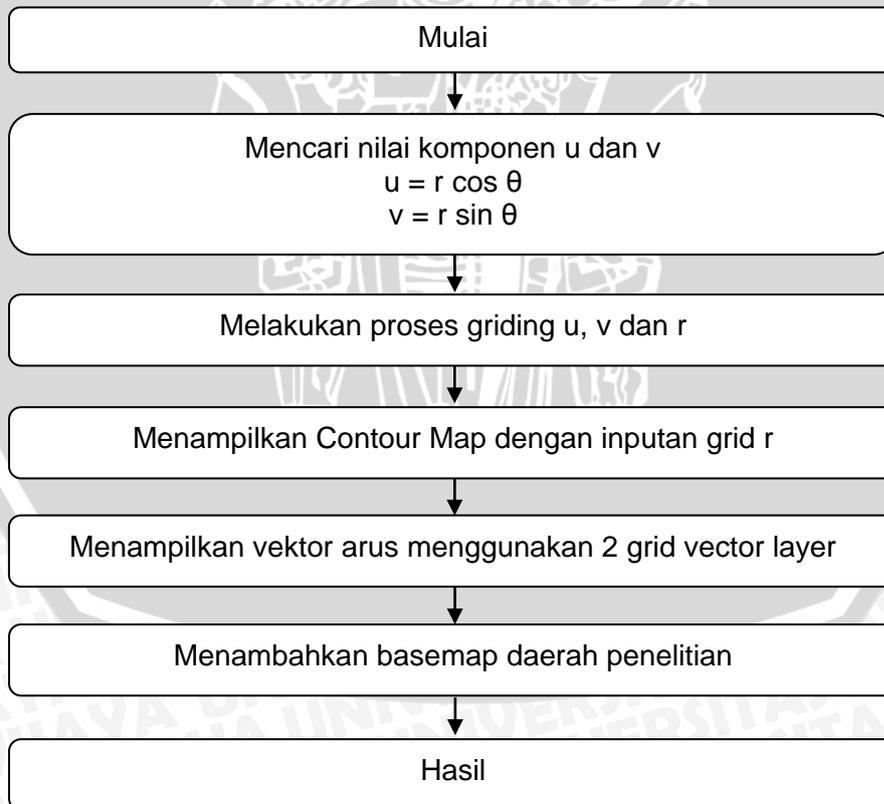
Lampiran 2. Prosedur Pengambilan Data Sedimen



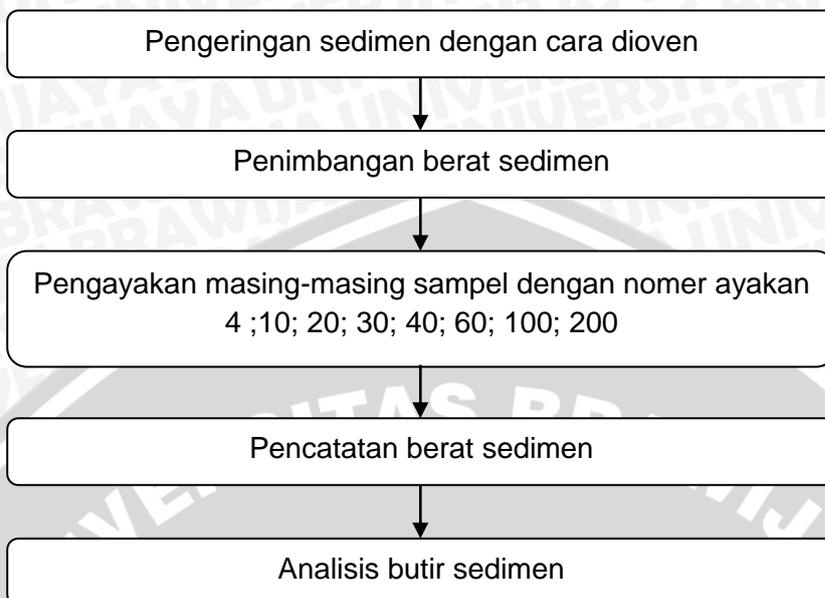
Lampiran 3. Prosedur Pengolahan Data Perubahan Garis Pantai



Lampiran 4. Diagram Alir Pengolahan Data Arus



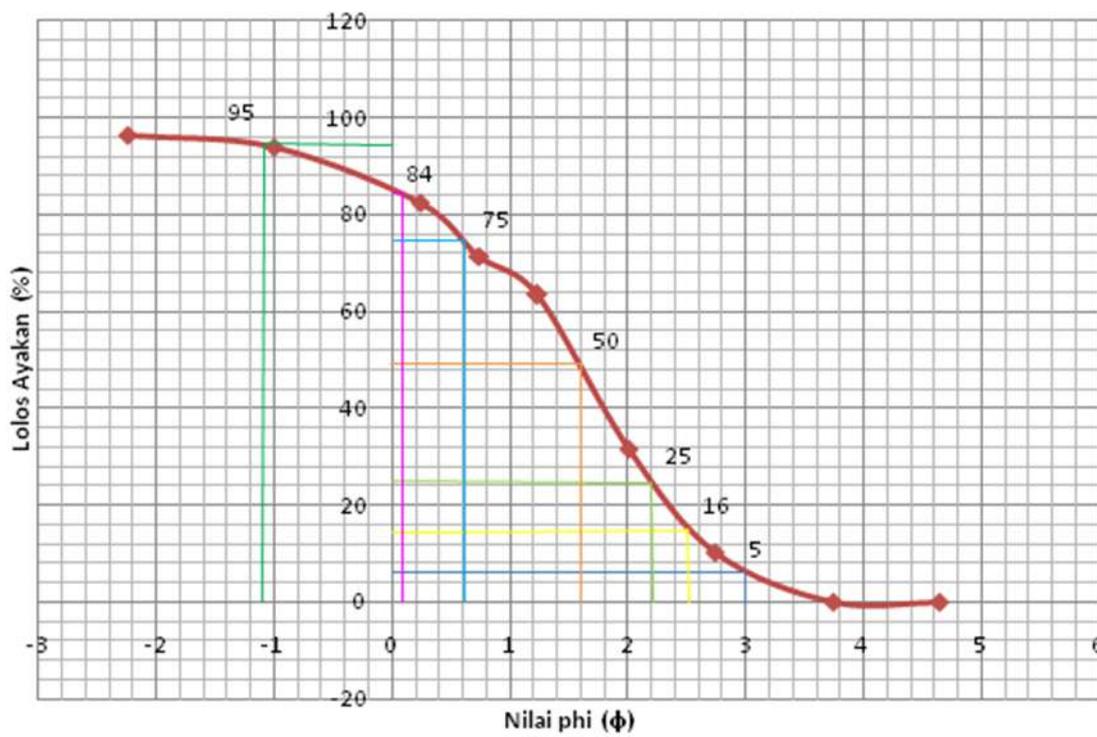
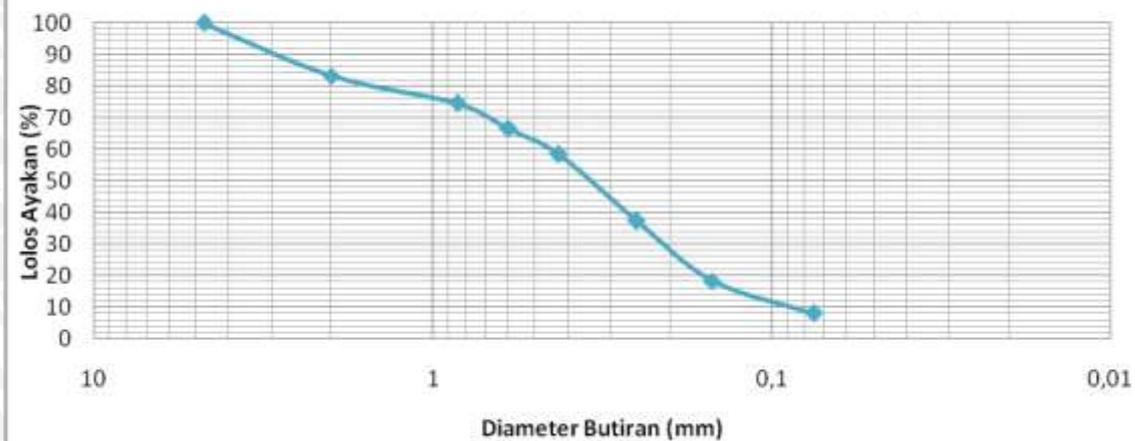
Lampiran 5. Diagram Alir Pengolahan Sedimen Di Laboratorium



Lampiran 6. Hasil Uji Laboratorium Sampel Sedimen Stasiun 1

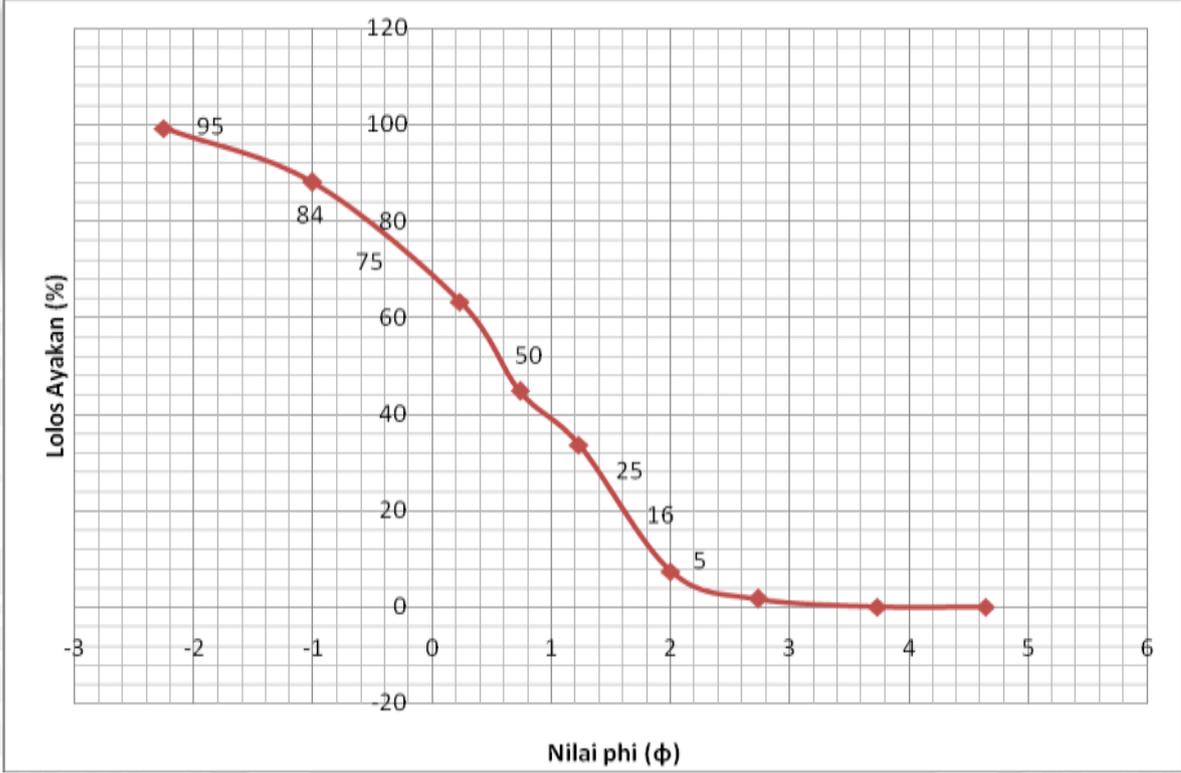
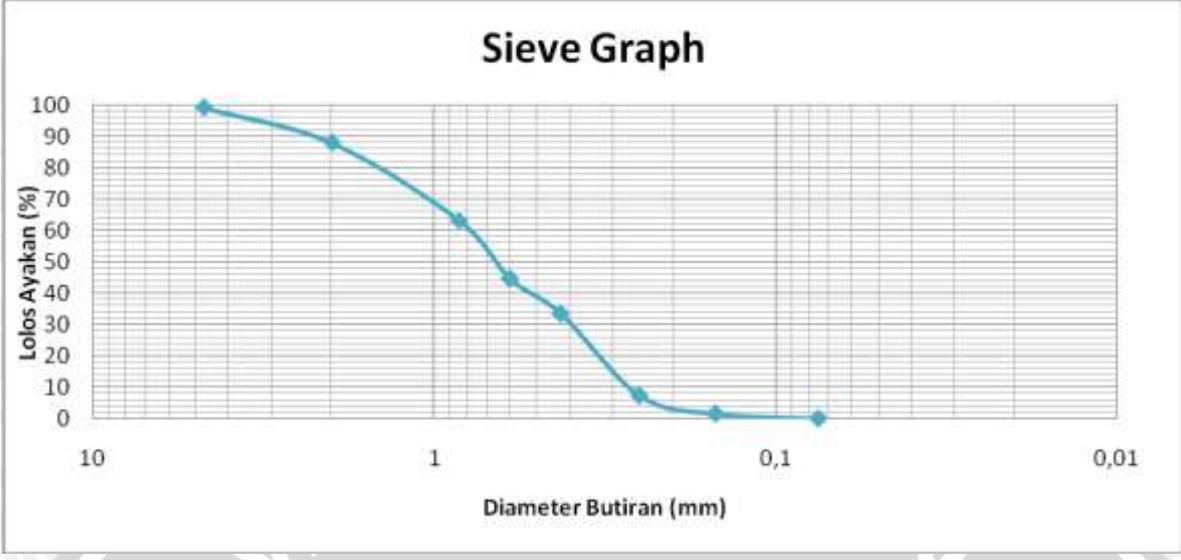
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% Lolos Ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4,75	4	28	3.68	96.32	0.53	Pabble dan Granule	0.00		
10	2	42	46	6.05	93.95	5.53	pasir sangat kasar		99.47	
20	0,85	88	134	17.63	82.37	11.58	pasir kasar			
30	0,6	84	218	28.68	71.32	11.05				
40	0,425	60	278	36.58	63.42	7.89	pasir sedang			
60	0,25	242	520	68.42	31.58	31.84				
100	0,15	162	682	89.74	10.26	21.32	pasir halus			
200	0,075	78	760	100.00	0.00	10.26	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	0	760	100.00	0.00	0.00	lanau			0.00
						100				

Sieve Graph



Lampiran 7. Hasil Uji Laboratorium Sampel Sedimen Stasiun 2

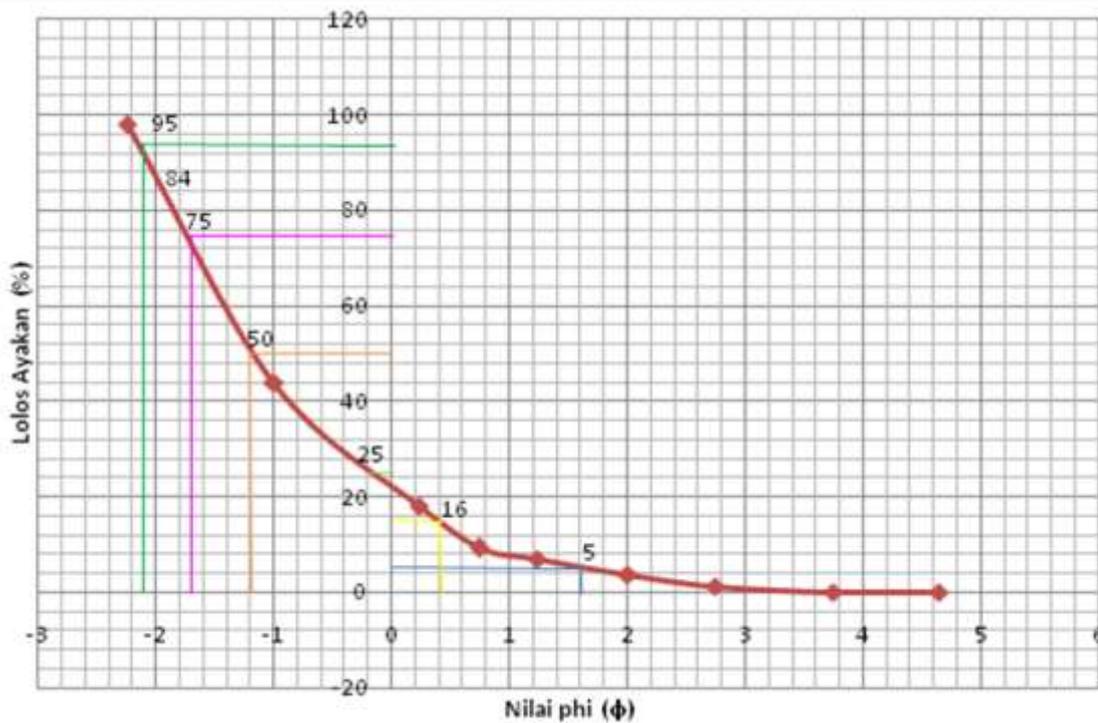
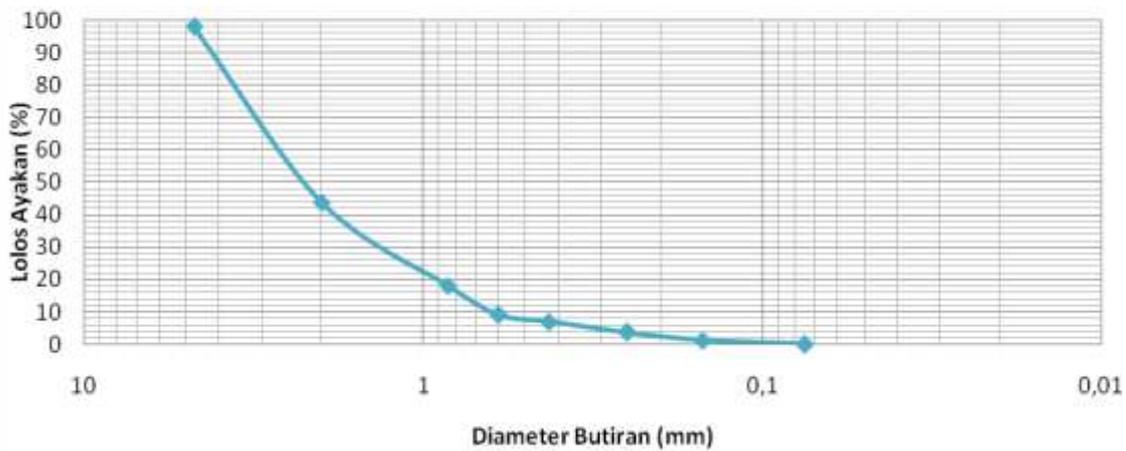
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% Lolos Ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4,75	8	14	0.80	99.20	0.46	Pabble dan Granule	0.00		
10	2	202	210	11.95	88.05	11.49	pasir sangat kasar	99.54		
20	0,85	436	646	36.75	63.25	24.80	pasir kasar			
30	0,6	326	972	55.29	44.71	18.54				
40	0,425	196	1168	66.44	33.56	11.15	pasir sedang			
60	0,25	460	1628	92.61	7.39	26.17				
100	0,15	100	1728	98.29	1.71	5.69	pasir halus			
200	0,075	30	1758	100.00	0.00	1.71	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	0	1758	100.00	0.00	0.00	lanau			0.00
						100				



Lampiran 8. Hasil Uji Laboratorium Sampel Sedimen Stasiun 3

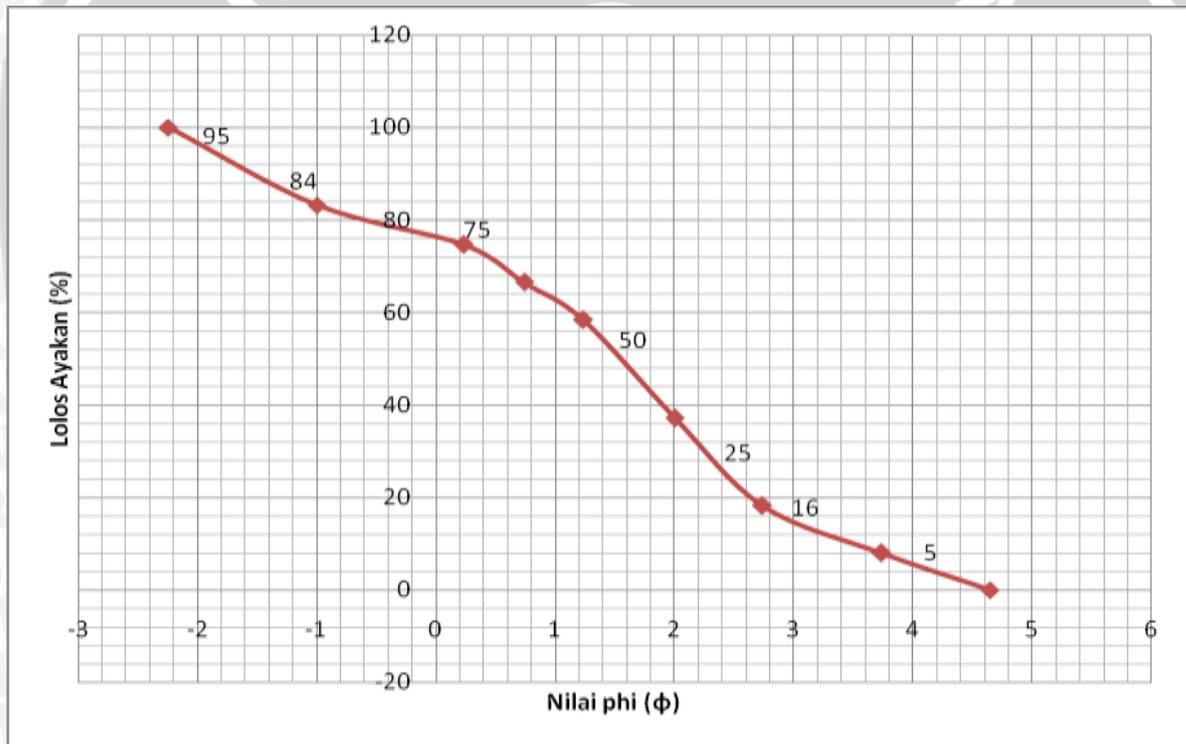
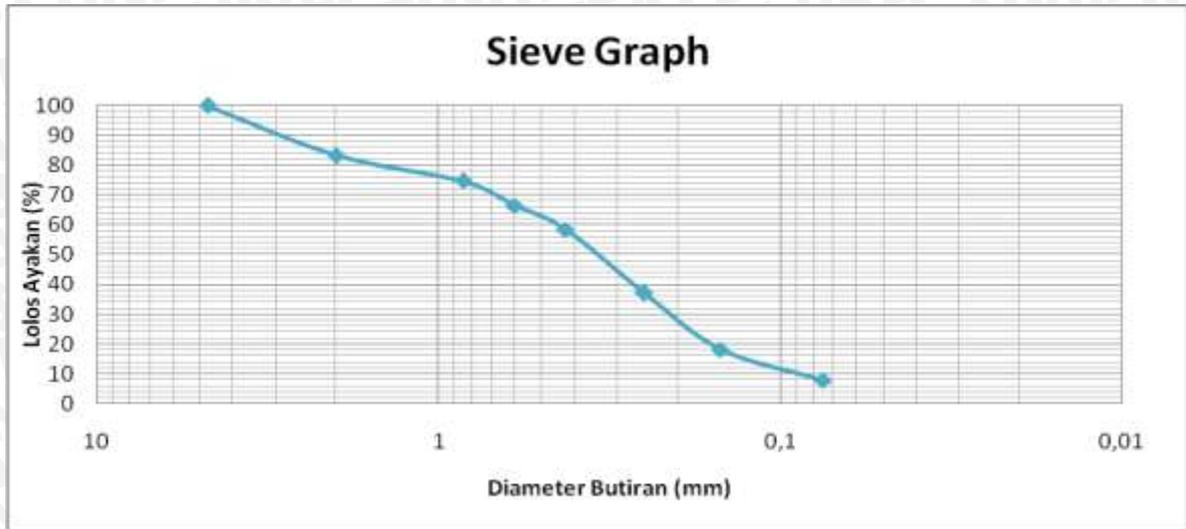
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% Lolos Ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4,75	176	22	1.97	98.03	15.80	Pabble dan Granule	0.00		
10	2	450	626	56.19	43.81	40.39	pasir sangat kasar	84.20		
20	0,85	286	912	81.87	18.13	25.67	pasir kasar			
30	0,6	100	1012	90.84	9.16	8.98				
40	0,425	24	1036	93.00	7.00	2.15	pasir sedang			
60	0,25	36	1072	96.23	3.77	3.23				
100	0,15	28	1100	98.74	1.26	2.51	pasir halus			
200	0,075	14	1114	100.00	0.00	1.26	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	0	1114	100.00	0.00	0.00	lanau			0.00
						100				

Sieve Graph



Lampiran 9. Hasil Uji Laboratorium Sampel Sedimen Stasiun 4

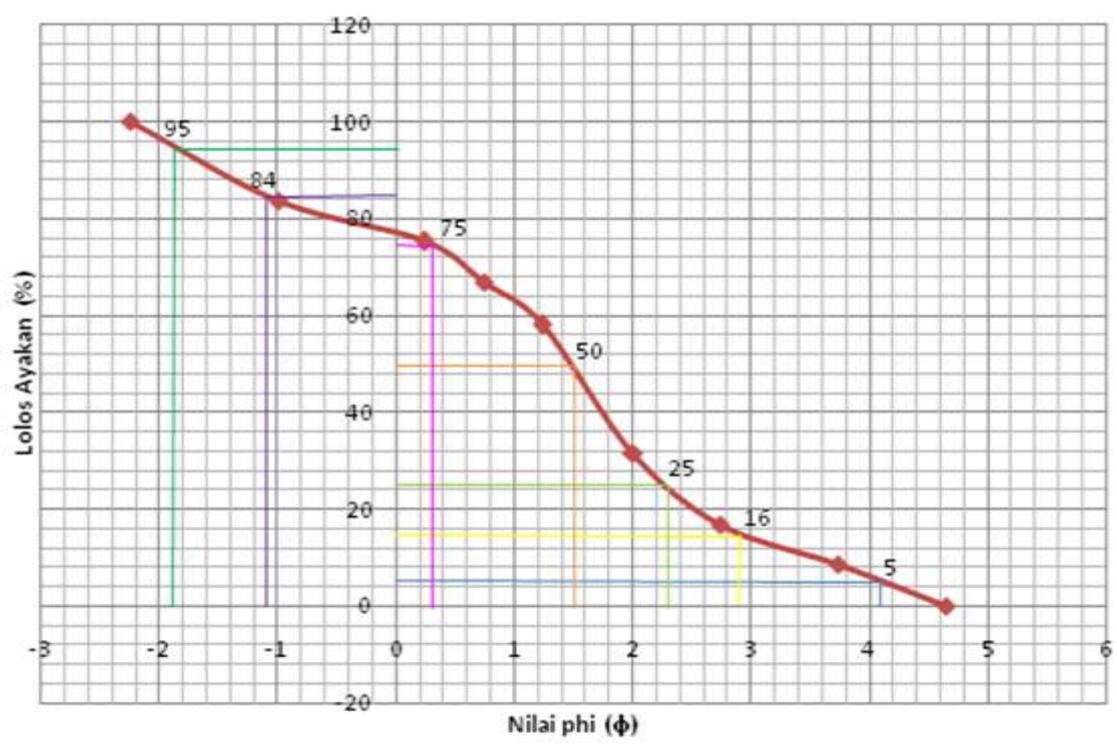
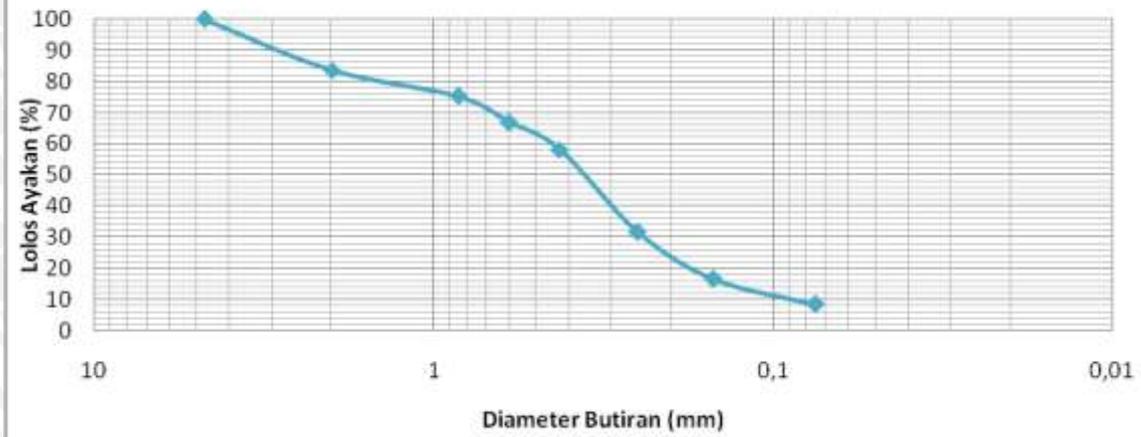
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% Lolos Ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4,75	478	0	0.00	100.00	8.40	Pabble dan Granule	0.00		
10	2	476	954	16.76	83.24	8.36	pasir sangat kasar		83.66	
20	0,85	490	1444	25.37	74.63	8.61	pasir kasar			
30	0,6	460	1904	33.45	66.55	8.08				
40	0,425	462	2366	41.57	58.43	8.12	pasir sedang			
60	0,25	1,208	3574	62.79	37.21	21.22				
100	0,15	1,084	4658	81.83	18.17	19.04	pasir halus			
200	0,075	582	5240	92.06	7.94	10.22	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	452	5692	100.00	0.00	7.94	lanau			7.94
						100				



Lampiran 10. Hasil Uji Laboratorium Sampel Sedimen Stasiun 5

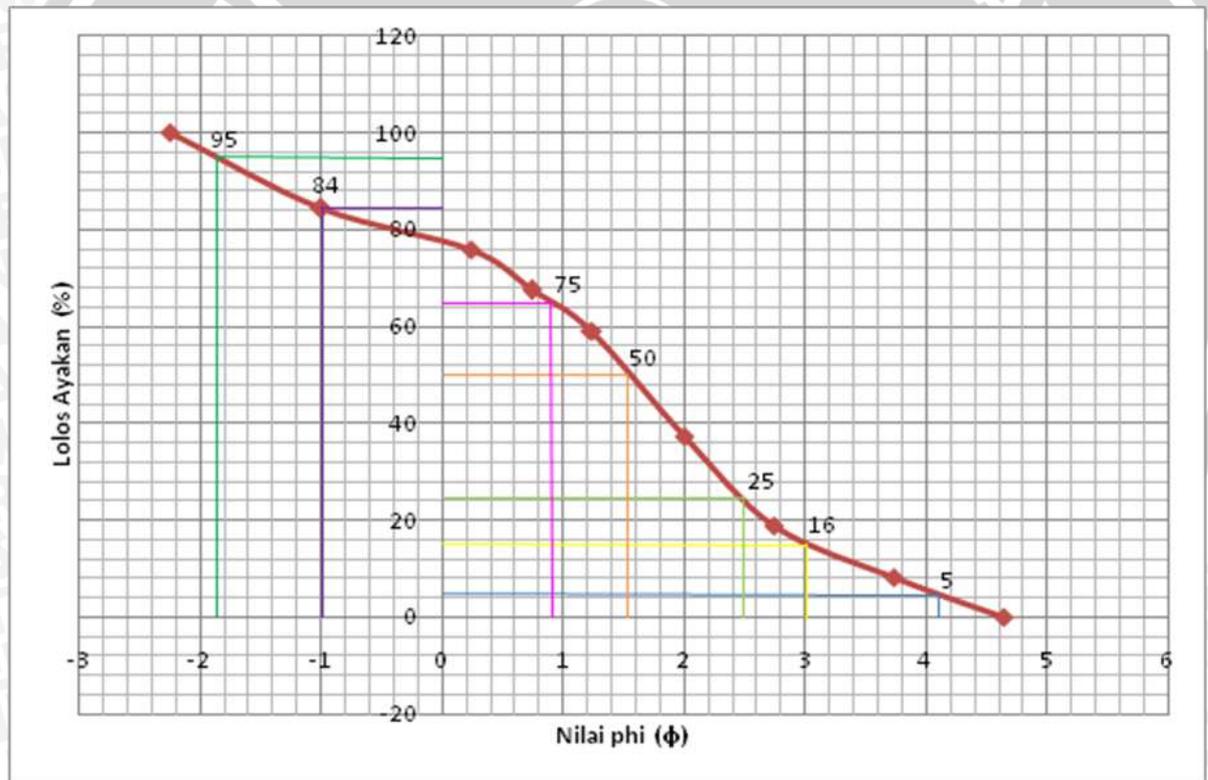
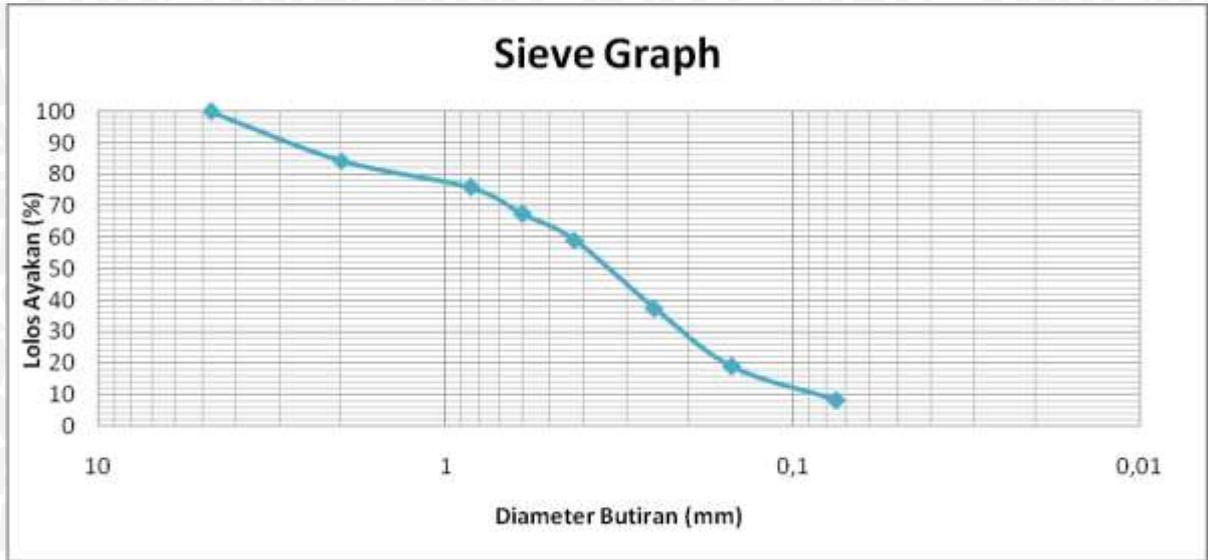
Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% Lolos Ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4,75	442	0	0.00	100.00	8.33	Pabble dan Granule	0.00		
10	2	430	872	16.43	83.57	8.10	pasir sangat kasar	83.16		
20	0,85	440	1312	24.72	75.28	8.29	pasir kasar			
30	0,6	446	1758	33.12	66.88	8.40				
40	0,425	466	2224	41.90	58.10	8.78	pasir sedang			
60	0,25	1,402	3626	68.31	31.69	26.41				
100	0,15	796	4422	83.31	16.69	15.00	pasir halus			
200	0,075	434	4856	91.48	8.52	8.18	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	452	5308	100.00	0.00	8.52	lanau			8.52
						100				

Sieve Graph



Lampiran 11. Hasil Uji Laboratorium Sampel Sedimen Stasiun 6

Ayakan		Tertahan Ayakan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	% Jumlah Tertahan	% Lolos Ayakan	% Berat Sedimen	Partikel	% Fraksi Sedimen		
No	Diameter Butiran (mm)							Gravel	Sand	Silt+Clay
4	4,75	442	0	0.00	100.00	7.99	Pabble dan Granule	0.00		
10	2	424	866	15.65	84.35	7.66	pasir sangat kasar		83.84	
20	0,85	468	1334	24.11	75.89	8.46	pasir kasar			
30	0,6	468	1802	32.57	67.43	8.46				
40	0,425	462	2264	40.93	59.07	8.35	pasir sedang			
60	0,25	1200	3464	62.62	37.38	21.69				
100	0,15	1024	4488	81.13	18.87	18.51	pasir halus			
200	0,075	592	5080	91.83	8.17	10.70	pasir sangat halus			
Pan	< 0,075	452	5532	100.00	0.00	8.17	lanau			8.17
						100				



Lampiran 12. Dokumentasi Skripsi



Gambar 22. Stasiun 1 (Pelabuhan Buyuk)



Gambar 23. Stasiun 2 (Sekitar Pelabuhan Buyuk)



Gambar 24. Pelabuhan Nus Penida Kabupaten Klungkung



Gambar 25. Stasiun 3 (Sebelah Kiri *Breakwater*)



Gambar 26. Stasiun 4 (Sebelah Kanan *Breakwater*)



Gambar 27. Stasiun 5 (Area Budidaya Rumput Laut)



Gambar 28. Stasiun 6 (Pelabuhan Sampalan)



Gambar 29. Current Meter



Gambar 30. Pengeringan Sedimen Di Laboratorium



Gambar 31. Pengayakan Sedimen Menggunakan Sieve Shaker



Gambar 32. Penimbangan Sedimen

