

SKRIPSI

PENGUKURAN BATHIMETRI UNTUK DETAIL DESAIN BANGUNAN PENAHAN ABRASI PANTAI

**(*Studi Kasus : Pantai Pagatan Kabupaten Tanah Bumbu
Provinsi Kalimantan Selatan*)**



**Disusun oleh :
RAHMAT INAYAT
1025913**

**JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2014**

REVISI

MANAJEMEN SUMBER MANUSIA DAN PERENCANAAN ORGANISASI
DAN MANAJEMEN KELOMPOK

Disusun oleh: *[Nama Penulis]*
(NIM: *[Nomor Induk Mahasiswa]*)

Jika ada kesalahan
mohon maaf
DUGEST

REVISI MANAJEMEN SUMBER MANUSIA
DAN PERENCANAAN ORGANISASI
DAN MANAJEMEN KELOMPOK
DUGEST
A.100



LEMBAR PERSETUJUAN

PENGUKURAN BATHIMETRI UNTUK DETAIL DESAIN BANGUNAN
PENAHAN ABRASI PANTAI
(Studi Kasus : Pantai Pagatan Kabupaten Tanah Bumbu
Provinsi Kalimantan Selatan)

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Persyaratan dalam Mencapai
Gelar Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi S-1
Institut Teknologi Nasional Malang.

Oleh :

RAHMAT INAYAT
1025913

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

(Hery Purwanto, ST., MSc.)

Dosen Pembimbing II

(Silvester Sari Sai, ST., MT.)

Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1

(Ir. Agus Darpono, MT)

PERPUSTAKAAN INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG	
CALL No:	No. Reg
	Tanggal :
	Jumlah .
	Copies ;



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT.BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl.Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341)551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015. Malang 65145
Kampus II : Jl. Karanglo,Km2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : RAHMAT INAYAT

NIM : 1025913

JURUSAN : TEKNIK GEODESI

**JUDUL : PENGUKURAN BATHIMETRI UNTUK DETAIL DESAIN
BANGUNAN PENAHAN ABRASI PANTAI
(Studi Kasus : Pantai Pagatan Kabupaten Tanah Bumbu
Provinsi Kalimantan Selatan)**

**Telah Dipertahankan Di Hadapan Team Panitia Penguji Skripsi Jenjang
Strata – 1 (S-1)**

Pada hari : Sabtu

Tanggal : 15 Februari 2014

Dengan nilai :

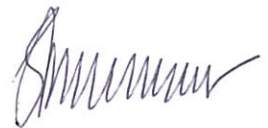
Panitia Penguji Skripsi

Ketua



Ir. Agus Darpono, MT

Sekretaris



Silvester Sare Sai, ST., MT

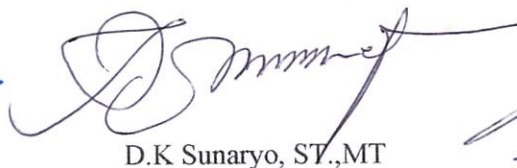
Anggota Penguji

Penguji I



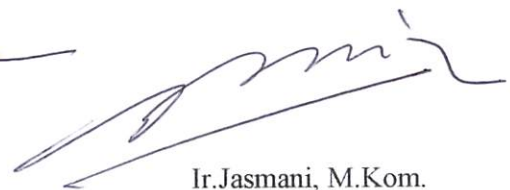
Ir. Agus Darpono, MT

Penguji II



D.K Sunaryo, ST., MT

Penguji III



Ir. Jasmani, M.Kom.

**PENGUKURAN BATHIMETRI UNTUK DETAIL DESAIN BANGUNAN
PENAHAN ABRASI PANTAI**

***(Studi Kasus : Pantai Pagatan Kabupaten Tanah Bumbu
Provinsi Kalimantan Selatan)***

Rahmat Inayat 1025913

Dosen Pembimbing I : Hery Purwanto, ST., MSc.

Dosen Pembimbing II : Silvester Sari Sai, ST., MT.

Abstraksi

Pantai merupakan pertemuan antara laut dan daratan, dimana dari segi penangannya sangat kompleks dan berperan penting dalam kehidupan sehari-hari. Namun permasalahan yang sering terjadi adalah kerusakan pada pesisir pantai atau perubahan-perubahan kondisi pantai yang signifikan akibat dari gerusan air laut secara terus menerus sehingga menimbulkan erosi atau terjadinya abrasi pada pantai. Jika keadaan tersebut terus berkelanjutan dikhawatirkan kondisi pesisir pantai yang mengalami abrasi akan berdampak negatif bagi warga setempat.

Untuk menanggulangi permasalahan tersebut maka dibuat perencanaan pembangunan penahan abrasi pantai dengan melakukan pengukuran bathimetri. Hasil pengukuran berupa peta bathimetri, posisi level air berdasarkan pengamatan pasang surut, arah dan kecepatan arus. Dari hasil pengukuran tersebut sehingga dapat menunjang perencanaan detail desain bangunan penahan abrasi pantai.

Kata Kunci : Pantai, Abrasi, Pengukuran Bathimetri, Visualisasi, Bangunan Penahan Abrasi Pantai.

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rahmat Inayat

NIM : 1025913

Program Studi : Teknik Geodesi S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

**PENGUKURAN BATHIMETRI UNTUK DETAIL DESAIN BANGUNAN
PENAHAN ABRASI PANTAI (*Studi Kasus : Pantai Pagatan Kabupaten
Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan*)** adalah hasil karya saya sendiri,
bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya
orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, Maret 2014

Yang membuat Pernyataan



Rahmat Inayat

1025913

Lembar Persembahan



*Puji Syukur kehadirat Rabb ku, Penolong ku, Penuntun arah ku, Pendengar Keluh Kesah ku, Sang Pemilik Kerajaan Langit dan Kerajaan Bumi ialah ALLAH SWT atas segala Nikmat, Petunjuk dan Hidayah Nya sehingga hamba Nya yang lemah ini tetap tegar, tetap kuat, tetap semangat menjalani tantangan dan rintangan dalam mengerjakan Skripsi ini...
Shalawat serta Salam selalu terhaturkan untuk Junjungan Nabi Besar MUHAMMAD SAW , keluarga, Para Sahabat serta Pengikut Beliau hingga Akhir Zaman....*

*Terima Kasih tak terhingga, sujud simpuh ku untuk Mama lawan Abah di Kalimantan tiada henti mendoakan dalam setiap sujud, memberikan dukungan tiada henti, donasi materil yang berkecukupan tidak akan akan tergantikan sekalipun dengan dunia beserta isinya !!! juga kepada seluruh adik-adik dan kakak saya tercinta (yang memberikan gurauan-gurauan penyemangat melunturkan penat di kepala.... I Love U All
Special thanks to teman-teman satu medan tempur dalam menjalani manis dan pahitnya menyusun skripsi yang tak bisa ku sebutin semua... terima kasih atas bantuan-bantuannya selama penyusunan skripsi, semoga sukses di masa yang akan datang...*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: “Pengukuran Bathimetri Untuk Detail Desain Bangunan Penahan Abrasi Pantai (Studi Kasus : Pantai Pagatan Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan)”.

Adapun tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi persyaratan kelulusan jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan Proposal Skripsi ini, penulis ucapkan kepada :

Bapak Ir. Agus Darpono, MT. selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan;

Bapak Hery Purwanto, ST, Msc selaku Dosen Pembimbing Skripsi;

Teristimewa untuk kedua Orangtua dan keluarga yang telah memberikan dukungan moriil dan materiil, sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan ini

Serta rekan-rekan yang tidak dapat penulis ucapkan satu per satu. Terima kasih banyak atas segala dukungan dan bantuannya kepada penulis. Semoga diganjar pahala oleh Allah SWT. Aamiin.

Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan dalam penulisan Skripsi ini, karena penulis memiliki keterbatasan ilmu, sehingga maklum kiranya bilamana terdapat kesalahan-kesalahan dalam Skripsi ini. Maka kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan agar di kemudian hari dapat lebih disempurnakan lagi. Semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Malang, Maret 2014.

Penulis.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAKSI.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	2
1.3.Batasan Masalah.....	2
1.4.Tujuan Penelitian.....	2
1.5.Tinjauan Pustaka	2
BAB II : DASAR TEORI.....	4
II.1 Survey Bathimetri.....	4
II.1.1 Klasifikasi Standard Survey Bathimetri.....	6
II.1.2 Ketelitian Pengukuran Parameter Survey.....	6
II.1.3 Tahapan Perencanaan Survei.....	7

II.1.3.1 Sounding Pole.....	8
II.1.3.2 Pemeruman.....	8
II.2 Bidang Referensi Pemeruman.....	18
II.3 Pasang Surut Air Laut.....	19
a. Teori Pasut.....	21
b. Tipe Pasut.....	24
c. Pengolahan Data Pasang Surut.....	25
II.4 Arus	26
II.5 Abrasi Pantai.....	29
II.6 Kriteria Detail Desain Bangunan Penahan Abrasi Pantai.....	30
II.6.1 Perkuatan di Sepanjang Garis Pantai.....	30
II.6.2 Penimbunan Pasir di Sekitar Garis Pantai.....	36
II.6.3 Pembuatan Bangunan Pengatur Laju Sedimen.....	37
BAB III : METODE PENELITIAN.....	41
III.1 Lokasi Penelitian	41
III.2 Alat Penelitian	42
III.3 Diagram Alir Penelitian.....	45
III.4 Persiapan Pengukuran.....	48
III.5 Pelaksanaan Pengukuran.....	48
III.5.1 Pengamatan Pasang Surut Air Laut.....	48
III.5.2 Pemeruman Pada Wilayah Perairan Rencana Lokasi Penelitian.....	50
III.5.3 Pengamatan Arus	56

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	58
IV.1 Hasil Pengamatan Pasang Surut Pantai Pagatan.....	59
IV.2 Hasil Pengukuran Bathimetri Pantai Pagatan.....	61
IV.3 Hasil Pengukuran Arus Pantai Pagatan.....	62
IV.4 Perencanaan Detail Desain Penahan Abrasi Pantai.....	64
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
V.1 Kesimpulan.....	66
V.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Barcheck</i> Tongkat.....	15
Gambar 2.2 <i>Barcheck</i> Rantai.....	15
Gambar 2.3 Muka Surutan Air Laut.....	17
Gambar 2.4 Arah gaya sentrifugal dan gaya gravitasi bulan yang bekerja di permukaan bumi.....	22
Gambar 2.5 Kedudukan bumi, bulan dan matahari saat <i>spring</i>	23
Gambar 2.6 Kedudukan bumi, bulan dan matahari saat <i>neap</i>	23
Gambar 2.7 Karakteristik Arus Akibat Gelombang.....	28
Gambar 2.8 <i>Curved – Face Seawall</i> dan <i>Step Curves-Face Seawall</i>	32
Gambar 2.9 <i>Concrete Step-Face Seawall</i>	32
Gambar 2.10 <i>Steel Sheet-Pile Bulkhead</i>	32
Gambar 2.11 <i>Concrete Slab and King-Pile Bulkhead</i>	33
Gambar 2.12 <i>Concrete Revetment</i>	34
Gambar 2.13 <i>Interlocking Concrete-Block Revetment</i>	35
Gambar 2.14 Penampang Tipikal <i>Revetmen</i> Kombinasi Batu Dan Bis Beton.....	35
Gambar 2.15 Contoh Profil Pantai Setelah dilakukan Penimbunan.....	36
Gambar 2.16 <i>Sand by Passing</i>	37
Gambar 2.17 Profil <i>Groin</i> Terhadap Pantai.....	38
Gambar 2.18 <i>Detached Breakwater</i>	39
Gambar 2.19 <i>Reef Breakwater</i>	40
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	41

Gambar 3.2 Echosounder Odom Hydrotrac.....	42
Gambar 3.3 Reciever GPS-DSM base dan rover.....	42
Gambar 3.4 Antena Receiver GPS-DSM Base dan Rover.....	43
Gambar 3.5 Radio Link PDL Pasific crash base dan Radio Link EDL Pasific crash rover.....	43
Gambar 3.6 <i>Tranducer</i>	44
Gambar 3.7 Diagram Alir (<i>flowchart</i>) penelitian.....	46
Gambar 3.8 Grafik Pasang Surut.....	49
Gambar 3.9 Rencana Jalur Pemeruman.....	51
Gambar 3.10 GPS-DSM di base station.....	52
Gambar 3.11 Instalasi peralatan di rover.....	53
Gambar 3.12 Alat Pengukuran Arus Pasang Surut.....	56
Gambar 3.13 Hasil Pengukuran Arus Pasang Surut.....	57
Gambar 4.1 Posisi Level Air Berdasarkan Analisa Pasut.....	61
Gambar 4.2 Hasil Peta Bathimetri.....	62
Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Arus untuk 3 layer 0.2d, 0.6d dan 0.8d.....	63
Gambar 4.4 Peta Perencanaan Detail Desain Penahan Abrasi Pantai Pagatan.....	64
Gambar 4.5 Tampak Atas Perencanaan <i>Groin</i> dan <i>Jetty</i>	65
Gambar 4.6 Tampak Samping Perencanaan <i>Groin</i> dan <i>Jetty</i>	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Standard Survey Bathimetri.....	6
Tabel 2.2 Ketelitian Pengukuran Parameter Survey menurut <i>IHO</i>	6
Tabel 2.3 Pasang Surut.....	25
Tabel 3.1 Pengamatan Pasang Surut Pantai Pagatan.....	41
Tabel 4.1 Kegiatan pengukuran bathimetri.....	58
Tabel 4.2 Kecepatan dan Arah Arus.....	63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pantai merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat berharga bagi kehidupan manusia, sehingga dibutuhkan penanganan dan pengelolaan yang terpadu dan berkesinambungan dalam rangka pemanfaatan daerah pantai untuk kepentingan saat ini maupun yang akan datang.

Penanganan dan pengelolaan ini dilakukan dalam rangka terjadinya abrasi pantai yaitu proses pengikisan pantai oleh kekuatan gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak. Terjadinya abrasi juga bisa disebabkan oleh kegiatan pengambilan batu dan pasir di pesisir pantai sebagai bahan bangunan dan penebangan pohon-pohon pada hutan pantai.

Dengan terjadinya abrasi pantai maka di daerah pantai Pagatan Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan diadakan pembangunan penahan abrasi pantai. Pembangunan tersebut untuk mengurangi terjadinya abrasi dan kerusakan yang berdampak pada jalan di daratan. Karena jalan raya langsung berdampingan dengan pantai.

Untuk menunjang pembangunan penahan abrasi pantai maka diadakanlah pengukuran Bathimetri untuk detail desain bangunan penahan abrasi pantai. Survey bathimetri dimaksudkan untuk mendapatkan data kedalaman dan konfigurasi

topografi dasar laut, termasuk lokasi dan luasan objek-objek yang mungkin membahayakan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana cara pengukuran bathimetri untuk detail desain bangunan penahan abrasi pantai?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada pengukuran bathimetri pada daerah pantai desa pantai Pagatan Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Pembuatan peta bathimetri pantai Pagatan Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan
2. Menganalisa hasil pengukuran bathimetri untuk menunjang pembangunan bangunan penahan abrasi pantai.

1.5 Tinjauan Pustaka

Bathimetri (berasal dari bahasa Yunani : βάθος yang berarti “kedalaman”, dan μέτρον yang berarti “ukuran”) adalah ilmu yang mempelajari kedalaman di bawah air dan studi tentang tiga dimensi lantai samudra atau danau. Bathimetri juga

didefinisikan sebagai gambaran relief dasar laut, perbedaan kenampakan atau ciri-ciri dasar laut dan mempunyai arti penting dalam penelitian karena dengan mengetahui roman muka bumi akan memudahkan mengetahui kondisi morfologi suatu daerah (Nontji,1987). Batimetri terdiri dari dua suku kata yaitu '*Bathy*' yang berarti kedalaman serta kata '*Metry*' yang berarti ilmu pengukuran. Oleh karena itu secara harfiah, kata batimetri dapat diartikan sebagai ukuran kedalaman laut, baik mengenai ukuran tentang elevasi maupun mengenai depresi dasar laut yang merupakan sumber informasi dan gambaran dari dasar laut,serta memberikan banyak petunjuk tentang struktur laut (Nurjaya, 1991). Batimetri (bathos: kedalaman, metry: pengukuran) adalah pengukuran kedalaman laut dan memetakannya berdasarkan kondisi dan topografi dasar laut (Thurman, 2004).

Fenomena dasar perairan meliputi : bathimetri atau topografi dasar laut, jenis material dasar laut dan morfologi dasar laut. Sementara dinamika badan air yang dimaksud meliputi : pasut, arus dan sedimen. Data mengenai fenomena dasar perairan dan dinamika badan air diperoleh melalui pengukuran yang kegiatannya disebut sebagai survei hidrografi (*Dr. der Nat. Poerbandono, ST., MM, 2005*).

Detail desain bangunan penahan abrasi pantai sangat di pengaruhi oleh tujuan pembangunan dan kondisi daerah sekitar. Beberapa jenis bangunan pengaman yang dapat dijadikan pertimbangan desain antara lain: *seawalls, bulkhead, revetments, protective beaches, groins, jetties, dan Breakwater*. (Bambang Triatmodjo, 2012).

BAB II

DASAR TEORI

II.1 Survey Bathimetri

Bathimetri (berasal dari bahasa Yunani : βάθος yang berarti “kedalaman”, dan μέτρον yang berarti “ukuran”) adalah ilmu yang mempelajari kedalaman di bawah air dan studi tentang tiga dimensi lantai samudra atau danau. Bathimetri juga didefinisikan sebagai gambaran relief dasar laut, perbedaan kenampakan atau ciri-ciri dasar laut dan mempunyai arti penting dalam penelitian karena dengan mengetahui rona muka bumi akan memudahkan mengetahui kondisi morfologi suatu daerah (Nontji,1987). Bathimetri terdiri dari dua suku kata yaitu ‘*Bathy*’ yang berarti kedalaman serta kata ‘*Metry*’ yang berarti ilmu pengukuran. Oleh karena itu secara harfiah, kata bathimetri dapat diartikan sebagai ukuran kedalaman laut, baik mengenai ukuran tentang elevasi maupun mengenai depresi dasar laut yang merupakan sumber informasi dan gambaran dari dasar laut,serta memberikan banyak petunjuk tentang struktur laut (Nurjaya, 1991). Bathimetri (bathos: kedalaman, metry: pengukuran) adalah pengukuran kedalaman laut dan memetakannya berdasarkan kondisi dan topografi dasar laut (Thurman, 2004).

Survey Bathimetri adalah survey yang melakukan pengukuran kedalaman air. sebelum mengukur kedalaman air laut terlebih dahulu dilakukan adalah pengamatan pasang surut air laut. Pengamatan pasang surut air laut berfungsi untuk penentuan chart datum atau muka surutan peta. Dalam mengukur pasang surut untuk ukuran pemetaan bathimetri yang digunakan untuk mengukur kedalaman laut yaitu mulai

dari permukaan pasang surut terendah sampai dasar laut. Permukaan pasang surut terendah disebut chart datum. Chart datum berfungsi sebagai bidang referensi vertikal dalam pemetaan bathimetri (kedalaman air laut). Survey Bathimetri dapat didefinisikan juga sebagai pekerjaan pengumpulan data menggunakan metode penginderaan atau rekaman dari permukaan dasar laut, dimana data tersebut kemudian diolah untuk menghasilkan profil – profil dasar laut dengan jumlah yang cukup banyak sehingga dapat digambarkan susunan dari garis–garis kedalaman (kontur) dan disajikan dalam bentuk peta bathimetri. Pada survey bathimetri kedalaman air laut mempunyai pengaruh karena tinggi permukaan air pada saat pengukuran senantiasa berubah setiap waktu sesuai dengan fenomena pasang surut air laut yang nilainya harus dikoreksi dengan berdasarkan titik referensi.

Peta bathimetri sendiri dapat diartikan sebagai peta yang menggambarkan bentuk konfigurasi dasar laut dinyatakan dengan angka-angka kedalaman serta garis-garis kedalaman. Peta bathimetri ini juga dapat divisualisasikan dalam bentuk tampilan 2 dimensi (2D) maupun 3 dimensi (3D). Visualisasi tersebut dapat dilakukan karena perkembangan teknologi yang semakin hari sangat semakin maju, sehingga penggunaan komputer untuk melakukan kalkulasi dalam pemetaan menjadi mudah untuk dilakukan. (David *et al.*, 1985 dalam Defilmisa, 2003).

II.1.1 Klasifikasi Standard Survey Bathimetri

Tabel 2.1 : *IHO Standards for Hydrographic Surveys*

No	Kelas	Contoh daerah survei
1	Orde Khusus	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pelabuhan tempat sandar dan alur kritis (yang berhubungan dengannya) dimana kedalaman air di bawah lunas minimum
2	Orde 1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pelabuhan, ▪ Alur pendekat pelabuhan, ▪ Lintasan/haluan yang dianjurkan ▪ Daerah-daerah pantai dengan kedalaman hingga 100 meter
3	Orde 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Area yang tidak disebut pada orde khusus dan orde satu ▪ Area dengan kedalaman hingga 200 meter
4	Orde 3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daerah lepas pantai yang tidak disebut dalam orde khusus, orde satu dan orde dua

II.1.2 Ketelitian Pengukuran Parameter Survey

Tabel 2.2 : Ketelitian Pengukuran Parameter Survey menurut *IHO*

No	Deskripsi	Kelas			
		Orde Khusus	Orde 1	Orde 2	Orde 3
1	Akurasi horisontal	2 m	5 m + 5% dari kedalaman rata-rata	20 m + 5% dari kedalaman rata-rata	150 m + 5% dari kedalaman rata-rata
2	Alat bantu navigasi tetap dan kenampakan yang berhubungan dengan navigasi	2 m	2 m	5 m	5 m
3	Garis pantai	10 m	20 m	20 m	20 m
4	Alat bantu navigasi terapung	10 m	10 m	20 m	20 m
5	Kenampakan topografi	10 m	10 m	20 m	20 m
6	Akurasi Kedalaman	a = 0,25 m b = 0,0075	a = 0,5 m b = 0,013	a = 1,0 m b = 0,023	a = 1,0 m b = 0,023

Catatan :

1. a dan b adalah variable yang digunakan untuk menghitung ketelitian kedalaman.
2. Alat pemeruman dikalibrasi sebelum digunakan.
3. Untuk penelitian berada di orde 1.

$$\pm\sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$$

Dimana :

- a : kesalahan independen (jumlah kesalahan yang bersifat tetap)
- b : faktor kesalahan kedalaman dependen (jumlah kesalahan yang bersifat tidak tetap)
- d : kedalaman terukur
- (b x d) : kesalahan kedalaman yang dependen (jumlah semua kesalahan kedalaman yang dependen).

2.1.3 Tahapan Perencanaan Survei

Pengukuran bathimetri dilakukan berdasarkan jalur pengamatan yang telah direncanakan. Kedalaman dasar air laut diamati dengan alat *echosounder*. Data posisi dan pengamatan kedalaman dicatat secara periodik, sedangkan perekaman data dilakukan secara terintegrasi oleh komputer ke dalam *harddisk*. Data tersebut meliputi: Data posisi horisontal (X,Y) dan vertikal (Z), waktu, lintang (X), bujur (Y),

kedalaman dan kualitas posisi yang digambarkan ke dalam peta kontur dua atau tiga dimensi profil permukaan laut.

2.1.3.1 Sounding Pole

Pengukuran *sounding pole* sebenarnya hampir sama dengan pengukuran topografi atau pengukuran titik detail di darat, yang membedakannya daerah yang diukur adalah daerah yang terdapat di wilayah surutan air laut atau wilayah yang tertutup air pada saat air laut pasang dan kering pada saat air laut surut. Maksudnya untuk memetakan daerah laut yang tidak dapat di sounding karena kedalamannya sudah dangkal sehingga tidak dapat di lewati oleh kapal. Langkah-langkah pengukurannya sama dengan pengukuran titik-titik detail dan alat yang digunakan adalah *total station*, prisma dan tongkat prisma, dan statif

2.1.3.2 Sounding (Pemeruman)

Pemeruman atau sounding merupakan proses dan aktivitas yang ditujukan untuk memperoleh gambaran atau bentuk topografi dasar perairan. Pemeruman atau sounding dilaksanakan pada wilayah perairan yang mempunyai kedalaman yang cukup untuk dilayari dengan kapal survei. Sedang untuk wilayah perairan dangkal dilakukan pengukuran dari darat menggunakan peralatan *Total Station* dengan metode *Sounding Pole*.

Pada kegiatan pemeruman terdapat beberapa tahapan yang harus dilaksanakan antara lain:

1. Perencanaan jalur sounding
2. Penentuan titik-titik fix
3. Pelaksanaan sounding
4. Reduksi data ukuran

1. Perencanaan Jalur Sounding

Perencanaan jalur-jalur sounding (pemeruman) dipersiapkan dengan bantuan komputer sebelum survei bathimetri dilaksanakan pada peta petunjuk kerja. Peta preplot disajikan dalam bentuk digital dan memuat informasi dari keseluruhan jalur-jalur sounding (*line sounding*) maupun jalur cross (*line crossing*). Untuk jalur sounding direncanakan tegak lurus terhadap garis pantai dengan interval 50 m dan jalur melintang (*cross*) diusahakan sejajar dengan garis pantai dengan interval jarak tertentu pula. Fungsi dari peta Pre-plot digital ini akan digunakan sebagai alat bantu petunjuk arah dan jarak (navigasi) dari perahu saat melakukan pemeruman (sounding) di laut.

Suatu kegiatan pemeruman dilaksanakan dengan menjalankan sebuah sistem jalur sounding yang telah direncanakan sebelumnya, kegiatan ini meliputi seluruh daerah survei. Cara menjalankan jalur sounding ini harus dilaksanakan sedemikian rupa sehingga bentuk dasar laut dapat digambarkan sebaik-baiknya dan secara efisien.

Jalur sounding yang sama dengan jarak yang sama, merupakan metode yang terbaik guna melaksanakan pemeruman dan jarak ini memberikan bentuk dasar laut yang jelas.

2. Penentuan Titik–Titik Fix

Pemeruman dilakukan dengan membuat profil (potongan) pengukuran kedalaman. Untuk mengetahui posisi kedalaman titik-titik perum, perlu dilaksanakan pengukuran atau penentuan posisi untuk titik-titik sounding. Lajur-lajur perum didesain sedemikian rupa sehingga memungkinkan pendeteksian perubahan kedalaman yang lebih ekstrim.

Penentuan posisi titik-titik fix perum biasanya dilakukan dengan cara mengikatkan ketitik-titik didarat, dan penentuan titik-titik fix perum dapat juga tanpa menggunakan titik-titik di darat tetapi bisa juga dilakukan dengan menggunakan satellite, misalnya dengan menggunakan GPS.

Dari pengukuran kedalaman di titik-titik fix perum pada lajur-lajur perum yang telah didesain, akan didapatkan sebaran titik-titik fix perum pada daerah survei yang nilai-nilai pengukurannya dapat dipakai untuk menggambarkan bathimetri yang diinginkan. Berdasarkan sebaran angka-angka kedalaman pada titik-titik fix perum itu, bathimetri perairan yang di survei dapat diperoleh dengan menarik garis-garis kontur kedalaman. Penarikan garis kontur kedalaman dilakukan dengan membangun grid dari sebaran data kedalaman. Dari grid yang dibangun, dapat ditarik garis-garis yang menunjukkan angka-angka kedalaman yang sama.

3. Pelaksanaan Sounding

Pengukuran kedalaman air adalah kegiatan pengukuran jarak vertikal dari permukaan air laut saat itu sampai dasar laut dengan menggunakan alat *echosounder*. Dalam pelaksanaan pengukuran kedalaman air laut ada tiga kegiatan yang dilakukan secara bersama-sama dan pada waktu yang sama. Ketiga kegiatan dibagi dalam tiga kelompok kerja antara lain :

a. Pengamatan Pasut

Pengamatan pasang surut dilakukan untuk memperoleh data tinggi muka air laut di suatu lokasi. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut dapat ditetapkan datum vertikal tertentu yang sesuai untuk keperluan-keperluan tertentu pula. Pengamatan pasut dilakukan dengan mencatat atau merekam data tinggi muka air laut pada setiap interval waktu tertentu. Rentang pengamatan pasut sebaiknya dilakukan selama selang waktu keseluruhan periodisasi posisi 'semula'. Rentang waktu pengamatan pasut yang lazim dilakukan untuk keperluan praktis adalah 15 atau 29 piantan (1 piantan = 25 jam). Interval waktu pencatatan atau perekaman tinggi muka laut biasanya adalah 15, 30 atau 60 menit. Pengamatan pasang surut ini bertujuan untuk mendapatkan data tentang kondisi pasang surut air laut, yaitu mengenai posisi duduk tengah (*Mean Sea Level*) dan posisi muka surutan peta (*Chart Datum/CD*) melalui analisa harmonik metode perataan kuadran terkecil. Posisi ketinggian *Chart Datum/CD* akan diikatkan pada pilar/patok beton yang didirikan di pantai.

Sebuah alat pengamat pasut mekanik yang digunakan untuk ini adalah *valeport*. Gerakan naik dan turunnya air laut dideteksi alat tersebut yang telah dipasang di dalam air. Data pasut tersebut akan dibaca dan dicatat pada *present sensor* yang telah dipasang dan disetting di darat secara bersamaan.

Alat ini biasanya diletakkan dalam pipa paralon yang berhubungan untuk mereduksi gerak muka laut sesaat karena gelombang dan angin.

Penyebab terjadinya pasang surut antara lain :

1. Pengaruh kejadian geodinamis dan geometris ada dalam perut bumi seperti pergerakan magma, gempa bumi dan pergerakan-pergerakan lempeng tektonis.
2. Pengaruh mekanis dan kimiawi yang di timbulkan radiasi matahari dan kerja keras atmosfer (pemanasan air laut, perubahan tekanan udara, angin dan lain-lain).
3. Pengaruh benda-benda angkasa yang menyebabkan terjadinya daya pembangkit pasang surut.

Pada pengamatan pasut dilakukan transfer elevasi yaitu untuk mengetahui tinggi (*tide guage*) muka air pada waktu tertentu yang diikatkan dengan BM terdekat, tujuannya untuk mengetahui beda tinggi di laut dengan di darat.

b. Pengukuran kedalaman air laut

Pengukuran kedalaman air dilakukan pada titik-titik yang dipilih untuk mewakili keseluruhan daerah yang akan dipetakan. Pada titik-titik tersebut juga dilakukan pengukuran untuk penentuan posisi. Titik-titik tempat dilakukannya pengukuran untuk penentuan posisi dan kedalaman disebut sebagai titik fix perum. Pada setiap titik fix perum harus juga dilakukan pencatatan waktu pada saat pengukuran untuk reduksi hasil pengukuran karena pasut.

Kelompok ini melaksanakan pengukuran kedalaman air menggunakan alat *echosounder*. *Echosounder* adalah alat yang tidak mengukur kedalaman air secara langsung, akan tetapi mengukur waktu yang diperlukan gelombang suara untuk menempuh jarak dari *transduser* ke dasar laut atau dari dasar laut kembali lagi ke *transduser*.

Interval waktu tersebut kemudian dikonversi menjadi kedalaman yaitu dengan mengalikan waktu tersebut dengan kecepatan gelombang suara dalam air laut, sehingga :

$$D = \frac{1}{2} V x t$$

Dimana,

D : kedalaman air laut (m)

V : kecepatan gelombang suara dalam air laut (m/detik)

t : interval waktu (detik)

Recorder merupakan unit terpenting dari suatu alat perum gema. Interval waktu gelombang suara yang dipancarkan *transduser* ke dasar laut dan kembali ke *transduser* diukur oleh *recorder*. Gelombang suara akan dipantulkan oleh dasar laut sampai kembali ke permukaan laut dan diterima oleh *receiver transduser*. Kemudian *receiver transduser* gelombang suara tersebut ditransformasikan kembali menjadi energi listrik dan dikirim ke *receiver*. Oleh *receiver* sinyal-sinyal tersebut diperkuat dan dikirim ke *recorder*. Pada *recorder*, diukur interval waktu yang diperlukan pulsa gelombang suara untuk menempuh jarak dari *transduser* ke dasar laut dan kembali lagi ke *transduser*.

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran kedalaman air laut adalah,

1. Data waktu pada saat pengukuran kedalaman.
2. Data kedalaman air laut pada saat pengukuran kedalaman air.

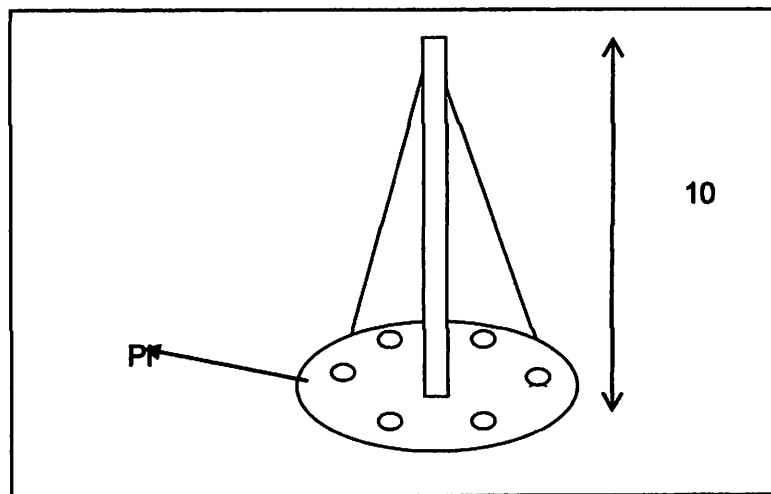
c. *Bar check*

Bar check adalah kegiatan kalibrasi alat perum gema (*echosounder*) yang dimaksudkan untuk menyesuaikan kedalaman yang terekam di atas kertas *echosounder* (*echogram*) dengan kedalaman air yang terukur. Kegiatan ini biasanya dilakukan dua kali karena keadaan kapal dan personil yang berada sebelum pengukuran dengan sesudah pengukuran dan karena perbedaan sifat fisik air yaitu suhu, salinitas, kerapatan partikel yang

berpengaruh terhadap sound of Velocity, selain itu banyak faktor yang juga diperhitungkan seperti draft kapal kerana berat kapal dll.

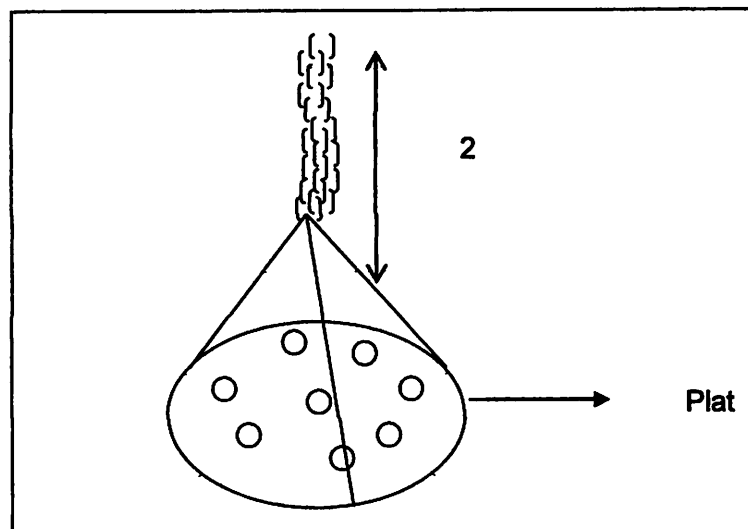
Ada dua jenis *bar check* berdasarkan kedalaman pengukuran, yaitu :

1. *Bar check* tongkat adalah *bar check* yang digunakan pada pengukuran kedalaman 1 – 10 meter.



Gambar 2.1. *Barcheck* tongkat

2. *Bar check* rantai adalah *bar check* yang digunakan untuk pengukuran kedalaman air 10 – 20 meter.



Gambar 2.2 *Bak check* Rantai

Dalam kegiatan *bar check*, dilakukan beberapa pengaturan pada alat perum gema agar diperoleh hasil rekaman perum gema yang diinginkan. Kegiatan ini meliputi pengaturan :

- Kecepatan suara atau gelombang suara (*speed of sound*)
- Skala yang digunakan pada kertas
- Kadar garam
- Kalibrasi nol
- Kecepatan kertas
- Kedalaman *transduser*

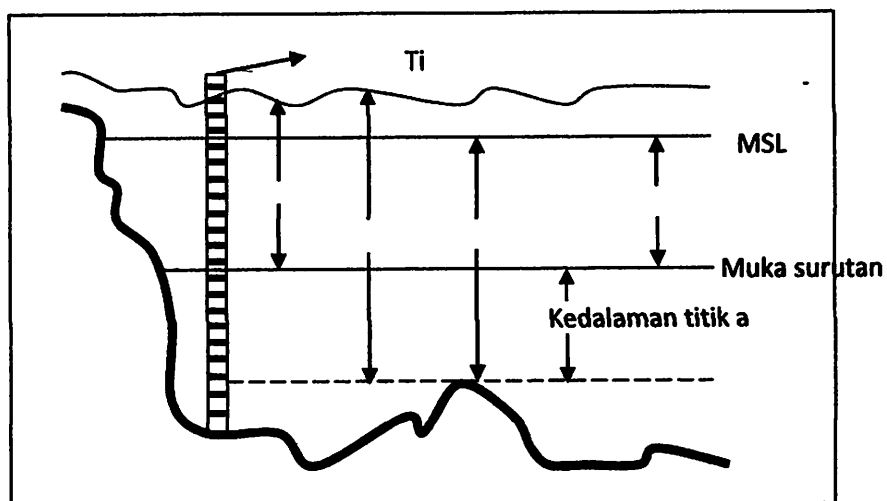
Disamping melakukan kalibrasi dengan *bar check*, juga dilakukan koreksi indeks atau koreksi *echosounder* yang besarnya tergantung dari jenis *echosounder* yang telah ditetapkan.

Pada pemeruman laut dalam, kecepatan gelombang suara pada air tidak konstan, hal ini dipengaruhi temperatur, tekanan dan kadar garam, sehingga hasil ukuran mengandung kesalahan. Untuk memperoleh ketelitian hasil pemeruman, perlu diketahui gelombang suara pada tiap-tiap lapisan kedalaman air laut dari 1 m, 2 m, 3 m, 5 m, 10 m.. dan selanjutnya disesuaikan dengan kedalaman area survei.

4. Reduksi Data Ukuran

Adanya pasut laut menyebabkan kedalaman suatu titik akan berubah-ubah setiap waktu. Maka dalam pekerjaan pemeruman telah ditentukan suatu bidang referensi kedalaman laut, yaitu “muka surutan” (*chart datum*). Dengan demikian, setiap hasil pengukuran kedalaman harus direduksi terhadap muka surutan.

Besarnya reduksi terhadap kedalaman suatu titik pada saat pengukuran ditentukan oleh beberapa hal, yaitu kedudukan permukaan laut pada saat pengukuran, duduk tengah atau permukaan laut rata-rata (*mean sea level*), serta harga Z_0 yaitu untuk mendapatkan muka surutan. Ketiga hal tersebut diperoleh melalui pengamatan pasut laut yang terus-menerus selama survey.



Gambar 2.3 Muka Surutan Air Laut

Secara aljabar, besarnya reduksi pasut untuk mendapatkan kedalaman laut ukuran terhadap muka surutan pada waktu (t) dapat ditulis sebagai berikut :

$$r_t = (TWL_t - MSL + Z_0)$$

Keterangan :

r_t : besarnya reduksi pasut

TWL_t : kedudukan laut sesungguhnya

MSL : kedudukan permukaan laut rata-rata (*mean sea level*)

Z_0 : kedalaman muka surutan (*chart datum*) di bawah MSL.

II.2 Bidang Referensi Pemeruman

Seluruh pengukuran vertikal dan ketinggian tanah dan kedalaman laut serta variasi permukaan air laut harus tereferensikan ke suatu bidang datum atau permukaan nol. Secara umum dipakai duduk tengah (*Mean Sea Level*) permukaan laut sebagai permukaan nol., tapi sering juga dipakai bidang datum lainnya, seperti (*Chart Datum*) sebagai acuan vertikal.

Untuk keperluan navigasi dan pemetaan hidrografi, maka digunakan *Chart Datum* (muka surutan) sebagai bidang referensi atau suatu bidang permukaan yang terletak di bawah permukaan air laut terendah yang mungkin terjadi atau dengan kata lain permukaan air laut tidak pernah menyentuh muka surutan ini. Kedalaman yang ditampilkan di dalam peta laut adalah kedalaman di bawah *Chart Datum*. Di dalam penentuan datum terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu :

1. Jika memungkinkan Datum Perum sesuai dengan *Chart Datum*.
2. Jika penentuan *Chart Datum* akan memakan waktu yang lama maka datum yang berbeda harus dibangun dari pasut di akhir hari pertama pemeruman atau sebelum survei dilaksanakan.
3. Di dalam teori suatu datum yang akan ditentukan :
 1. Permukaan pasang surut tidak boleh lebih rendah dari *Chart Datum* sesuai ketentuan *International Hydrographic Organization (IHO)*
 2. *Chart Datum* tidak akan menyebabkan kekhawatiran dari kedalaman air, sehingga keamanan pelayaran dapat dipertanggungjawabkan.
 3. *Chart Datum* harus harmonis dengan datum-datum yang berada pada daerah survei sekitarnya.

Kebijakan dari *British Admiralty* yakni meletakkan *Chart Datum* kira-kira pada posisi LAT (*Lowest Astronomical Tide*). Di dalam buku pedoman pasut *Admiralty* menyatakan bahwa *Chart Datum* berada 0.3 feet di bawah pasut terendah.

II.3 Pasang Surut Air Laut

Pasang surut air laut (*ocean tide*) adalah fenomena naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik yang disebabkan oleh pengaruh gravitasi benda-benda langit terutama bulan dan matahari. Pengaruh gravitasi benda-benda langit terhadap bumi tidak hanya menyebabkan pasang surut air laut, tetapi juga mengakibatkan perubahan bentuk bumi dan atmosfer. Pasut merupakan gerak naik dan turun muka laut dengan periode rata-rata sekitar 12.4 jam atau 24.8 jam.

Fenomena lain yang berhubungan dengan pasut adalah arus pasut, yaitu gerak badan air menuju dan meninggalkan pantai saat air pasang dan surut.

Permukaan air laut dipakai sebagai tinggi nol. Kedalaman suatu titik di dasar perairan atau ketinggian titik di pantai mengacu pada permukaan laut yang dianggap sebagai bidang referensi (atau datum) vertikal. Karena posisi muka laut selalu berubah, maka penentuan tinggi nol harus dilakukan dengan merata-ratakan data tinggi muka air pada rentang waktu tertentu. Data tinggi muka air pada rentang waktu tertentu juga berguna untuk keperluan peramalan pasut. Analisis data pengamatan tinggi muka air juga akan berguna untuk mengenali karakter pasut dan fenomena lain yang mempengaruhi tinggi muka air laut.

Gravitasi bulan merupakan pembangkit utama pasut. Walaupun massa matahari jauh lebih besar dibanding massa bulan, namun karena jarak bulan yang jauh lebih dekat ke bumi dibanding matahari, matahari hanya memberikan pengaruh yang lebih kecil terhadap pembangkitan pasut di bumi. Rasio massa bulan: bumi adalah sekitar 1:85, sedangkan rasio massa bulan : matahari adalah sekitar $1:3.18 \times 10^5$. Jarak rata-rata pusat massa bumi dengan pusat massa matahari adalah sekitar 98,830,000 mil, sedangkan jarak rata-rata pusat massa bumi dengan pusat massa bulan adalah sekitar 238,862 mil, akibatnya perbandingan gravitasi bulan dan matahari (masing-masing terhadap bumi) adalah sekitar 1 : 0.46.

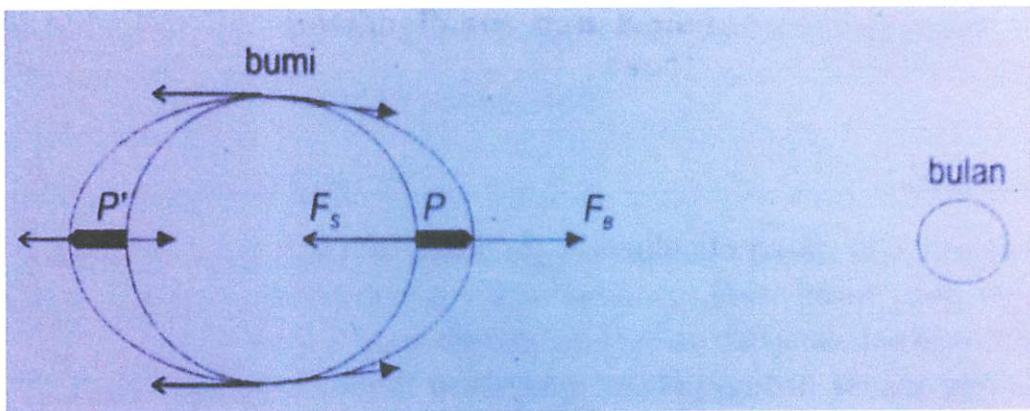
a. Teori Pasang Surut

Fenomena pasang surut dijelaskan dengan `teori pasang surut setimbang` yang dikemukakan oleh Bapak Fisika Klasik, Sir Isaac Newton pada abad ke-17. Teori ini menganggap bahwa bumi berbentuk bola sempurna dan dilingkupi air dengan distribusi massa yang seragam. Pembangkitan pasut dijelaskan dengan `teori gravitasi universal`, yang menyatakan bahwa: pada sistem dua benda dengan massa m_1 dan m_2 akan terjadi gaya tarik menarik sebesar F di antara keduanya yang besarnya sebanding dengan perkalian massanya dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Pada sistem bumi bulan, gaya-gaya pembangkit pasut (*tide generating forces*) adalah resultan gaya-gaya yang menyebabkan terjadinya pasut, yaitu: gaya sentrifugal sistem bumi-bulan yang titik massanya (F_S) dan gaya gravitasi bulan (F_B). F_S bekerja dalam persekutuan pusat gravitasi bumi-bulan yang titik massanya terletak di sekitar $3/4$ jari-jari bumi dari titik pusat bumi. F_S bekerja dengan kekuatan yang seragam di seluruh titik di permukaan bumi dengan arah yang selalu menjauhi bulan pada garis yang sejajar dengan garis yang menghubungkan pusat bumi dan bulan. Besar F_B tergantung pada jarak pusat massa suatu titik partikel air di permukaan bumi terhadap pusat massa bulan. Resultan F_S dan F_B menghasilkan gaya pembangkit pasut di seujur permukaan bumi (Gambar 2.4).

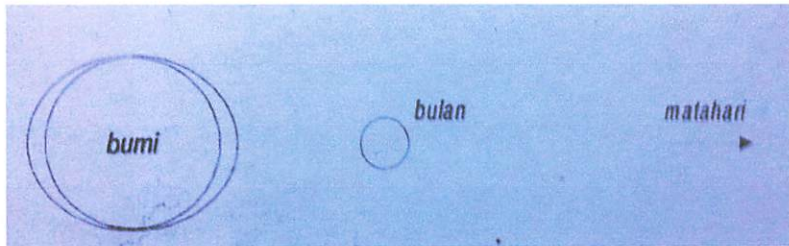
Pada titik P yang lokasinya terdekat dengan bulan dan segaris dengan sumbu bumi-bulan, gaya gravitasi bulan yang bekerja pada titik pengamat tersebut lebih besar dibanding dengan gaya sentrifugalnya ($F_B > F_S$). Di titik P badan air tertarik menjauhi bumi 22ea rah bulan. Seiring dengan menjauhnya lokasi titik pengamat terhadap bulan, gaya gravitasi yang bekerja pada titik-titik di permukaan bumi pun akan semakin kecil. Di titik P' , gaya sentrifugal lebih dominan dibanding gaya gravitasi bulan ($F_B < F_S$), sehingga badan air tertarik menjauhi bumi pada arah menjauhi bulan.



Gambar 2.4 Arah gaya sentrifugal dan gaya gravitasi bulan yang bekerja di permukaan bumi

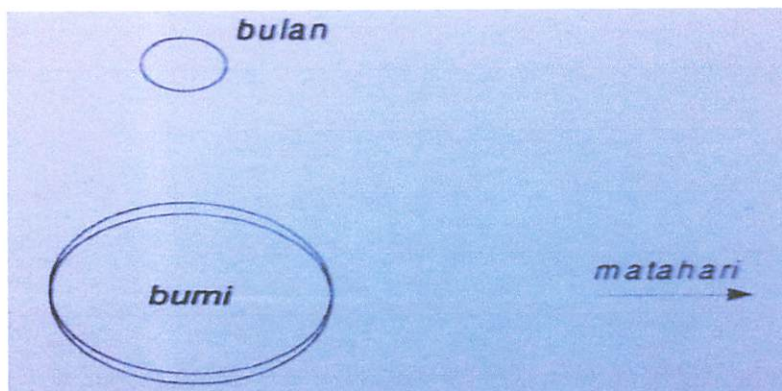
Fenomena pembangkitan pasut menyebabkan perbedaan tinggi permukaan air laut pada kondisi kedudukan-kedudukan tertentu dari bumi, bulan dan matahari. Saat *spring*, yaitu saat kedudukan matahari segaris dengan sumbu bumi-bulan, maka terjadi pasang maksimum pada titik di permukaan bumi yang berada di sumbu kedudukan relatif bumi, bulan dan matahari (Gambar 2.5). Saat tersebut terjadi ketika

bulan baru dan bulan purnama. Fenomena pasut pada kedudukan demikian disebut dengan *spring tide* atau pasut perbani.



Gambar 2.5 Kedudukan bumi, bulan dan matahari saat *spring* (bulan baru dan purnama)

Saat *neap*, yaitu saat kedudukan matahari tegak lurus dengan sumbu bumi-bulan, terjadi pasut minimum pada titik di permukaan bumi yang tegak lurus sumbu bumi-bulan (Gambar 2.6). Saat tersebut terjadi di perempat bulan awal dan perempat bulan akhir. Fenomena pasut pada kedudukan demikian disebut dengan *neap tide* atau pasut mati. Tunggang pasut (jarak vertikal kedudukan permukaan air tertinggi dan terendah) saat *spring* lebih besar dibanding saat *neap*.



Gambar 2.6 Kedudukan bumi, bulan dan matahari saat *neap*

b. Tipe Pasang Surut

Pasang surut di suatu lokasi pengamatan dipisahkan menurut tipe *diurnal*, *semi-diurnal* dan *mixed*. Pasut *diurnal* (harian tunggal) terjadi dari satu kali kedudukan permukaan air tertinggi dan satu kali kedudukan permukaan air terendah dalam satu hari pengamatan. Pasut di pantai utara Jawa termasuk jenis ini. Pasut *semi-diurnal* (harian ganda) terjadi dua kali kedudukan permukaan air tinggi dan dua kali kedudukan permukaan rendah dalam satu hari pengamatan. Pasut *mixed* (campuran) terjadi dari gabungan *diurnal* dan *semi-diurnal*. Defant (1958) mengelompokkan pasut menurut perbandingan jumlah amplitudo komponen *diurnal* terhadap jumlah amplitudo komponen *semi-diurnal*, yang dinyatakan dengan :

$$F = \frac{K1 + O1}{M2 + S2}$$

Berdasarkan F , pasut dikelompokkan menurut tipe-tipe yang ditampilkan pada tabel 2.3 berikut ini :

Tabel 2.3 :



NILAI BENTUK	JENIS PASUT	FENOMENA
$0 < F < 0.25$	Harian ganda Murni	2x pasang sehari dengan tinggi yang relative sama
$0.25 < F < 1.5$	Campuran berganda	2x pasang sehari dengan Perbedaan tinggi dan interval yang berbeda
$1.5 < F < 3$	Campuran tunggal	1x atau 2x pasang sehari dengan interval yang berbeda
$F > 3$	Tunggal murni	1x pasang sehari, saat <i>spring</i> dapat terjadi 2x pasang sehari

c. *Pengolahan Data Pengamatan Pasang Surut*

Pengolahan data pengamatan pasang surut pada akhirnya menghasilkan nilai Datum Perum atau *Chart Datum* Untuk menghitung *Chart Datum*, antara lain dapat ditentukan dari nilai tinggi *bench mark* yang berada di darat, transformasi datum, atau dengan membangun datum yang baru.

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk pengolahan data pasang surut antara lain :

1. Metode Admiralty
2. Metode Least Square
3. Metode Deret Fourier

Mengingat besaran-besaran yang didapatkan dari hasil pengolahan pengamatan pasut ini, maka pada prinsipnya ketiga metode tersebut di atas adalah sama, yaitu menghasilkan keluaran-keluaran berupa :

1. Kedudukan duduk tengah selama pengamatan.
2. Amplitudo dan kelambatan fase dari konstanta-konstanta harmonic pasut.

Hanya bedanya disini adalah bahwa metode admiralty yang hanya dapat digunakan mengolah data pengamatan pasut selama 15 atau 29 piantan. Metode Deret Fourier hanya menghasilkan amplitudo dan kelambatan fase 9 konstanta harmonic pasut (K_1 , O_1 , P_1 , M_2 , S_2 , N_2 , K_2 , M_4 , dan MS_4). Sedangkan dengan metode *least square*, disamping dapat diolah data pengamatan dari berbagai selang waktu pengamatan yang tidak terbatas, juga dapat dihasilkan amplitudo dan kelambatan fase dari semua konstanta harmonik pasut yang ada ataupun diinginkan.

II.4 Arus

Arus adalah gerakan badan air. Di pantai dengan perairan dangkal, arus dapat dibangkitkan oleh pasut, gelombang dan angin. Pengetahuan mengenai dinamika arus pada suatu wilayah perairan sangat penting untuk kajian mengenai dinamika dan kualitas lingkungan serta rekayasa wilayah. Teknik pengukuran arus dapat dilakukan dengan pendekatan Lagrangian atau Eulerian. Pendekatan Lagrangian dilakukan

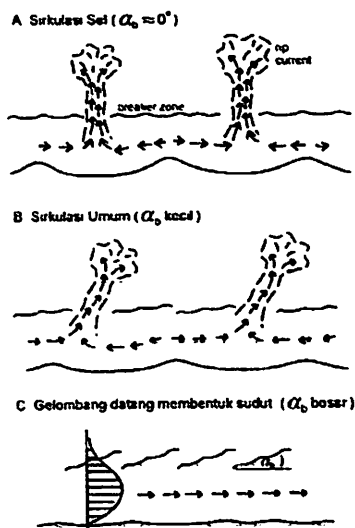
dengan pengamatan gerakan massa air permukaan dalam rentang waktu tertentu. Implementasinya biasanya dilakukan dengan sebuah pelampung. Selama selang waktu tertentu dan dalam interval waktu yang tertentu pula, pengamat mencatat posisi pelampung tersebut. Studi dinamika arus yang demikian sangat penting untuk mengkaji model tumpahan minyak atau pengangkutan materi oleh badan air di permukaan. Sementara, pendekatan Eulerian dilakukan dengan pengamatan arus pada suatu posisi tertentu di suatu kolom air. Data yang diperoleh dengan pendekatan ini adalah kekuatan dan arah arus pada suatu tempat sebagai fungsi dari waktu.

Gelombang yang menjalar menuju pantai membawa massa air dan momentum dalam arah penjalaran gelombang. Transpor massa dan momentum tersebut menimbulkan arus di dekat pantai. Di beberapa daerah yang dilintasinya, perilaku gelombang dan arus yang ditimbulkannya berbeda. Daerah yang dilintasi gelombang tersebut adalah *offshore zone*, *surf zone*, dan *swash zone*. Di daerah lepas pantai (*offshore zone*) yaitu daerah yang terbentang dari lokasi gelombang pecah ke arah laut, gelombang menimbulkan gerak orbit partikel air. Orbit lintasan partikel tidak tertutup sehingga menimbulkan transpor massa air. Transpor massa tersebut dapat disertai dengan terangkutnya sedimen dasar dalam arah menuju pantai (*on-shore*) dan meninggalkan pantai (*off-shore*).

Di *surf zone*, yaitu daerah antara gelombang pecah dan garis pantai, ditandai dengan gelombang pecah dan penjalaran gelombang setelah pecah ke arah pantai. Gelombang menimbulkan arus dan turbulensi yang sangat besar yang dapat menggerakkan sedimen dasar. Setelah pecah, gelombang melintasi *surf zone* menuju

pantai. Di *swash zone*, gelombang yang sampai di garis pantai menyebabkan massa air bergerak ke atas dan kemudian turun kembali pada permukaan pantai. Gerak massa air tersebut disertai dengan terangkutnya sedimen.

Di antara ketiga daerah tersebut, karakteristik gelombang di *surf zone* dan *swash zone* adalah yang paling penting di dalam analisis proses pantai. Arus yang terjadi di daerah tersebut sangat tergantung pada arah datangnya gelombang. Apabila garis puncak gelombang sejajar dengan garis pantai, maka akan terjadi arus dominan di pantai berupa sirkulasi sel dengan *rip current* yang menuju ke laut (gambar 2.4.a). Kejadian ekstrim lainnya terjadi apabila gelombang pecah dengan membentuk sudut terhadap garis pantai ($\alpha_b > 5^\circ$), yang akan menimbulkan arus sejajar pantai di sepanjang pantai (gambar 2.4.c), sedang yang terjadi adalah kombinasi dari kedua kondisi tersebut (gambar 2.4.b).



Gambar 2.7 Karakteristik Arus

II.5 Abrasi Pantai

Abrasi merupakan peristiwa terkikisnya alur-alur pantai akibat gerusan air laut. Gerusan ini terjadi karena permukaan air laut mengalami peningkatan. Naiknya permukaan air laut ini disebabkan mencairnya es di daerah kutub akibat pemanasan global.

Abrasi disebabkan oleh naiknya permukaan air laut diseluruh dunia karena mencairnya lapisan es di daerah kutub bumi. Mencairnya lapisan es ini merupakan dampak dari pemanasan global yang terjadi belakangan ini. Seperti yang kita ketahui, pemanasan global terjadi karena gas-gas CO₂ yang berasal dari asap pabrik maupun dari gas buangan kendaraan bermotor menghalangi keluarnya gelombang panas dari matahari yang dipantulkan oleh bumi, sehingga panas tersebut akan tetap terperangkap di dalam atmosfer bumi dan mengakibatkan suhu di permukaan bumi meningkat. Suhu di kutub juga akan meningkat dan membuat es di kutub mencair, air lelehan es itu mengakibatkan permukaan air di seluruh dunia akan mengalami peningkatan dan akan menggerus daerah yang permukaannya rendah. Hal ini menunjukkan bahwa terjadinya abrasi sangat erat kaitannya dengan pencemaran lingkungan.

Pencemaran yang terjadi di pesisir pantai merupakan sesuatu yang sangat merugikan bagi manusia. Sebagian besar objek wisata di Indonesia merupakan wisata pantai. Keindahan panorama pantai membuat wisatawan dari mancanegara berdatangan ke Indonesia.

Rusaknya lingkungan pantai juga dapat merusak ekosistem yang ada disana. Biota yang hidup di daerah pantai seperti terumbu karang dan ikan-ikan kecil akan mati bila tingkat pencemarannya tinggi.

II.6 Kriteria Detail Desain Bangunan Penahan Abrasi Pantai

Detail desain bangunan penahan abrasi pantai sangat di pengaruhi oleh tujuan pembangunan dan kondisi daerah sekitar. Beberapa jenis bangunan pengaman yang dapat dijadikan pertimbangan desain antara lain: *seawalls*, *bulkhead*, *revetments*, *protective beaches*, *groins*, *jetties*, dan *Breakwater*. Selain bangunan pengaman untuk melindungi daerah pantai dapat juga dengan *sand dunes*, *sand bypassing*, *sand nourishmen* dan *mangrove*.

Teknik pengamanan pantai dibagi menjadi 3 yaitu :

1. Menggunakan perkuatan pada sepanjang garis pantai.
2. Membuat timbunan pasir di sekitar garis pantai.
3. Membuat bangunan pengatur laju sediment di area pantai.

Ketiga teknik diatas digunakan untuk tujuan dan maksud yang berbeda tergantung dari area daerah yang akan diperbaiki.

II.6.1 Perkuatan di Sepanjang Garis Pantai.

Pada teknik ini dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa tipe bangunan yaitu *seawalls*, *bulkheads* dan *revetments* dari ketiga bangunan tersebut terdapat beberapa perbedaan yang mendasar.

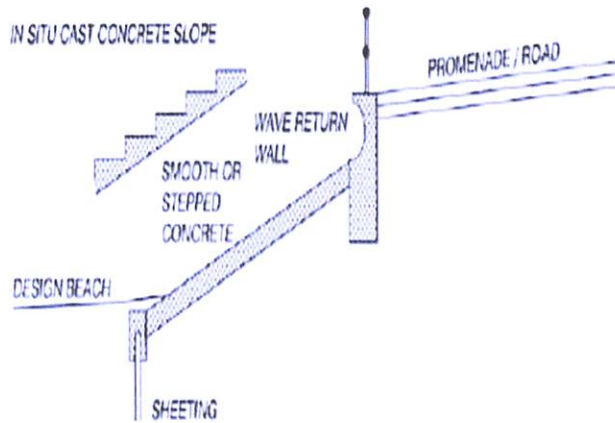
1. Menggunakan Mangrove Sebagai Perkuatan Pantai.

Penggunaan tanaman mangrove sebagai perkuatan pantai banyak digunakan. Penggunaan mangrove memiliki beberapa kelebihan terutama umur rencana. Semakin lama perkuatan yang menggunakan mangrove akan semakin kuat dan efektif didalam menanggulangi bahaya abrasi pantai. Tetapi perkuatan dengan menggunakan mangrove hanya bisa digunakan pada daerah-daerah dengan kondisi perairan yang memungkinkan bagi tanaman mangrove untuk tumbuh.

2. *Seawalls*

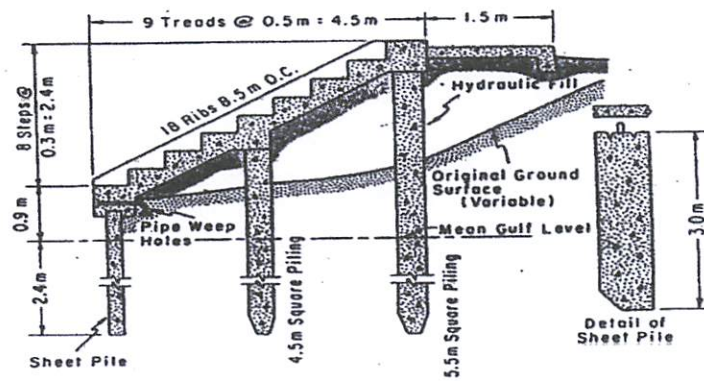
Jika dilihat dari ukuran strukturnya maka seawalls memiliki ukuran yang relatif lebih besar jika di bandingkan dengan kedua alternatif yang lain. Hal ini di karenakan *seawalls* diprioritaskan untuk menahan gempuran gelombang laut secara penuh.

Seawalls memiliki beberapa bentuk desain yang secara umum banyak dipergunakan. Antara lain *a curved – face seawall*, *stepped face seawall* dan *combination between step and curves-face seawall*. Beberapa alternatif ini cocok digunakan untuk beberapa kondisi yang berbeda.^{3/4} *Curved – face seawall* cocok digunakan untuk menahan energi gelombang yang besar dan mengurangi gerusan yang terjadi pada dasar bangunan.



Gambar 2.8 *Curved – Face Seawall dan Step Curves-Face Seawall*

$\frac{3}{4}$ Sedangkan Step face seawall biasanya digunakan untuk jenis gelombang yang tidak terlalu besar.

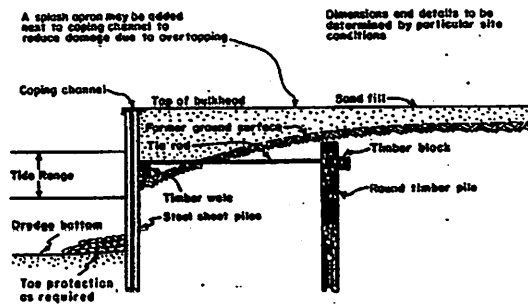


Gambar 2.9 *Concrete Step-Face Seawall*

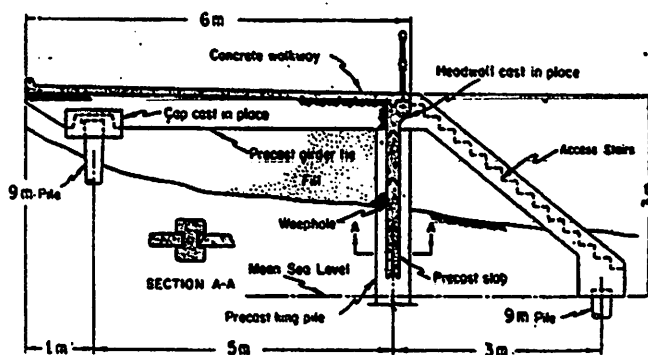
3. Bulkheads (Sekat Pemisah)

Struktur ini biasanya digunakan jika posisi lapisan batuan dekat dengan permukaan sehingga tidak dimungkinkan untuk melakukan pengangkuran dengan menggunakan *sheet-pile*.

Jika pada saat pelaksanaan tinggi air laut pada sisi dalam dinding < 0.5 kali tinggi gelombang maksimum maka harus dibuat perkuatan tambahan pada dasar di dinding untuk menghindari dari bahaya scouring sehingga dapat mengurangi stabilitas bangunan.



Gambar 2.10 *Steel Sheet-Pile Bulkhead*



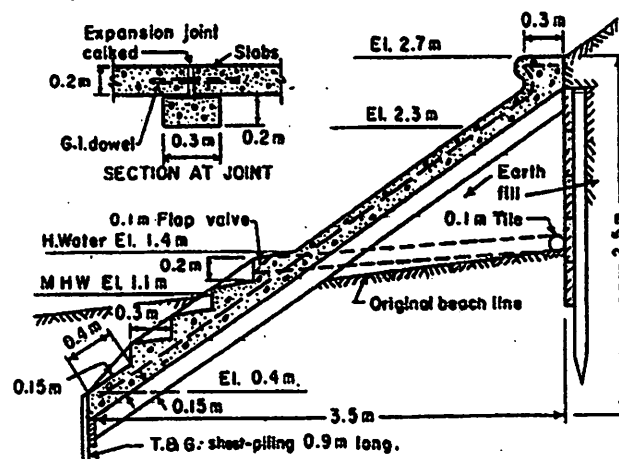
Gambar 2.11 *Concrete Slab and King-Pile Bulkhead*

4. Revetments

Revetments merupakan struktur paling ringan, hal ini dikarenakan struktur revetments hanya digunakan untuk melindungi struktur pantai dari bahaya erosi dan gelombang kecil.

Struktur Revetments terdapat dua macam yaitu struktur fleksibel dan struktur rigid. Dari kedua struktur ini memiliki keunggulan masing-masing.

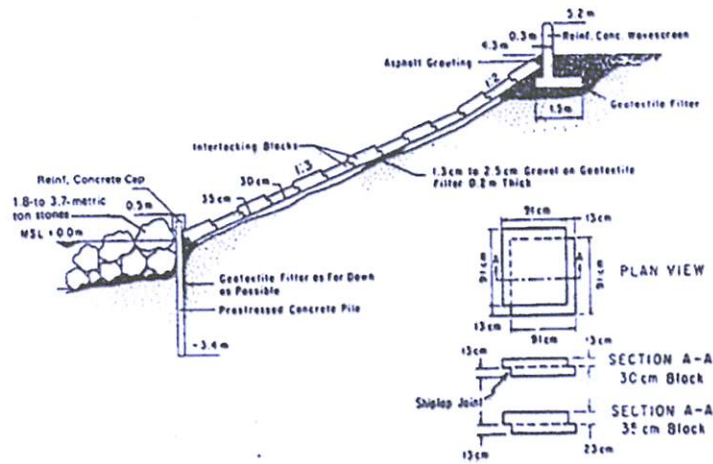
¾ Pada struktur rigid keunggulan terletak pada perlindungan terhadap lapisan pasir, tetapi pada saat pelaksanaan perlu dilakukan proses dewatering terlebih dahulu.



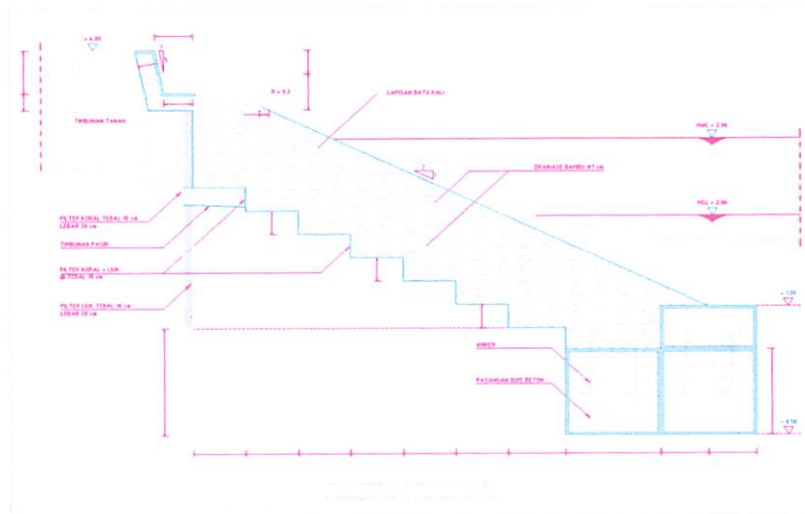
Gambar 2.12 Concrete Revetment

¾ Pada struktur flexible keunggulan terletak pada perlindungan yang baik terhadap lapisan pasir, dapat mengatasi kegagalan struktur yang diakibatkan oleh konsolidasi atau settlement dan pada saat

pelaksanaan pekerjaan tidak diperlukan proses dewatering terlebih dahulu.



Gambar 2.13 Interlocking Concrete-Block Revetment

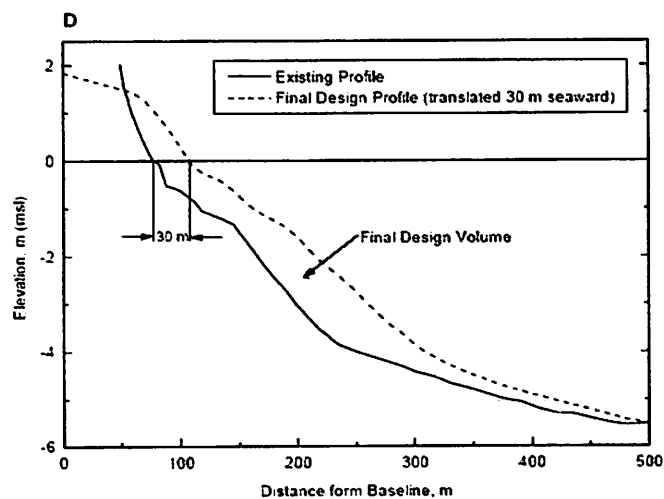


Gambar 2.14 Penampang Tipikal Revetmen Kombinasi Batu Dan Bis Beton.

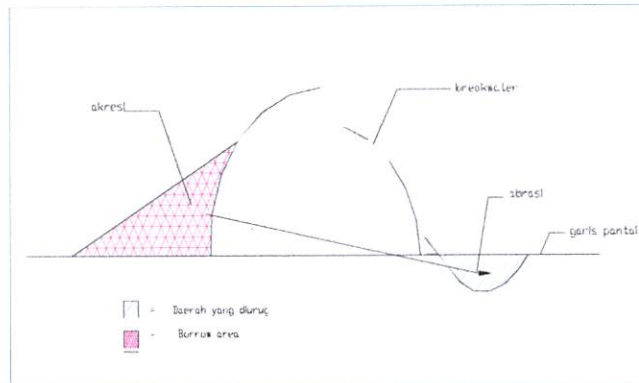
II.6.2 Penimbunan Pasir di Sekitar Garis Pantai

Didalam melakukan penimbunan pasir terdapat dua cara yang biasa dilakukan yaitu dengan melakukan pengangkutan menggunakan jalan darat, atau bisa juga dengan menggunakan floating dredger untuk melakukan pengambilan pasir dari *Quarry* dan disalurkan menggunakan pipa menuju daerah penimbunan. Metode penimbunan pasir disekitar garis pantai dibagi menjadi dua macam yaitu :

1. *Sand Nourishment* adalah penambahan pasir pada garis pantai yang terabrasi atau pantai yang akan direklamasi dapat dilihat pada gambar 2.45
2. *Sand by passing* adalah dengan memindahkan material dasar pantai dari daerah yang terakresi ke daerah yang tererosi yang ditimbulkan dari pengaruh bangunan pengaman pantai terhadap garis pantai.



Gambar 2.15 Contoh Profil Pantai Setelah dilakukan Penimbunan (*Sand Nourishment*)



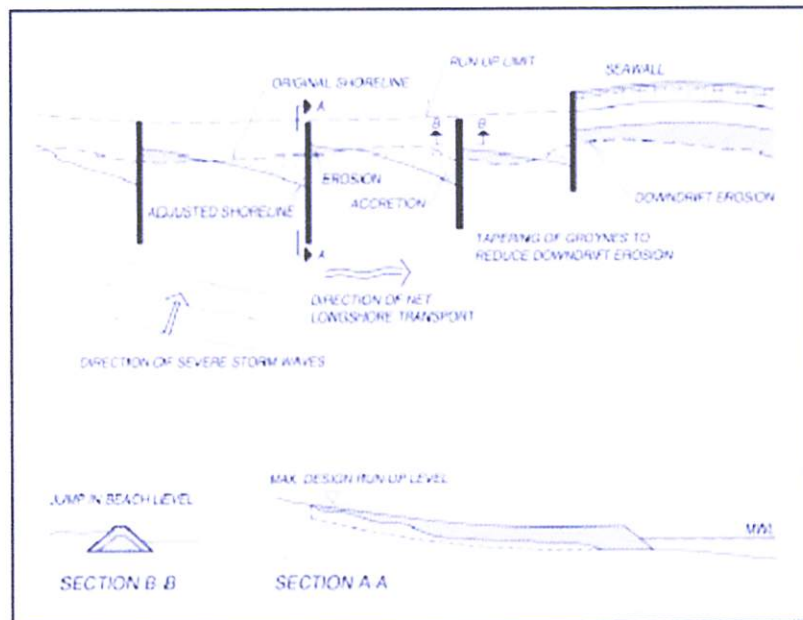
Gambar 2.16 *Sand by Passing*

II.6.3 Pembuatan Bangunan Pengatur Laju Sedimen

Prinsip dasar dari pembuatan bangunan pengatur laju sedimen adalah untuk mengatur longshore transport sediment. Pengaturan ini dimaksudkan agar proses scouring dan sedimentasi dapat terjadi pada daerah yang diinginkan. Bangunan pengatur sedimen antara lain dapat berupa *groin*, *jetties* dan *breakwater*.

1. *Groin*

Tujuan pembuatan groin adalah untuk mengurangi laju angkutan sedimen sejajar pantai. Kelemahan *groin* adalah erosi yang sering terjadi di sebelah hilirnya (*down drift*) arah laut lepas. Bentuk *groin* bisa berbentuk I, T, atau L. Groin adalah bangunan pengendali sedimen yang ditempatkan menjorok dari pantai ke arah laut. (gambar 2.15)

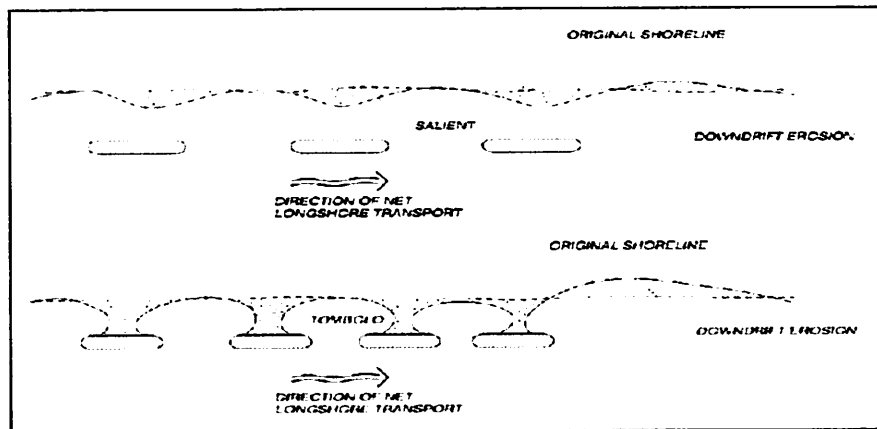


Gambar 2.17 Profil *Groin* Terhadap Pantai

2. *Detachment Breakwater*

Detached breakwater adalah jenis pemecah gelombang yang ditempatkan secara terpisah-pisah pada jarak tertentu dari garis pantai dengan posisi sejajar pantai. Struktur pemecah gelombang ini dimaksudkan untuk melindungi pantai dari hantaman gelombang yang datang dari arah lepas pantai.

Prinsip kerja dari breakwater jenis ini adalah dengan memanfaatkan refraksi gelombang sehingga gelombang yang datang dari arah pantai mengalami refraksi. Akibat adanya refraksi gelombang maka akan menimbulkan pengaruh terhadap angkutan sedimen yang dibawa salah satunya dengan terbentuknya tombolo di belakang posisi *Breakwater*.

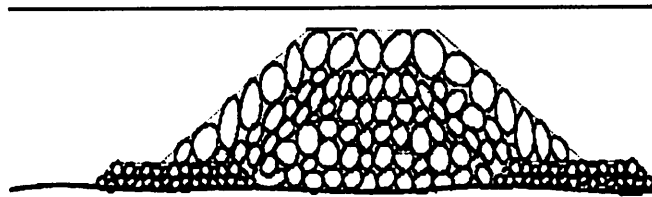


Gambar 2.18 *Detached Breakwater*

3. *Reef Breakwat*

Reef Breakwater adalah struktur paralel setengah tenggelam, yang dibangun di daerah pantai guna mengurangi kekuatan gelombang ketika mencapai daerah pantai. Hal ini dilakukan dengan menghilangkan sebagian energi gelombang ketika melewati karang. Biasanya struktur ini dibangun dengan menggunakan struktur homogen seperti penggunaan tiang, menggunakan armor. Struktur ini dapat didesain dengan dua jenis yaitu Dapat didesain dengan kokoh sehingga tidak dapat bergerak jika terkena ombak. Juga dapat didesain secara fleksibel agar posisinya dapat bereposisi jika terkena hantaman gelombang.

Reef breakwater



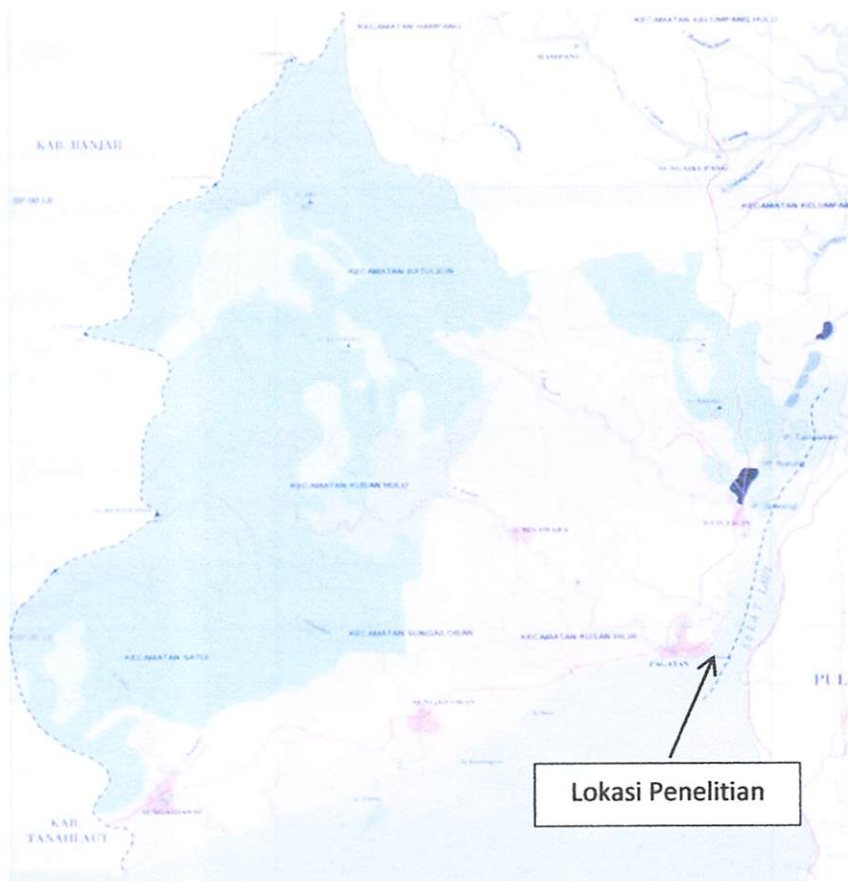
Gambar 2.19 *Reef Breakwater*

BAB III

METODE PENELITIAN

III.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian “Pengukuran Bathimetri untuk Detail Desain Bangunan Penahan Abrasi Pantai” ini dilakukan di pantai Pagatan Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

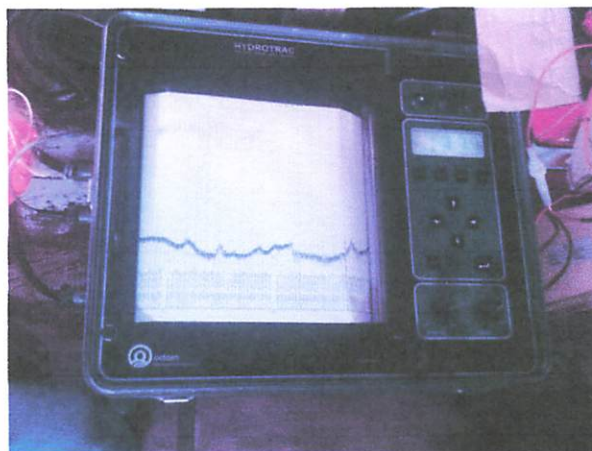
III.2 Alat Penelitian

Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu Peralatan Pengukuran Bathimetri, Perangkat Pengolahan Data, dan Data Pendukung :

1. Peralatan Pengukuran Bathimetri

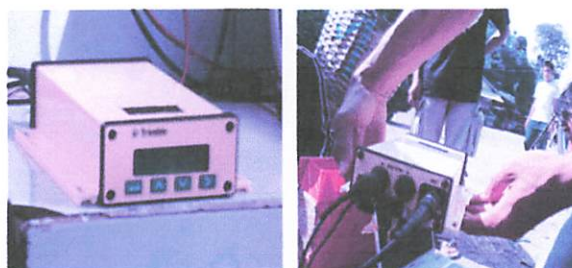
Peralatan survei yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan ini meliputi

a. *Echo Sounder*



Gambar 3.2 Echosounder Odom Hydrotrac

b. *DGPS Trimble (Differential Global Positioning System)*

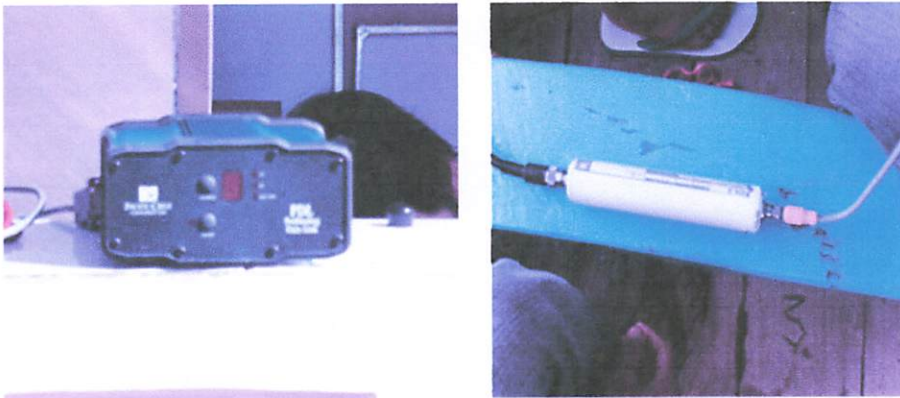


Gambar 3.3 Receiver GPS-DSM base dan rover



Gambar 3.4 Antena Receiver GPS-DMS Base dan Rover

c. *Radio (PDL dan EDL)*



Gambar 3.5 Radio Link PDL Pasific crash base dan Radio Link EDL Pasific crash rover

d. *Tranducer*



Gambar 3.6 *Tranducer*

e. *Kapal*

f. *Laptop*

g. *Barcode*

2. **Perangkat Pengolahan Data**

Perangkat yang menunjang untuk pengolahan data yaitu:

a. Perangkat Keras (*Hardware*) :

- *Laptop Acer Aspire 4740*

- *Printer Canon IP 2770*

b. Perangkat Lunak (Software) :

- *Software Download data Bathimetri.*
- *Software Land Development*
- *Microsoft Excel*

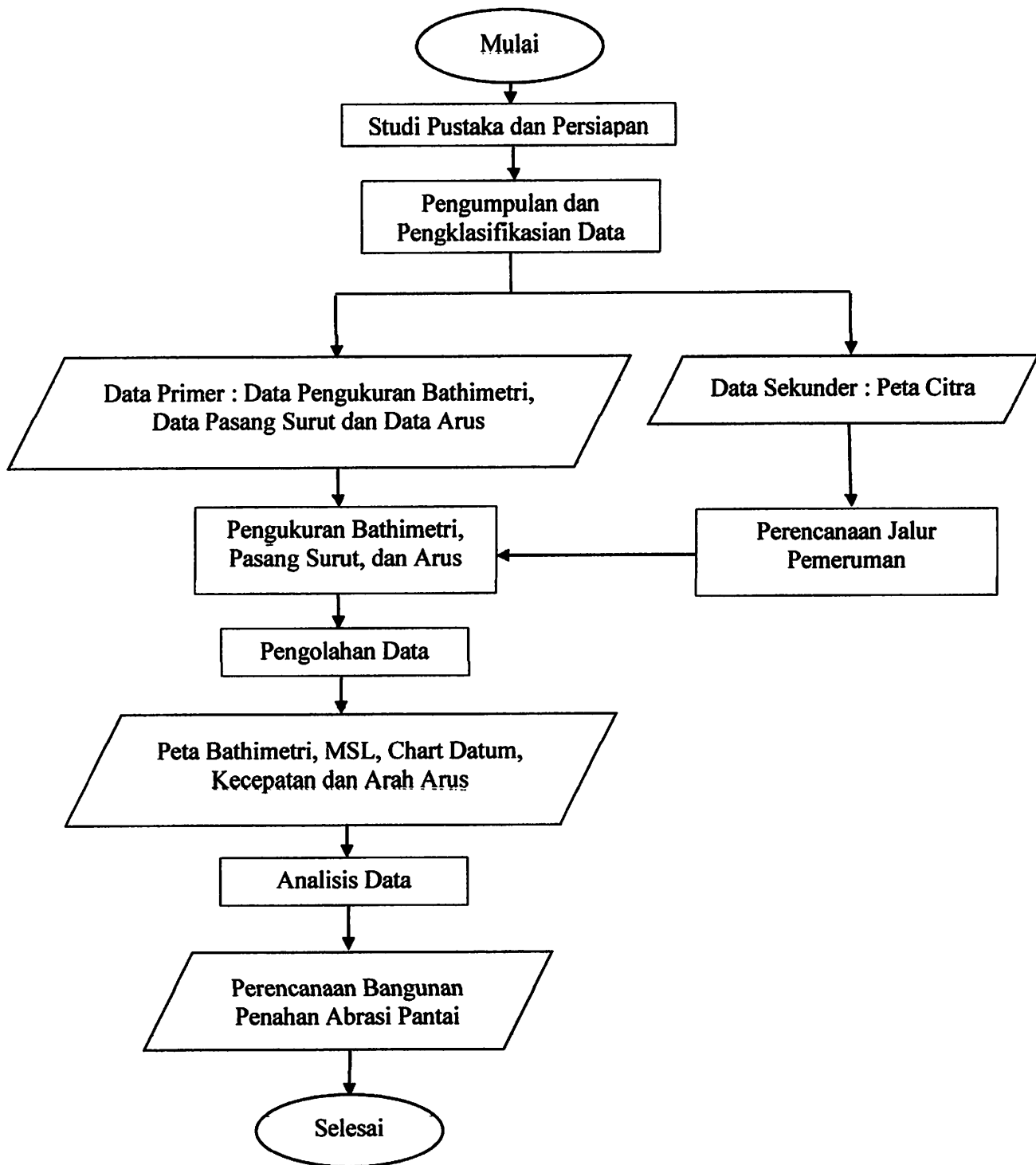
3. Data Pendukung

Data yang mendukung untuk Penelitian ini yaitu :

a. Peta Citra Satelit Quickbird

III.3 Diagram Alir Penelitian

Dalam proses penelitian haruslah dibuat suatu kerangka pekerjaan yang sistematis agar mudah dipahami dan mempermudah dalam penelitian. Adapun langkah atau alur penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan pada diagram alir penelitian pada gambar 3.7



Gambar 3.7 Diagram Alir (*flowchart*) penelitian.

➤ **Keterangan Diagram Alir (*flowchart*) :**

1. **Pengambilan bahan-bahan/materi dari berbagai macam referensi literatur yang ada, baik dari buku-buku maupun artikel-artikel di internet yang berhubungan dengan masalah yang berkaitan dengan topik yang di bahas dalam penelitian ini.**
2. **Pengumpulan data sebagai dasar perhitungan yang diperlukan pada penelitian ini. Data-data dalam hal ini yang diperoleh meliputi data primer dan data sekunder.**

A. Data Primer

Data primer diperoleh dari hasil pengamatan langsung di lapangan/observasi pada objek penelitian, untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya. Data primer dalam laporan penelitian ini berupa data-data pengukuran bathimetri, data pasang surut dan data arus.

B. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung /data pelengkap terhadap data primer. Data-data sekunder dalam hal ini meliputi peta citra wilayah penelitian.

3. **Data-data primer maupun skunder telah terkumpul dan diperiksa kelengkapannya, setelah itu dilakukan proses pengolahan data-data tersebut.**
4. **Analisis data dilakukan untuk menghasilkan perencanaan bangunan penahan abrasi pantai Pagatan Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan.**
5. **Proses selesai.**

III.4 Persiapan Pengukuran

Sebelum pelaksanaan kegiatan di lapangan dimulai, terlebih dahulu dilakukan persiapan-persiapan terhadap keberadaan dan kondisi data, personil pengukuran, peralatan ukur, dan sarana lainnya yang berfungsi sebagai alat bantu kegiatan di lapangan.

Disamping itu dipersiapkan pula akomodasi dan mobilisasi para personil serta peralatan ke lokasi survey.

III.5 Pelaksanaan Pengukuran

Dalam kegiatan survey bathimetri untuk detail desain bangunan penahan abrasi pantai di pantai Pagatan Kabupaten Tanah Bumbu dilakukan pekerjaan dilapangan sebagai berikut :

III.5.1 Pengamatan Pasang Surut Air laut

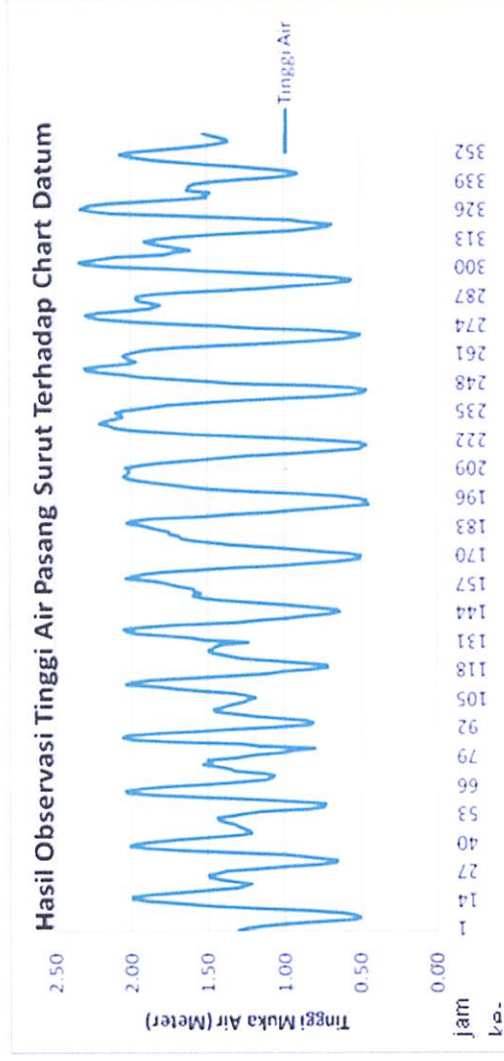
Pengamatan pasang surut air laut pada pantai Pagatan Kabupaten Tanah Bumbu, dilaksanakan pada posisi $3^{\circ} 36' 44''$ LS dan $115^{\circ} 56' 41''$ BT. Pada posisi pengukuran pasang surut dipasang alat pencatat pasang surut, yaitu palem ukur. Lama pengamatan pasang surut pada lokasi desa pantai Pagatan dilakukan selama 15 hari dari tanggal 14 Juni 2013 sampai dengan 29 Juni 2013

Keseluruhan data pasang surut yang telah dicatat kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik. Analisa menggunakan metode *Least Square* yaitu menghitung konstanta harmonis pasang surut yang terdiri dari: muka laut rata-rata (*mean sea*

level), amplitudo dan fasa dari 15 (lima belas) komponen pasang surut (MSF, 2Q1, O1, K1, OO1, MU2, M2, S2, M3, M4, MS4, S4, M6, 2MS6 dan 2SM6).

Tabel 3.1 : Tabel Pengamatan Pasang Surut Pantai Pagatan

TABEL PENGAMATAN PASUT PANTAI PAGATAN														
	1	2	3	4	5	6	7	13	14	15	15	15	15	15
	14/06/2013	15/06/2013	16/06/2013	17/06/2013	18/06/2013	19/06/2013	20/06/2013	26/06/2013	27/06/2013	28/06/2013	28/06/2013	28/06/2013	28/06/2013	29/06/2013
4														
5	0.0000	0.36	0.83	1.19	1.37	1.39	1.55	0.67	0.61	0.77	0.97			
6	1.0000	0.59	0.72	0.90	1.24	1.32	1.52	0.86	0.72	0.74	1.03			
7	2.0000	0.68	0.71	0.80	1.07	1.19	1.50	1.25	0.93	0.91	1.17			
8	3.0000	0.88	0.84	0.79	1.00	1.25	1.45	1.48	1.26	1.01	1.36			
9	4.0000	1.19	1.05	1.01	0.86	1.30	1.59	1.81	1.56	1.40	1.56			
10	5.0000	1.49	1.39	1.25	1.22	1.39	1.58	2.07	1.42	1.77	1.73			
11	6.0000	1.75	1.73	1.59	1.34	1.58	1.65	2.25	2.18	2.19	1.90			
12	7.0000	1.95	1.95	1.90	1.80	1.75	1.84	2.32	2.35	2.30	2.05			
13	8.0000	2.05	2.06	2.08	2.05	1.88	2.01	2.35	2.39	2.38	2.12			
14	9.0000	2.05	2.03	2.09	2.11	2.09	2.08	2.26	2.30	2.33	2.07			
15	10.0000	1.91	1.89	1.98	2.08	2.05	2.10	2.06	2.15	2.20	1.92			
16	11.0000	1.72	1.73	1.81	1.86	1.93	1.95	1.92	1.83	1.95	1.74			
17	12.0000	1.55	1.54	1.54	1.60	1.66	1.76	1.86	1.77	1.71	1.59			
18	13.0000	1.36	1.35	1.33	1.38	1.39	1.38	1.92	1.92	1.67	1.48			
19	14.0000	1.31	1.27	1.17	1.10	1.17	1.35	2.00	1.74	1.57	1.42			
20	15.0000	1.27	1.28	1.13	0.89	1.07	1.04	2.02	1.84	1.33	1.42			
21	16.0000	1.38	1.32	1.12	0.87	0.89	0.92	2.01	1.91	1.88	1.47			
22	17.0000	1.47	1.35	1.19	0.92	0.77	0.77	1.91	1.96	1.67	1.53			
23	18.0000	1.54	1.38	1.38	1.10	0.78	0.69	1.70	1.88	1.87	1.58			
24	19.0000	1.30	1.35	1.45	1.41	1.36	0.97	0.71	1.39	1.76	1.64			
25	20.0000	1.20	1.48	1.48	1.49	1.38	1.14	0.86	1.15	1.56	1.53			
26	21.0000	1.03	1.43	1.49	1.50	1.33	1.11	0.96	1.31	1.33				
27	22.0000	0.83	1.24	1.38	1.53	1.52	1.45	1.30	0.77	1.00	1.13			
28	23.0000	0.59	1.05	1.30	1.55	1.46	1.52	1.50	0.63	0.87	0.99			



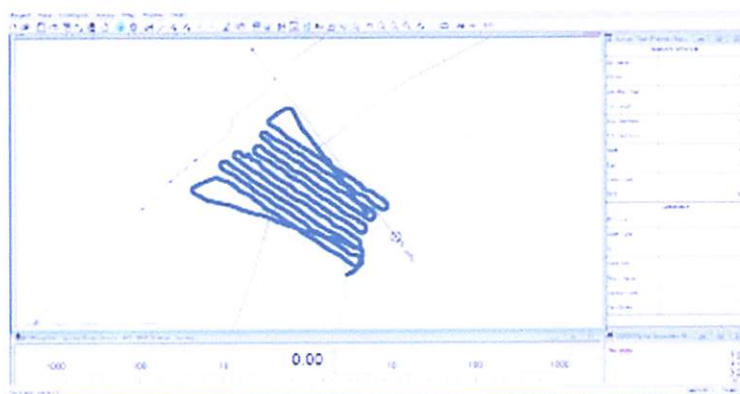
Gambar 3.8 Grafik Pasang Surut

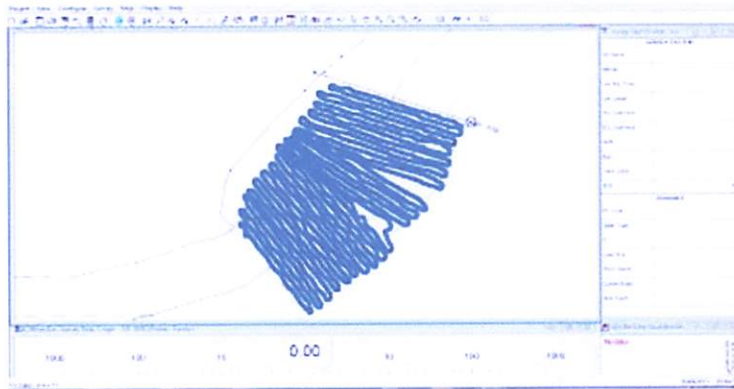
III.5.2 Pemeruman Pada Wilayah Perairan Rencana Lokasi Penelitian

Dalam survey bathimetri dapat dikelompokkan pada pelaksanaan pekerjaan pembuatan jalur pemeruman, pengukuran kedalaman laut, pengolahan data dan proses kartografi dan reproduksi peta, yaitu sebagai berikut :

a. Pembuatan Jalur Pemeruman

1. Melakukan *ploting* batas wilayah lokasi survey pada peta citra.
2. Peta citra di konversi ke dalam bentuk digital dengan cara digitasi.
3. Peta Citra dalam bentuk digital disimpan dalam file ber extension *.dwg (AutoCAD).
4. Merencanakan jalur-jalur sounding (*line sounding*) yang kurang lebihnya tegak lurus dengan garis pantai.
5. Sedangkan untuk jalur silang (*line crossing*), yaitu jalur pemeruman yang tegak lurus dengan jalur pemeruman.





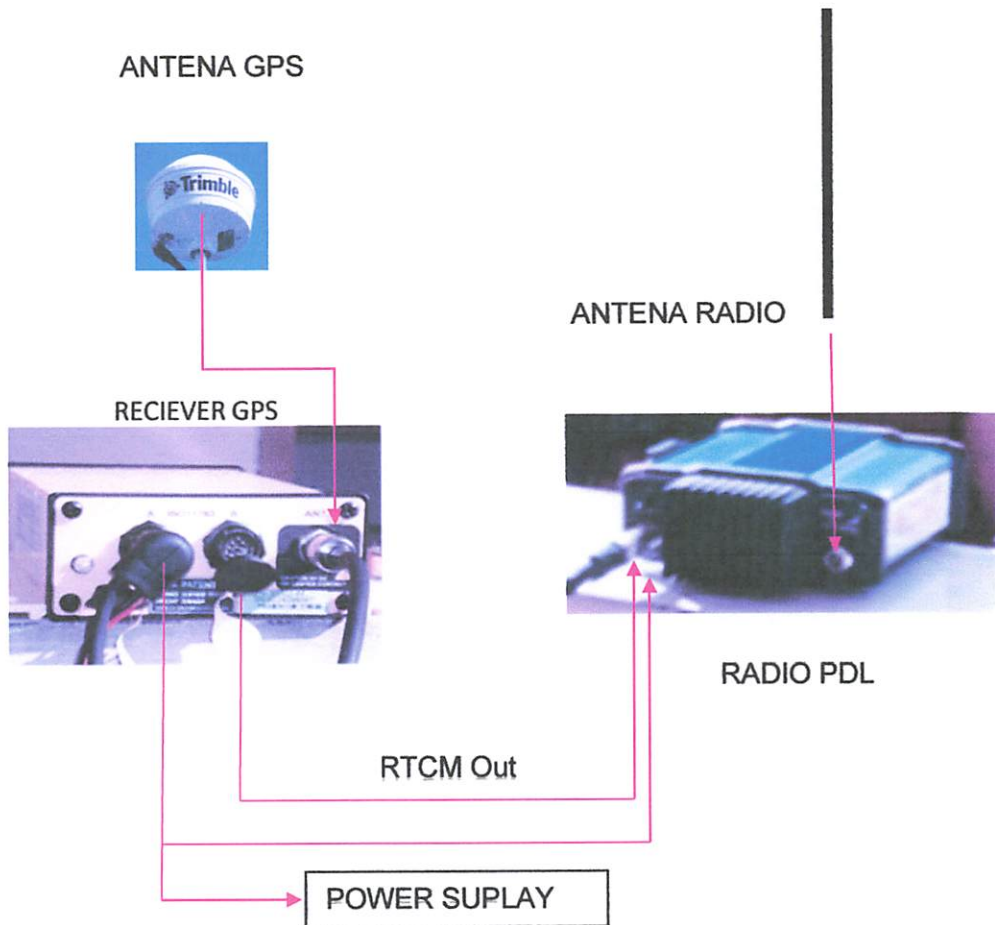
Gambar 3.9 Rencana Jalur Pemeruman

b. Pengukuran Kedalaman

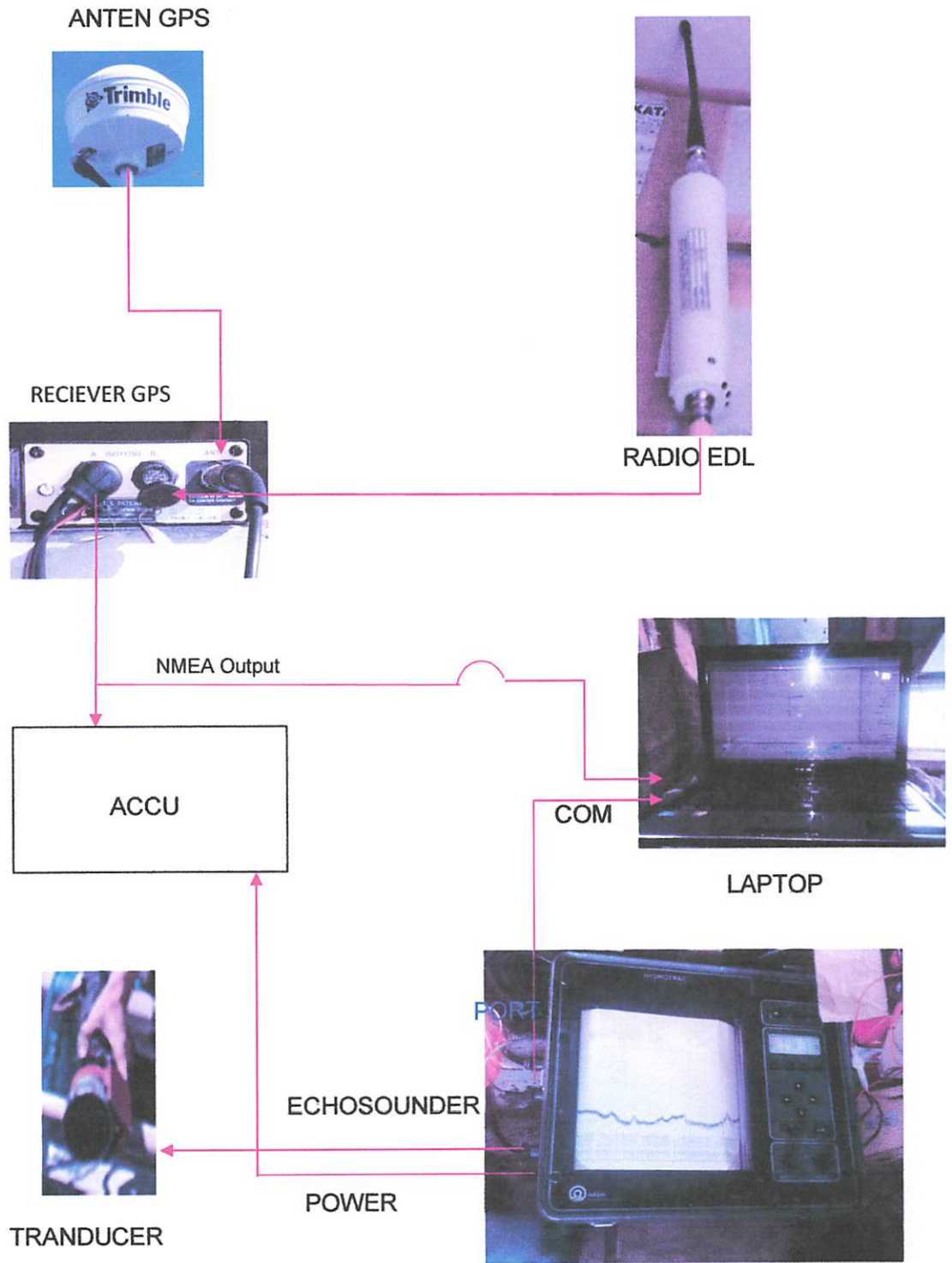
Pemetaan bathimetri di wilayah perairan Pantai Pagatan, Kabupaten Tanah Bumbu mempunyai kedalaman air cukup untuk dilalui perahu survey dan dapat pula dilakukan pengukuran kedalaman airnya dengan menggunakan peralatan perum gema.

Sebelum dimulai pelaksanaan pemeruman, terlebih dahulu dilakukan instalasi/pemasangan kabel pada alat pemeruman. Setelah itu dilakukan pengecekan dan kalibrasi *echosounder* dilakukan dengan pengecekan nilai bacaan kedalaman dengan menggunakan metode *barcheck*.

➤ Rangkaian pemasangan kabel pada alat pemeruman



Gambar 3.10 GPS-DSM di base station



Gambar 3.11 Instalasi peralatan di rover

Pengukuran *barcheck* ini dilakukan setiap hari di awal dan di akhir survey (pemeruman) dan bila pada saat dilakukan pemeruman terjadi pemutusan power/alat mati, maka harus dilakukan pengukuran *barcheck* kembali. Hasil pengukuran *barcheck* ini biasanya digunakan untuk mendapatkan kedalaman laut yang sebenarnya pada saat pengukuran.

Setelah melakukan *barcheck* maka dilakukan pengerjaan pemeruman, peta preplot yang sudah digitasi dimasukkan kedalam laptop komputer yang dilengkapi dengan *software* HYDRO PRO. Kemudian peta preplot digital ditampilkan pada layar komputer atau monitor display untuk melakukan pemilihan jalur *sounding* (pemeruman) yang telah direncanakan sesuai dalam peta preplot. Apabila *GPS Mobile Trimble* telah bekerja, kemudian arahkan posisi kapal tepat pada titik awal jalur pemeruman tersebut. Kemudian bimbinglah kapal supaya selalu bergerak pada jalur pemeruman yang telah direncanakan, yaitu dengan bantuan *GPS Base Trimble* yang diletakkan di darat sebagai pemonitor/kontrol posisi navigasi.

Menentukan posisi titik-titik fix dengan menggunakan alat *Echo Sounder*. Selama kapal bergerak pada jalur pemeruman dengan mendasarkan interval jarak ataupun interval waktu yang dapat diprogramkan terlebih dahulu. Apabila kapal telah selesai bergerak dalam salah satu jalur pemeruman kapal diarahkan menuju jalur pemeruman yang lain atau melakukan *manuver* dan untuk langkah-langkah pekerjaannya sama seperti jalur sebelumnya.

c. Pengolahan Data

Seluruh data pemeruman di lapangan di *record* dalam format ASCII. Pengolahan data pengukuran menggunakan komputer yang dilengkapi perangkat lunak *Surveying Pack*.

Data hasil pengukuran kedalaman air laut perlu direduksi terhadap nilai pasang surut saat dilakukannya pemeruman, sehingga data kedalaman air yang telah direduksi adalah kedalaman air di bawah muka surutan peta (*Chart Datum*) sebelum dapat diplot ke dalam peta. Segala proses reduksi maupun koreksi data ukuran dilakukan menggunakan komputer yang dilengkapi dengan perangkat lunak *Surveying Pack*. Dari semua data yang telah terkoreksi kemudian dilanjutkan ke dalam proses *plotting* peta. Hal ini dilakukan pula secara digital lewat bantuan komputer yang dilengkapi perangkat lunak AutoCad.

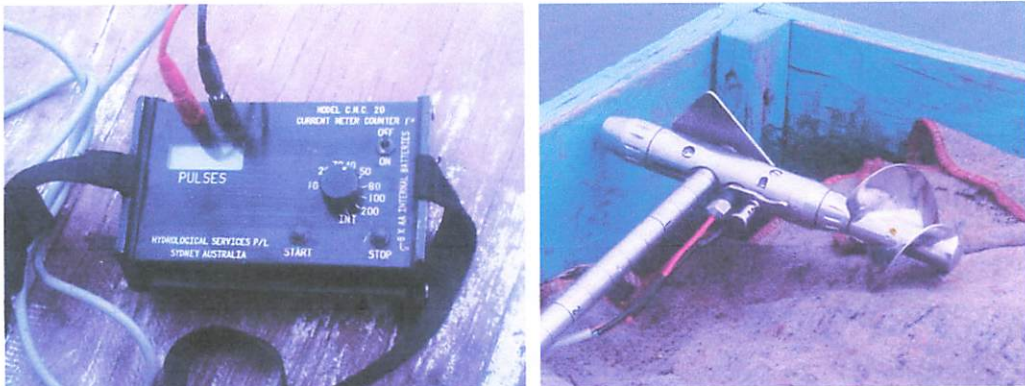
d. Proses Kartografi dan Reproduksi Peta

Hasil *prosesing* data ukuran lapangan berupa peta digital, kemudian ditindaklanjuti dengan proses kartografi. Pada proses kartografi ini meliputi, penyiapan bingkai dan legenda peta, melengkapi nama-nama wilayah, interpolasi garis kontur, pewarnaan dan lain sebagainya, agar peta yang dihasilkan nanti mudah dimengerti oleh penggunanya. Kegiatan proses kartografi ini dilakukan secara digital menggunakan komputer yang dilengkapi dengan perangkat lunak *Auto Desk*.

Hasil akhir dari proses ini adalah peta bathimetri digital yang kemudian dicetak melalui alat *plotter* warna menjadi peta cetakan diatas kertas.

II.5.3 Pengamatan Arus

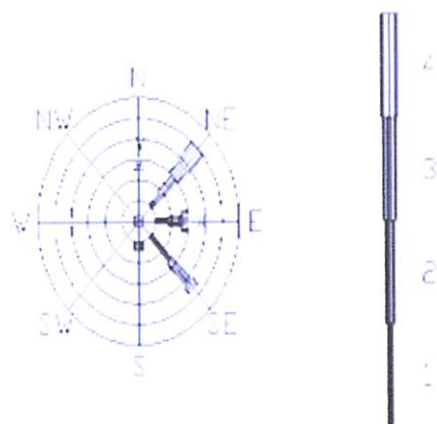
Pengukuran arus pasang surut dilaksanakan di pantai Pagatan Kabupaten Tanah Bumbu. Pengukuran arus dilakukan selama 25 jam dengan interval pengukuran per jam pada kedalaman 0.2d, 0.6d dan 0.8d. Nilai d adalah kedalaman saat dilakukan pengukuran arus. Pengukuran kecepatan arus dilakukan dengan menggunakan alat Water flow fl-03, sedangkan untuk pengukuran arah dilakukan dengan alat kompas.



Gambar 3.12 Alat Pengukuran Arus Pasang Surut

Hasil pengukuran dan pengamatan arus digambarkan berupa tabel dan diagram yang meliputi data arah dan kecepatan arus seperti pada gambar 3.13.

Arah	Kecepatan (m/dtk)				Jumlah
	< 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.3	> 0.3	
Utara	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Timur Laut	2.0	3.0	2.0	3.0	10.0
Timur	2.0	2.0	0.0	1.0	5.0
Tenggara	4.0	4.0	1.0	0.0	9.0
Selatan	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0
Berat Daya	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Barat	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Barat Laut	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Presentase Kejadian					25.0
Presentase Data Tidak Tercatat					0.0
Presentase Kejadian Total					25.0



Gambar 3.13 Hasil Pengukuran Arus Pasang Surut

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas tentang rencana pembangunan detail desain bangunan penahan abrasi pantai Pagatan. Dalam perencanaan detail desain penahan abrasi pantai ini diperlukan data-data yang menunjang yaitu data pasang surut air laut, kondisi kedalaman dan ketinggian disekitar wilayah rencana,, data arus pasang surut air laut, gelombang, angin, dan sedimen. Kegiatan pengukuran dan pengamatan yang harus dilakukan untuk menunjang rencana pembangunan detail desain bangunan penahan abrasi pantai. Dalam kegiatan hanya dilakukan pengamatan pasang surut air laut, pengukuran bathimetri, pengukuran dan pengukuran arus pasang surut air laut ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 : Kegiatan pengukuran bathimetri

No	Kegiatan
1	Pengamatan Pasang Surut Air Laut
2	Pemeruman
3	Pengukuran Arus

IV.1 Hasil Pengamatan Pasang Surut Pantai Pagatan

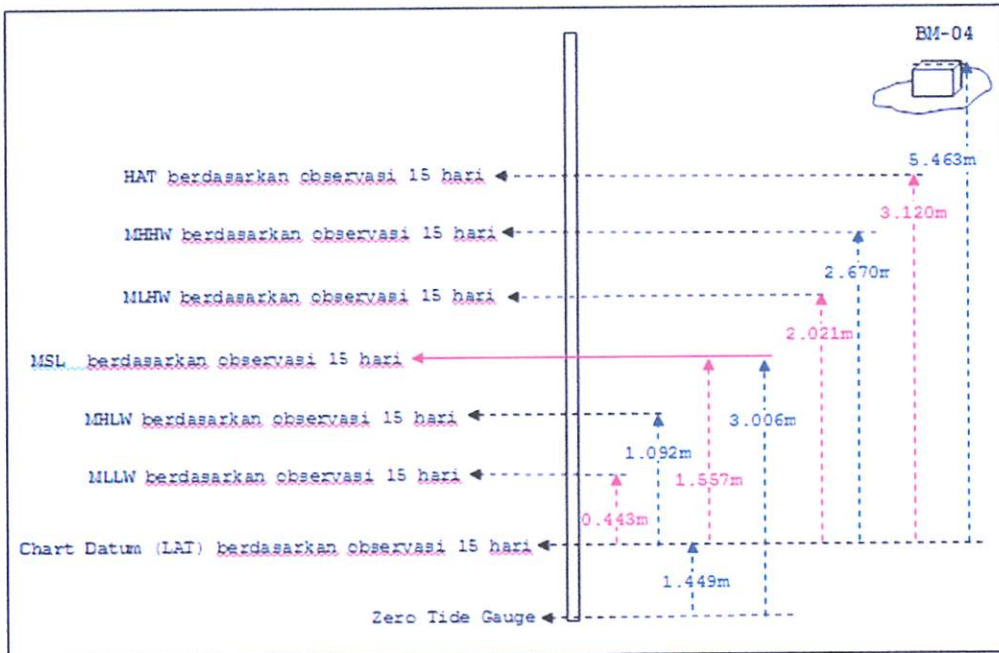
Data kondisi pasang surut suatu wilayah perairan akan sangat diperlukan untuk perencanaan pembangunan detail desain bangunan penahan abrasi pantai. Besarnya nilai pasang surut akan berpengaruh langsung pada kedalaman air laut. Kedalaman laut akan mempengaruhi perencanaan detail desain bangunan penahan abrasi pantai.

Dari analisa data pengamatan pasang surut akan dapat ditentukan posisi kedudukan permukaan air tertinggi (pasang tertinggi) dan posisi air laut terendah (surut terendah).

Metode yang digunakan pada analisa data pasang surut adalah metoda *Least Square* yaitu menghitung konstanta harmonis pasang surut yang terdiri dari: muka laut rata-rata (*mean sea level*), amplitudo dan fasa dari 15 (lima belas) komponen pasang surut (MSF, 2Q1, O1, K1, OO1, MU2, M2, S2, M3, M4, MS4, S4, M6, 2MS6 dan 2SM6). Hasil dari perhitungan *Mean Sea Level* (MSL) dan sembilan (15) konstanta harmonik ini digunakan untuk mencari antara lain *High Water Spring* (HWS), *Low Water Spring* (LWS) Higest Hight Water Spring (HHWS) dan Lowest Low Water Spring (HHWS).

➤ Hasil Analisa Pasang Surut

Station ID	: Tanah Bumbu
Lokasi	: Pantai Pagatan
Latitude	: 003 44 22 S
Longitude	: 115 39 49 E
Waktu awal pengamatan pasut	: 14/ 6/2013
Waktu akhir pengamatan pasut	: 29/ 6/2013
Lama pengamatan pasut	: 15 hari
Standard Deviation	: 0.066
Besarnya muka surutan CD (<i>Chart Datum</i>) terhadap MSL	: 1.557 meter
Tipe pasut	: Campuran,dominan harian tunggal (<i>Mixed Mainly Diurnal</i>) (F=2.184)



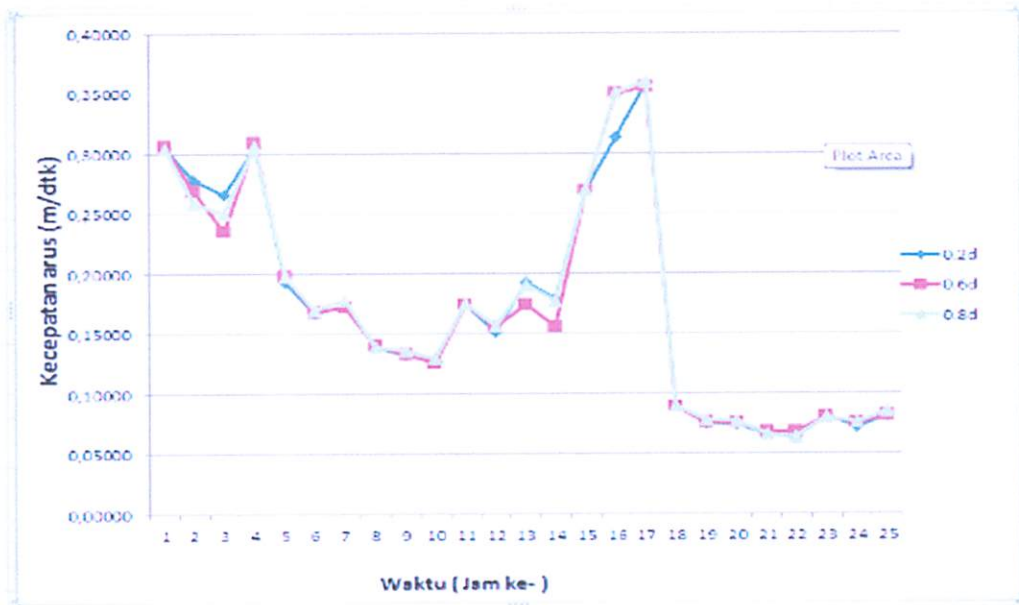
Gambar 4.1 Posisi Level Air Berdasarkan Analisa Pasut

IV.2 Hasil Pengukuran Bathimetri Pantai Pagatan

Hasil pengukuran bathimetri merupakan peta yang menginformasikan posisi-posisi kedalaman air. Dari survey yang dilakukan di pantai Pagatan sehingga dapat menunjang perencanaan pembangunan detail desain bangunan penahan abrasi pantai tersebut.

Survey bathimetri di daerah Pantai Pagatan menghasilkan data pengukuran di koreksikan pada data pasang surut dimana nilai Z_0 adalah 1.305 meter dari MSL.

Secara periodik ke-3 layer hasil pengukuran arus di lokasi ditampilkan dengan menggunakan grafik kecepatan dan waktu selama 25 jam adalah sebagai berikut:



Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Arus untuk 3 layer 0.2d, 0.6d dan 0.8d

Tabel 4.2 : Kecepatan dan Arah Arus

Kecepatan dan Arah Arus
0.2D Kecepatan 0.3 meter/detik Arah dominan Timur Laut
0.6D Kecepatan 0.3 meter/detik Arah dominan Timur Laut
0.8D Kecepatan 0.2 meter/detik Arah dominan Timur Laut

Keterangan : D = kedalaman

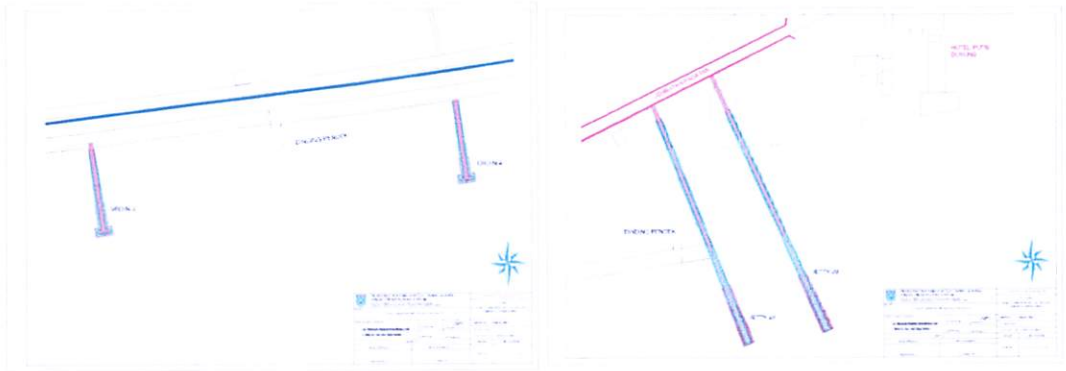
IV.4 Perencanaan Detail Desain Penahan Abrasi Pantai Pagatan

Berdasarkan hasil dari survey bathimetri, bangunan penahan abrasi pantai yang akan dibangun pada lokasi perencanaan yaitu berupa bangunan *groyne* dan *jetty* yang mengarah ke laut.

Tinggi *groyne* dan *jetty* yang direncanakan setinggi 3 meter diatas dari *Chart Datum*, tingkatan lantai yaitu 6 lantai dengan ketinggian 0.5 meter tiap tingkatan lantainya. Pada lokasi perencanaan akan direncanakan dibangun 5 buah *groyne* dan 2 *jetty* untuk mencegah dan mengurangi terjadinya abrasi pantai di daerah tersebut.



Gambar 4.4 Peta Perencanaan Detail Desain Penahan Abrasi Pantai Pagatan



Gambar 4.5 Tampak atas perencanaan *groin* dan *jetty*

Hasil perencanaan bangunan penahan abrasi pantai terhadap posisi level air di gambarkan tampak samping.



Gambar 4.6 Tampak samping perencanaan *groin* dan *jetty*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya tentang pengukuran bathimetri untuk detail desain bangunan penahan abrasi pantai, maka pada bab kelima ini akan dipaparkan kesimpulan dan saran yang akan menjadi penutup dari penulisan Tugas Akhir ini dan mudah-mudahan bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

V.1 Kesimpulan

1. Melihat dari kondisi pantai Pagatan maka penahan abrasi pantai yang akan direncanakan berupa *jetty* dan *groin*.
2. Tinggi *groin* dan *jetty* yang direncanakan setinggi 3 meter diatas dari *Chart Datum*, tingkatan lantai yaitu 6 lantai dengan ketinggian 0.5 meter tiap tingkatan lantainya.
3. Besarnya muka surutan CD (*Chart Datum*) 1.557 meter terhadap MSL dengan tipe pasang surut Campuran, dominan harian tunggal (*Mixed Mainly Diurnal*).

V.2 Saran

1. Terdapat kekurangan data penunjang untuk perencanaan pembangunan detail desain bangunan penahan abrasi pantai Pagatan yaitu data gelombang, angin, dan sedimen dikarenakan keterbatasan waktu. Sehingga disarankan waktu pengukuran dijadwalkan dengan benar.
2. Dalam perencanaan pembangunan detail desain bangunan penahan abrasi pantai ditinjau juga masalah sedimentasi untuk mengetahui material pada dasar perairan

DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah Nontji. 1987. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- CERC. 1984. *Shore Protection Manual*. US Army Coastal Engineering Research Center. Washington.
- Djunarsyah, E. (2001). *Standart Survei(baru) dalam Survei Hidrografi*. Forum Ilmiah Tahunan ISI.Surabaya.
- Irwanto.2009. *Abrasi*. <http://www.irwantoshut.net/abrasi.html>. 25 April 2013
- Nur Yuwono. 1992. *Dasar-dasar Perencanaan Bangunan Pantai*. Laboratorium Hidraulika dan Hidrologi. Yogyakarta.
- Pascasakti, Denni. 2010. <http://dennipasca.blogspot.com/2010/09/konsep-dasar-survei-batimetri.html>. 20 April 2013
- Poerbondono. (2005). *Survei Hidrografi*. RefikaAditama. Bandung
- Suwanda Karya Mandiri. 2007. *Manual Perencanaan Teknis Pengamanan Pantai*. Direktorat Jenderal Sumberdaya Air. Departemen Pekerjaan Umum.
- Triatmodjo, B. (2012). *Perencanaan Bangunan Pantai*.Beta Offset. Yogyakarta.

LAMPIRAN 1
DATA PASANG SURUT

Tahun	Bulan	Tanggal	Jam	Menit	Tinggi Air thd Zero Tide	Koreksi Zero Tide ke LLWS	Tinggi Air thd LLWS/Chart Datum
2013	6	14	18	0	1.35	0.05	1.30
2013	6	14	19	0	1.30	0.05	1.25
2013	6	14	20	0	1.20	0.05	1.15
2013	6	14	21	0	1.03	0.05	0.98
2013	6	14	22	0	0.83	0.05	0.78
2013	6	14	23	0	0.59	0.05	0.54
2013	6	15	0	0	0.56	0.05	0.51
2013	6	15	1	0	0.59	0.05	0.54
2013	6	15	2	0	0.68	0.05	0.63
2013	6	15	3	0	0.88	0.05	0.83
2013	6	15	4	0	1.19	0.05	1.14
2013	6	15	5	0	1.49	0.05	1.44
2013	6	15	6	0	1.75	0.05	1.70
2013	6	15	7	0	1.95	0.05	1.90
2013	6	15	8	0	2.05	0.05	2.00
2013	6	15	9	0	2.05	0.05	2.00
2013	6	15	10	0	1.91	0.05	1.86
2013	6	15	11	0	1.72	0.05	1.67
2013	6	15	12	0	1.55	0.05	1.50
2013	6	15	13	0	1.36	0.05	1.31
2013	6	15	14	0	1.31	0.05	1.26
2013	6	15	15	0	1.27	0.05	1.22
2013	6	15	16	0	1.38	0.05	1.33
2013	6	15	17	0	1.47	0.05	1.42
2013	6	15	18	0	1.54	0.05	1.49
2013	6	15	19	0	1.55	0.05	1.50
2013	6	15	20	0	1.48	0.05	1.43
2013	6	15	21	0	1.43	0.05	1.38
2013	6	15	22	0	1.24	0.05	1.19
2013	6	15	23	0	1.05	0.05	1.00
2013	6	16	0	0	0.83	0.05	0.78
2013	6	16	1	0	0.72	0.05	0.67
2013	6	16	2	0	0.71	0.05	0.66
2013	6	16	3	0	0.84	0.05	0.79
2013	6	16	4	0	1.05	0.05	1.00
2013	6	16	5	0	1.39	0.05	1.34
2013	6	16	6	0	1.73	0.05	1.68
2013	6	16	7	0	1.95	0.05	1.90
2013	6	16	8	0	2.06	0.05	2.01
2013	6	16	9	0	2.03	0.05	1.98
2013	6	16	10	0	1.89	0.05	1.84
2013	6	16	11	0	1.73	0.05	1.68
2013	6	16	12	0	1.54	0.05	1.49
2013	6	16	13	0	1.35	0.05	1.30
2013	6	16	14	0	1.27	0.05	1.22

2013	6	16	15	0	1.28	0.05	1.23
2013	6	16	16	0	1.32	0.05	1.27
2013	6	16	17	0	1.35	0.05	1.30
2013	6	16	18	0	1.38	0.05	1.33
2013	6	16	19	0	1.45	0.05	1.40
2013	6	16	20	0	1.48	0.05	1.43
2013	6	16	21	0	1.49	0.05	1.44
2013	6	16	22	0	1.38	0.05	1.33
2013	6	16	23	0	1.30	0.05	1.25
2013	6	17	0	0	1.19	0.05	1.14
2013	6	17	1	0	0.90	0.05	0.85
2013	6	17	2	0	0.80	0.05	0.75
2013	6	17	3	0	0.79	0.05	0.74
2013	6	17	4	0	1.01	0.05	0.96
2013	6	17	5	0	1.25	0.05	1.20
2013	6	17	6	0	1.59	0.05	1.54
2013	6	17	7	0	1.90	0.05	1.85
2013	6	17	8	0	2.08	0.05	2.03
2013	6	17	9	0	2.09	0.05	2.04
2013	6	17	10	0	1.98	0.05	1.93
2013	6	17	11	0	1.81	0.05	1.76
2013	6	17	12	0	1.54	0.05	1.49
2013	6	17	13	0	1.33	0.05	1.28
2013	6	17	14	0	1.17	0.05	1.12
2013	6	17	15	0	1.13	0.05	1.08
2013	6	17	16	0	1.12	0.05	1.07
2013	6	17	17	0	1.19	0.05	1.14
2013	6	17	18	0	1.38	0.05	1.33
2013	6	17	19	0	1.41	0.05	1.36
2013	6	17	20	0	1.49	0.05	1.44
2013	6	17	21	0	1.59	0.05	1.54
2013	6	17	22	0	1.53	0.05	1.48
2013	6	17	23	0	1.55	0.05	1.50
2013	6	18	0	0	1.37	0.05	1.32
2013	6	18	1	0	1.24	0.05	1.19
2013	6	18	2	0	1.07	0.05	1.02
2013	6	18	3	0	1.00	0.05	0.95
2013	6	18	4	0	0.86	0.05	0.81
2013	6	18	5	0	1.22	0.05	1.17
2013	6	18	6	0	1.34	0.05	1.29
2013	6	18	7	0	1.80	0.05	1.75
2013	6	18	8	0	2.05	0.05	2.00
2013	6	18	9	0	2.11	0.05	2.06
2013	6	18	10	0	2.08	0.05	2.03
2013	6	18	11	0	1.86	0.05	1.81
2013	6	18	12	0	1.60	0.05	1.55
2013	6	18	13	0	1.38	0.05	1.33

2013	6	18	14	0	1.10	0.05	1.05
2013	6	18	15	0	0.89	0.05	0.84
2013	6	18	16	0	0.87	0.05	0.82
2013	6	18	17	0	0.92	0.05	0.87
2013	6	18	18	0	1.10	0.05	1.05
2013	6	18	19	0	1.26	0.05	1.21
2013	6	18	20	0	1.38	0.05	1.33
2013	6	18	21	0	1.50	0.05	1.45
2013	6	18	22	0	1.52	0.05	1.47
2013	6	18	23	0	1.46	0.05	1.41
2013	6	19	0	0	1.39	0.05	1.34
2013	6	19	1	0	1.32	0.05	1.27
2013	6	19	2	0	1.29	0.05	1.24
2013	6	19	3	0	1.25	0.05	1.20
2013	6	19	4	0	1.30	0.05	1.25
2013	6	19	5	0	1.39	0.05	1.34
2013	6	19	6	0	1.58	0.05	1.53
2013	6	19	7	0	1.75	0.05	1.70
2013	6	19	8	0	1.88	0.05	1.83
2013	6	19	9	0	2.09	0.05	2.04
2013	6	19	10	0	2.05	0.05	2.00
2013	6	19	11	0	1.93	0.05	1.88
2013	6	19	12	0	1.66	0.05	1.61
2013	6	19	13	0	1.39	0.05	1.34
2013	6	19	14	0	1.17	0.05	1.12
2013	6	19	15	0	1.07	0.05	1.02
2013	6	19	16	0	0.89	0.05	0.84
2013	6	19	17	0	0.77	0.05	0.72
2013	6	19	18	0	0.78	0.05	0.73
2013	6	19	19	0	0.97	0.05	0.92
2013	6	19	20	0	1.14	0.05	1.09
2013	6	19	21	0	1.33	0.05	1.28
2013	6	19	22	0	1.45	0.05	1.40
2013	6	19	23	0	1.52	0.05	1.47
2013	6	20	0	0	1.55	0.05	1.50
2013	6	20	1	0	1.52	0.05	1.47
2013	6	20	2	0	1.50	0.05	1.45
2013	6	20	3	0	1.46	0.05	1.41
2013	6	20	4	0	1.29	0.05	1.24
2013	6	20	5	0	1.58	0.05	1.53
2013	6	20	6	0	1.66	0.05	1.61
2013	6	20	7	0	1.84	0.05	1.79
2013	6	20	8	0	2.01	0.05	1.96
2013	6	20	9	0	2.08	0.05	2.03
2013	6	20	10	0	2.10	0.05	2.05
2013	6	20	11	0	1.95	0.05	1.90
2013	6	20	12	0	1.76	0.05	1.71

2013	6	20	13	0	1.38	0.05	1.33
2013	6	20	14	0	1.25	0.05	1.20
2013	6	20	15	0	1.04	0.05	0.99
2013	6	20	16	0	0.92	0.05	0.87
2013	6	20	17	0	0.77	0.05	0.72
2013	6	20	18	0	0.69	0.05	0.64
2013	6	20	19	0	0.71	0.05	0.66
2013	6	20	20	0	0.86	0.05	0.81
2013	6	20	21	0	1.11	0.05	1.06
2013	6	20	22	0	1.30	0.05	1.25
2013	6	20	23	0	1.50	0.05	1.45
2013	6	21	0	0	1.60	0.05	1.55
2013	6	21	1	0	1.65	0.05	1.60
2013	6	21	2	0	1.60	0.05	1.55
2013	6	21	3	0	1.64	0.05	1.59
2013	6	21	4	0	1.65	0.05	1.60
2013	6	21	5	0	1.73	0.05	1.68
2013	6	21	6	0	1.79	0.05	1.74
2013	6	21	7	0	1.85	0.05	1.80
2013	6	21	8	0	1.93	0.05	1.88
2013	6	21	9	0	2.09	0.05	2.04
2013	6	21	10	0	2.05	0.05	2.00
2013	6	21	11	0	1.98	0.05	1.93
2013	6	21	12	0	1.85	0.05	1.80
2013	6	21	13	0	1.61	0.05	1.56
2013	6	21	14	0	1.37	0.05	1.32
2013	6	21	15	0	1.07	0.05	1.02
2013	6	21	16	0	0.89	0.05	0.84
2013	6	21	17	0	0.69	0.05	0.64
2013	6	21	18	0	0.57	0.05	0.52
2013	6	21	19	0	0.55	0.05	0.50
2013	6	21	20	0	0.64	0.05	0.59
2013	6	21	21	0	0.82	0.05	0.77
2013	6	21	22	0	1.00	0.05	0.95
2013	6	21	23	0	1.19	0.05	1.14
2013	6	22	0	0	1.41	0.05	1.36
2013	6	22	1	0	1.53	0.05	1.48
2013	6	22	2	0	1.66	0.05	1.61
2013	6	22	3	0	1.73	0.05	1.68
2013	6	22	4	0	1.74	0.05	1.69
2013	6	22	5	0	1.81	0.05	1.76
2013	6	22	6	0	1.81	0.05	1.76
2013	6	22	7	0	1.88	0.05	1.83
2013	6	22	8	0	1.93	0.05	1.88
2013	6	22	9	0	1.99	0.05	1.94
2013	6	22	10	0	2.08	0.05	2.03
2013	6	22	11	0	2.05	0.05	2.00



2013	6	22	12	0	1.93	0.05	1.88
2013	6	22	13	0	1.58	0.05	1.53
2013	6	22	14	0	1.40	0.05	1.35
2013	6	22	15	0	1.13	0.05	1.08
2013	6	22	16	0	0.97	0.05	0.92
2013	6	22	17	0	0.77	0.05	0.72
2013	6	22	18	0	0.50	0.05	0.45
2013	6	22	19	0	0.53	0.05	0.48
2013	6	22	20	0	0.51	0.05	0.46
2013	6	22	21	0	0.60	0.05	0.55
2013	6	22	22	0	0.72	0.05	0.67
2013	6	22	23	0	0.96	0.05	0.91
2013	6	23	0	0	1.25	0.05	1.20
2013	6	23	1	0	1.52	0.05	1.47
2013	6	23	2	0	1.67	0.05	1.62
2013	6	23	3	0	1.78	0.05	1.73
2013	6	23	4	0	1.90	0.05	1.85
2013	6	23	5	0	2.00	0.05	1.95
2013	6	23	6	0	2.08	0.05	2.03
2013	6	23	7	0	2.10	0.05	2.05
2013	6	23	8	0	2.08	0.05	2.03
2013	6	23	9	0	2.07	0.05	2.02
2013	6	23	10	0	2.06	0.05	2.01
2013	6	23	11	0	2.09	0.05	2.04
2013	6	23	12	0	2.00	0.05	1.95
2013	6	23	13	0	1.88	0.05	1.83
2013	6	23	14	0	1.71	0.05	1.66
2013	6	23	15	0	1.54	0.05	1.49
2013	6	23	16	0	1.30	0.05	1.25
2013	6	23	17	0	1.01	0.05	0.96
2013	6	23	18	0	0.80	0.05	0.75
2013	6	23	19	0	0.57	0.05	0.52
2013	6	23	20	0	0.54	0.05	0.49
2013	6	23	21	0	0.51	0.05	0.46
2013	6	23	22	0	0.56	0.05	0.51
2013	6	23	23	0	0.75	0.05	0.70
2013	6	24	0	0	1.02	0.05	0.97
2013	6	24	1	0	1.36	0.05	1.31
2013	6	24	2	0	1.66	0.05	1.61
2013	6	24	3	0	1.87	0.05	1.82
2013	6	24	4	0	2.07	0.05	2.02
2013	6	24	5	0	2.16	0.05	2.11
2013	6	24	6	0	2.19	0.05	2.14
2013	6	24	7	0	2.26	0.05	2.21
2013	6	24	8	0	2.23	0.05	2.18
2013	6	24	9	0	2.17	0.05	2.12
2013	6	24	10	0	2.11	0.05	2.06

2013	6	24	11	0	2.12	0.05	2.07
2013	6	24	12	0	2.15	0.05	2.10
2013	6	24	13	0	2.10	0.05	2.05
2013	6	24	14	0	1.98	0.05	1.93
2013	6	24	15	0	1.81	0.05	1.76
2013	6	24	16	0	1.60	0.05	1.55
2013	6	24	17	0	1.38	0.05	1.33
2013	6	24	18	0	1.11	0.05	1.06
2013	6	24	19	0	0.80	0.05	0.75
2013	6	24	20	0	0.60	0.05	0.55
2013	6	24	21	0	0.53	0.05	0.48
2013	6	24	22	0	0.51	0.05	0.46
2013	6	24	23	0	0.61	0.05	0.56
2013	6	25	0	0	0.85	0.05	0.80
2013	6	25	1	0	1.39	0.05	1.34
2013	6	25	2	0	1.56	0.05	1.51
2013	6	25	3	0	1.80	0.05	1.75
2013	6	25	4	0	1.99	0.05	1.94
2013	6	25	5	0	2.09	0.05	2.04
2013	6	25	6	0	2.24	0.05	2.19
2013	6	25	7	0	2.34	0.05	2.29
2013	6	25	8	0	2.36	0.05	2.31
2013	6	25	9	0	2.25	0.05	2.20
2013	6	25	10	0	2.08	0.05	2.03
2013	6	25	11	0	2.02	0.05	1.97
2013	6	25	12	0	2.06	0.05	2.01
2013	6	25	13	0	2.10	0.05	2.05
2013	6	25	14	0	2.08	0.05	2.03
2013	6	25	15	0	2.02	0.05	1.97
2013	6	25	16	0	1.95	0.05	1.90
2013	6	25	17	0	1.76	0.05	1.71
2013	6	25	18	0	1.45	0.05	1.40
2013	6	25	19	0	1.12	0.05	1.07
2013	6	25	20	0	0.88	0.05	0.83
2013	6	25	21	0	0.67	0.05	0.62
2013	6	25	22	0	0.59	0.05	0.54
2013	6	25	23	0	0.55	0.05	0.50
2013	6	26	0	0	0.67	0.05	0.62
2013	6	26	1	0	0.86	0.05	0.81
2013	6	26	2	0	1.25	0.05	1.20
2013	6	26	3	0	1.48	0.05	1.43
2013	6	26	4	0	1.81	0.05	1.76
2013	6	26	5	0	2.07	0.05	2.02
2013	6	26	6	0	2.25	0.05	2.20
2013	6	26	7	0	2.32	0.05	2.27
2013	6	26	8	0	2.35	0.05	2.30
2013	6	26	9	0	2.26	0.05	2.21

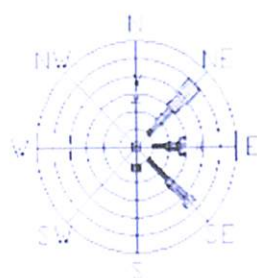
2013	6	26	10	0	2.06	0.05	2.01
2013	6	26	11	0	1.92	0.05	1.87
2013	6	26	12	0	1.86	0.05	1.81
2013	6	26	13	0	1.92	0.05	1.87
2013	6	26	14	0	2.00	0.05	1.95
2013	6	26	15	0	2.02	0.05	1.97
2013	6	26	16	0	2.01	0.05	1.96
2013	6	26	17	0	1.91	0.05	1.86
2013	6	26	18	0	1.70	0.05	1.65
2013	6	26	19	0	1.39	0.05	1.34
2013	6	26	20	0	1.15	0.05	1.10
2013	6	26	21	0	0.96	0.05	0.91
2013	6	26	22	0	0.77	0.05	0.72
2013	6	26	23	0	0.63	0.05	0.58
2013	6	27	0	0	0.61	0.05	0.56
2013	6	27	1	0	0.72	0.05	0.67
2013	6	27	2	0	0.93	0.05	0.88
2013	6	27	3	0	1.26	0.05	1.21
2013	6	27	4	0	1.56	0.05	1.51
2013	6	27	5	0	1.81	0.05	1.76
2013	6	27	6	0	2.18	0.05	2.13
2013	6	27	7	0	2.35	0.05	2.30
2013	6	27	8	0	2.39	0.05	2.34
2013	6	27	9	0	2.30	0.05	2.25
2013	6	27	10	0	2.15	0.05	2.10
2013	6	27	11	0	1.83	0.05	1.78
2013	6	27	12	0	1.77	0.05	1.72
2013	6	27	13	0	1.67	0.05	1.62
2013	6	27	14	0	1.74	0.05	1.69
2013	6	27	15	0	1.84	0.05	1.79
2013	6	27	16	0	1.91	0.05	1.86
2013	6	27	17	0	1.96	0.05	1.91
2013	6	27	18	0	1.88	0.05	1.83
2013	6	27	19	0	1.76	0.05	1.71
2013	6	27	20	0	1.56	0.05	1.51
2013	6	27	21	0	1.31	0.05	1.26
2013	6	27	22	0	1.00	0.05	0.95
2013	6	27	23	0	0.87	0.05	0.82
2013	6	28	0	0	0.77	0.05	0.72
2013	6	28	1	0	0.74	0.05	0.69
2013	6	28	2	0	0.91	0.05	0.86
2013	6	28	3	0	1.01	0.05	0.96
2013	6	28	4	0	1.40	0.05	1.35
2013	6	28	5	0	1.77	0.05	1.72
2013	6	28	6	0	2.19	0.05	2.14
2013	6	28	7	0	2.30	0.05	2.25
2013	6	28	8	0	2.38	0.05	2.33

2013	6	28	9	0	2.33	0.05	2.28
2013	6	28	10	0	2.20	0.05	2.15
2013	6	28	11	0	1.95	0.05	1.90
2013	6	28	12	0	1.71	0.05	1.66
2013	6	28	13	0	1.55	0.05	1.50
2013	6	28	14	0	1.57	0.05	1.52
2013	6	28	15	0	1.53	0.05	1.48
2013	6	28	16	0	1.68	0.05	1.63
2013	6	28	17	0	1.67	0.05	1.62
2013	6	28	18	0	1.67	0.05	1.62
2013	6	28	19	0	1.64	0.05	1.59
2013	6	28	20	0	1.53	0.05	1.48
2013	6	28	21	0	1.33	0.05	1.28
2013	6	28	22	0	1.13	0.05	1.08
2013	6	28	23	0	1.00	0.05	0.95
2013	6	29	0	0	0.97	0.05	0.92
2013	6	29	1	0	1.03	0.05	0.98
2013	6	29	2	0	1.17	0.05	1.12
2013	6	29	3	0	1.36	0.05	1.31
2013	6	29	4	0	1.56	0.05	1.51
2013	6	29	5	0	1.73	0.05	1.68
2013	6	29	6	0	1.90	0.05	1.85
2013	6	29	7	0	2.05	0.05	2.00
2013	6	29	8	0	2.12	0.05	2.07
2013	6	29	9	0	2.07	0.05	2.02
2013	6	29	10	0	1.92	0.05	1.87
2013	6	29	11	0	1.74	0.05	1.69
2013	6	29	12	0	1.59	0.05	1.54
2013	6	29	13	0	1.48	0.05	1.43
2013	6	29	14	0	1.42	0.05	1.37
2013	6	29	15	0	1.42	0.05	1.37
2013	6	29	16	0	1.47	0.05	1.42
2013	6	29	17	0	1.53	0.05	1.48
2013	6	29	18	0	1.58	0.05	1.53

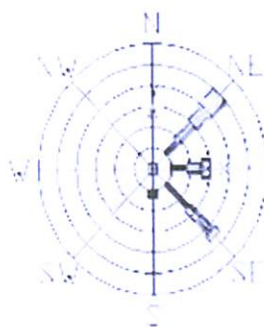
LAMPIRAN 2
DATA ARAH DAN KECEPATAN ARUS

DATA ARAH DAN KECEPATAN ARUS

Arah	Kecepatan (m/dtk)				Jumlah
	< 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.3	> 0.3	
Utara	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Timur Laut	2.0	3.0	2.0	3.0	10.0
Timur	2.0	2.0	0.0	1.0	5.0
Tenggara	4.0	4.0	1.0	0.0	9.0
Selatan	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0
Barat Daya	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Barat	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Barat Laut	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Prosentase Kejadian					25.0
Prosentase Data Tidak Tercatat					0.0
Prosentase Kejadian Total					25.0



Arah	Kecepatan (m/dtk)				Jumlah
	< 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.3	> 0.3	
Utara	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Timur Laut	2.0	3.0	2.0	3.0	10.0
Timur	2.0	2.0	0.0	1.0	5.0
Tenggara	4.0	4.0	1.0	0.0	9.0
Selatan	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0
Barat Daya	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Barat	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Barat Laut	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Prosentase Kejadian					25.0
Prosentase Data Tidak Tercatat					0.0
Prosentase Kejadian Total					25.0



Arah	Kecepatan (m/dtk)				Jumlah
	< 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.3	> 0.3	
Utara	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Timur Laut	2.0	3.0	2.0	3.0	10.0
Timur	2.0	2.0	0.0	1.0	5.0
Tenggara	4.0	4.0	1.0	0.0	9.0
Selatan	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0
Barat Daya	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Barat	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Barat Laut	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Prosentase Kejadian					25.0
Prosentase Data Tidak Tercatat					0.0
Prosentase Kejadian Total					25.0

