

**PERANAN SURVEI HIDROGRAFI
DALAM PERENCANAAN JALUR PIPA DI DASAR LAUT**

SKRIPSI



Disusun Oleh:

**Sri Winarto
98.25.005**

**JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2005**

**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

RESEARCH SURVEY REPORT
TULSA REGIONAL HEALTH DEPARTMENT

1971

1971
1971
1971

RESEARCH SURVEY REPORT
TULSA REGIONAL HEALTH DEPARTMENT
TULSA REGIONAL HEALTH DEPARTMENT
TULSA REGIONAL HEALTH DEPARTMENT
TULSA REGIONAL HEALTH DEPARTMENT

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI:

PERANAN SURVEI HIDROGRAFI DALAM PERENCANAAN JALUR PIPA DASAR LAUT

Disusun Oleh:

Nama : Sri Winarto
NIM : 9825005
Jurusan : Teknik Geodesi / S-1
Konsentrasi : Survei Hidrografi

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana
Teknik (Strata 1) di Jurusan Teknik Geodesi**



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

April - 2005

LEMBAR PERSetujuan

SKRIPSI:

PERANAN SURVEI HIDROGRAFI
DALAM PERENCANAAN JALUR PIPA DASAR LAUT

Disusun Oleh:

Nama : Sri Winarto

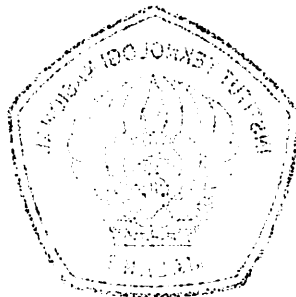
NIM : 0825005

Jurusan : Teknik Geodesi / S-1

Konsentrasi : Survei Hidrografi

Disjukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana

Teknik (Strata 1) di Jurusan Teknik Geodesi



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK GEODESI

April - 2005

Telah diperiksa dan disetujui

oleh,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Ir. Pradono Joanes De Deo, M.Si.)



(Ir. Muhamad Irfan, M.Eng.)

Diajukan pada

Seminar Hasil

Rabu, 16 Maret 2005

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Geodesi,

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Nasional



(Ir. D. K. Sunaryo, Ms. Tis.)

LEMBAR PENGESAHAN

Dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Tugas Akhir di Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional, dan diterima untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) di Jurusan Teknik Geodesi.

Panitia Ujian Tugas Akhir

Ketua,
Dekan Fakultas Teknik Sipil &
Perencanaan



(Ir. Agustina Nurul H., M.T.P.)

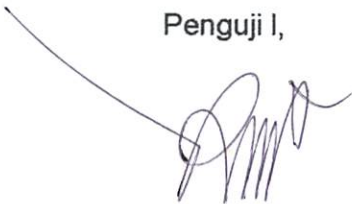
Sekretaris,
Ketua Jurusan Teknik Geodesi



(Ir. D. K. Sunaryo, Ms. Tis.)

Anggota Penguji Tugas Akhir

Penguji I,



(Ir. Rinto Sasongko, M.T.)

Penguji II,



(Ir. Muhammad Nurhadi, M.T.)

Penguji III,



(Ir. D. K. Sunaryo, Ms. Tis.)

MUTIARA KATA

Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Dia hidupkan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapatlah) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan.

(Q. S. Al – Baqarah, 2: 164)

secercah baktiku
pada ayahanda (alm.), ibunda, nenek,
serta kakakku tercinta,
dalam rangka mengharapkan
keridhaan Allah S. W. T.

MUTARA KATA

Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Dia hidupkan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Diaisahkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (tanda-tanda kekuasaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan.

(Q. S. Al - Badar, 2: 164)

secara paksi

pada ayahanda (alm.), ibunda, nenek,

serta kakakku tercinta,

dalam rangka menghajikan

Kendaraan Allah S. W. T.

Dialah Allah Yang menciptakan dan mengatur semua peristiwa, bagaimana mereka berawal dan berakhir. Dia pulalah yang menentukan setiap gerakan bintang-bintang di jagat raya, kondisi setiap yang hidup di bumi, cara hidup seseorang, apa yang akan dikatakannya, apa yang akan dihadapinya

“Sesungguhnya, Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran.”

(Al-Qamar: 49)

Karena Allah adalah pembuat keputusan, setiap kejadian merupakan anugerah bagi makhluk-Nya: segala sesuatu telah direncanakan untuk kebaikan agama dan untuk kehidupan orang yang beriman di akhirat kelak.

“Jika Allah menolong kamu, maka tak ada orang yang dapat mengalahkan kamu; jika Allah membiarkan kamu (tidak memberi pertolongan), maka siapakah gerangan yang dapat menolong kamu (selain) dari Allah sesudah itu? Karena itu,

hendaklah kepada Allah saja orang-orang mu'min bertawakal.”

(Ali Imran: 160)

(Al-Imran: 160)

hendaklah kepada Allah saja orang-orang mu'min bertawakal.

seandainya itu? Karena itu,

maka siapakah gerakan yang dapat menolong kamu (selain dari Allah)

mengalahkan kamu; jika Allah memberikan kamu (tidak memberi pertolongan).

"Jika Allah menolong kamu, maka tak ada orang yang dapat

agame dan untuk kehidupan orang yang beriman di akhirat kelak.

andgerisi bagi makhluk-Nya: segala sesuatu telah ditancupkan untuk kebaikan

Karena Allah adalah pembuat keputusan, setiap kejadian merupakan

(Al-Qamar: 49)

"Sesungguhnya, Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran."

akan dikaliskannya, apa yang akan diberikannya

di jagat raya, kondisi setiap yang hidup di bumi, cara hidup seseorang, apa yang

perawi dan berakhlak. Dia bulatlah yang menentukan setiap gerakan bintang-bintang

Dialah Allah Yang menciptakan dan mengatur semua peristiwa, bagaimana mereka

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Subhaanahu wa Ta'ala atas segala nikmat dan berkah yang dilimpahkan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.

Keselamatan dan kesejahteraan semoga terlimpahkan kepada junjungan kita Muhammad Rosullulloh dan juga bagi keluarga dan sahabatnya.

Laporan penelitian ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (Strata-1) di Jurusan Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional.

Berkenaan dengan selesainya penyusunan skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah sudi meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk membantu, yakni pada:

1. Bapak Ir. Dedi Kurnia Sunaryo, M.S.Tis., selaku mantan Ketua Jurusan Teknik Geodesi FTSP-ITN, periode 2001-2005.
2. Bapak Ir. Christian Siahaan, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Geodesi FTSP-ITN.
3. Bapak Ir. Pradono Joanes De Deo, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I (kesatu) dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Muhammad Irfan, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II (kedua) dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. Imam Mudita, M.sc., dan juga seluruh bapak-bapak staf peneliti di Balai Teknologi Survei Kelautan-Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi di Jakarta yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penulisan skripsi ini.
6. (Almarhum) Isnu Patrioto, Dodi Bahar Fathori, Ruli Widyasaputra, Andrie Yuniarsa, dan rekan-rekan seperjuangan selama menjadi mahasiswa

yang telah banyak membantu juga dalam penyusunan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

7. Ibunda, Eyang Ti, Kakak serta keluarga tercinta yang telah memberikan dorongan moril dan motivasi yang tak terkira dan tak dapat diabaikan dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.

8. Semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang terlalu panjang untuk penulis sebutkan satu persatu.

Sehubungan dengan hal di atas, penulis hanya dapat berdo'a semoga Allah Subhaanahu wa Ta'ala selalu memberikan hidayah dan balasan pahala yang berlipat ganda pada pihak-pihak di atas.

Akhir kata, meskipun penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan juga masih penuh dengan keterbatasan-keterbatasan, penulis berharap semoga skripsi ini ada hikmahnya bagi kita semua. Amin.

Malang, Maret 2005

Penulis

ABSTRAK

Pekerjaan rekayasa perencanaan jalur pipa di dasar laut, baik di laut dalam maupun di laut dangkal pada prinsipnya akan sangat membutuhkan jasa atau peranan survei dan pemetaan laut / survei hidrografi dengan intensitas kebutuhan dan skala kerja yang tertentu.

Dalam skripsi ini, akan dijelaskan secara umum peranan survei dan pemetaan laut / survei hidrografi dalam perencanaan jalur pipa di dasar laut baik dalam segi teoritis maupun dalam segi praktis.

DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Persetujuan	I
Lembar Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Abstrak	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Istilah	xiv
BAB 1. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan Tujuan Skripsi	2
1.3. Ruang Lingkup Dan Batasan Masalah	2
1.4. Manfaat Skripsi	4
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB 2. Landasan Teori	5
2.1. Survei Batimetri	5
2.1.1. Pengamatan Pasang Surut Laut	5
2.1.1.1. Karakteristik Pasang Surut Laut	6
2.1.1.2. Bidang Referensi Pemeruman	7
2.1.1.3. Pengolahan Data Pengamatan Pasut	11
2.1.2. Pemeruman	12
2.1.2.1. Pengukuran Kedalaman Laut	13

DAFTAR ISI

Halaman

I	 Lembar Persetujuan
iii	 Lembar Pengesahan
iv	 Kata Pengantar
vi	 Abstrak
vii	 Daftar isi
xi	 Daftar Gambar
xiii	 Daftar Tabel
xiv	 Daftar istilah
1	 BAB 1. Pendahuluan
1	 1.1. Latar Belakang
2	 1.2. Maksud dan Tujuan Skripsi
2	 1.3. Ruang Lingkup Dan Batasan Masalah
4	 1.4. Manfaat Skripsi
4	 1.5. Sistematika Penulisan
5	 BAB 2. Landasan Teori
5	 2.1. Survei Batimeti
5	 2.1.1. Pengamatan Pasang Surut Laut
6	 2.1.1.1. Karaktistik Pasang Surut Laut
7	 2.1.1.2. Bidang Referensi Pemukiman
11	 2.1.1.3. Pengolahan Data Pengamatan Pasut
12	 2.1.2. Pemukiman
13	 2.1.2.1. Pengukuran Kedalaman Laut

2.1.2.2. Penentuan Posisi Horisontal Titik Fix	16
2.1.2.3. Reduksi Data Ukuran Kedalaman	19
2.2. Investigasi Keadaan Dasar Laut	20
2.2.1. Survei Side Scan Sonar	21
2.2.1.1. Fungsi Side Scan Sonar	21
2.2.1.2. Teknik Pengukuran Menggunakan Tow Fish Side Scan Sonar	22
2.2.1.3. Offset Tow Fish Side Scan Sonar	24
2.2.2. Survei Sub-Bottom Profiling	26
2.2.2.1. Metode Pengukuran Seismik	27
2.2.2.2. Fungsi Survei Sub-Bottom Profiling	29
2.2.3. Survei Magnetik	30
2.2.3.1. Medan Magnet Bumi	31
2.2.3.2. Teknik Pengukuran Dengan Magnetometer	33
2.2.3.3. Offset Tow Fish Magnetometer	34
2.2.4. Penelitian Sifat Fisik Dan Kimia Air Laut	36
2.2.5. Penelitian Sedimen Dasar Laut	37
2.2.6. Pengukuran Arus	40
BAB 3. Pelaksanaan Penelitian	42
3.1. Perencanaan Survei Hidrografi	42
3.1.1. Penentuan Datum	44
3.1.2. Penyediaan Peta Petunjuk Survei	44
3.1.3. Penentuan Koridor Dan Jalur Survei	45
3.1.4. Penentuan Lokasi Pengamatan Pasang Surut	46
3.1.5. Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Air Laut	47

3.1.6. Penentuan Lokasi Pengambilan Sedimen	47
3.1.7. Penentuan Lokasi Pengukuran Arus	48
3.2. Pelaksanaan Survei Hidrografi	49
3.2.1. Pengamatan Dan Analisa Pasang Surut	49
3.2.2. Pelaksanaan Survei Batimetri	51
3.2.2.1. Penentuan Posisi Titik Perum Dan Navigasi	51
3.2.2.2. Frekuensi Perekaman Data	53
3.2.2.3. Survei Topometri	54
3.2.2.4. Pengolahan Data	54
3.2.3. Pelaksanaan Penelitian Dasar Laut	58
3.2.3.1. Pelaksanaan Survei Side Scan Sonar	59
3.2.3.2. Pelaksanaan Survei Sub-Bottom Profiling	60
3.2.3.3. Pelaksanaan Survei Magnetometer	61
3.2.4. Pengambilan Dan Analisa Contoh Air Laut	62
3.2.5. Pengambilan Dan Analisa Contoh Sedimen	63
3.2.6. Pengukuran Dan Analisa Arus	64
Bab 4. Analisa Hasil	66
4.1. Perencanaan Jalur Pipa di Dasar Laut	66
4.2. Analisa Pasang Surut Untuk Perencanaan Jalur Pipa	67
4.3. Analisa Data Batimetri Untuk Perencanaan Jalur Pipa	68
4.4. Peranan Data Side Scan Sonar Dalam Perencanaan Jalur Pipa ...	69
4.5. Peranan Data Sub-Bottom Profiling Dalam Perencanaan Jalur Pipa	69
4.6. Peranan Data Magnetometer Dalam Perencanaan Jalur Pipa	70

4.7. Analisa Contoh Air Laut dan Sedimentasi Dalam Perencanaan Pemasangan Pipa	70
4.8. Peranan Data Arus Dalam Perencanaan Pemasangan Pipa	71
Bab 5. Penutup	72
5.1. Kesimpulan	72
5.2. Saran	74
Daftar Pustaka	76
Lampiran	

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Nama Gambar	Halaman
2.1.	Bidang Referensi Vertikal	10
2.2.	Waktu Tempuh Gelombang Suara	14
2.3.	Nilai Kedalaman Sebenarnya (h)	15
2.4.	Penentuan Posisi Horisontal dan Kedalaman Titik Fix	17
2.5.	Perbedaan Nilai Kedalaman (d_1 dan d_2) pada Waktu (t_1 dan t_2) ..	18
2.6.	Sistem Penentuan Titik Fix	18
2.7.	Reduksi Pasut Permukaan Air Laut	19
2.8.	Dual Beam – <i>Side Scan Sonar</i>	21
2.9.	Variasi Morfologi Dan Litologi Permukaan Dasar Laut pada Rekaman <i>Side Scan Sonar</i>	22
2.10.	Pengaturan Range Scale	23
2.11.	Range Scale	24
2.12.	<i>Offset Side Scan Sonar</i> terhadap Antena Navigasi	25
2.13.	Garis Sinar 'Shot' Refraksi Menggunakan Penjalaran Linier dari Hidrofon	27
2.14.	Garis Pancaran dan Pantulan Suara pada Dua Lapisan Permukaan Horisontal	28
2.15.	Interpretasi Rekaman Profil Seismik yang Dihasilkan oleh Sumber Suara <i>Boomer</i> Beresolusi Tinggi	30
2.16.	Medan Magnetik	31
2.17.	Survei Metal Menggunakan <i>Magnetometer</i>	33
2.18.	Data Anomali Magnetis	34
2.19.	<i>Offset Tow Fish Magnetometer</i> Terhadap Antena Navigasi	35

2.20.	Pemasangan <i>Dredger</i> untuk Mengeruk Sedimen Dasar Laut .	38
2.21.	<i>Grab Sampler</i>	39
2.22.	Pemasangan <i>Corer</i> Jenis <i>Vibro Core</i>	39
2.23.	Pemasangan <i>Current Meter</i> di Dasar Laut	41
3.1.	Peta Petunjuk Survei	42
3.2.	Koridor Survei	45
3.3.	Interval Lajur Survei	46
3.4.	Kedudukan BM.1 Terhadap Chart Datum di Stasion Pasut Maringgai	51
3.5.	Sistem <i>Navrec</i>	52
3.6.	Penentuan <i>Start of Line</i> dan <i>End of Line</i> di Jalur Survei	53
3.7.	Rekaman Set Data Batimetri Setiap Detik	53
3.8.	Diagram Alir Pengolahan Data Batimetri	55
3.9.	Grafik Anomali Data Kedalaman	56
3.10.	Data Kedalaman yang Dicurigai Sebagai Kesalahan Memiliki 2 Grafik Puncak	56
3.11.	Nomor Urut dan Data Kedalaman yang Dicurigai (font tebal)	57
3.12.	Plotting Jalur Pemeruman	58
3.13.	Rekaman Side Scan Sonar di KP.96	59
3.14.	Rekaman Sub-Bottom Profiler di KP.17	60
3.15.	Anomali Magnetik yang Terekam Oleh Sensor Magnetometer ...	61
3.16.	Anomali Magnetik	62
3.17.	Pengamatan Arus di Dasar Laut	65
4.1.	Pembagian Wilayah Kedalaman Laut	68

DAFTAR TABEL

Nomor	Nama Tabel	Halaman
2.1.	Komponen-Komponen Pasut Utama dan Pasut Perairan	
	Dangkal	7
2.2.	Kecepatan Perambatan Gelombang Suara	29
3.1.	Koordinat <i>Center Line</i> Jalur Pipa	42
3.2.	Koordinat Stasion Pengamatan Pasut	46
3.3.	Stasion Pengambilan Contoh Air Laut	47
3.4.	Koordinat Stasion Pengeboran (<i>Coring</i>)	48
3.5.	Koordinat Stasion Pengerukan (<i>Dredging</i>)	48
3.6.	Koordinat Stasion <i>Grabing</i>	48
3.7.	Koordinat <i>Current Meter</i>	49
3.8.	Data Pengamatan Pasut di Stasion Pasut Maringgai	50
3.9.	Konstanta Harmonik Pasut Maringgai	50
3.10.	Data Rekaman <i>Magnetometer</i>	62

DAFTAR ISTILAH

- Sarat (*Draft*) Transduser** : Jarak antara kepala transduser dengan batas permukaan air laut.
- Sistem Navrec (*Navigation and Data Recording*)** : sistem navigasi yang berfungsi untuk merekam data posisi dan atau kedalaman laut dalam waktu yang bersamaan serta menampilkan secara visual di layar monitor.
- Titik Fix Pemeruman** : Posisi titik (lintang, bujur, dan kedalaman laut) pada suatu jalur perum yang dicatat pada waktu yang bersamaan.
- Landing Fall (LF)*** : Posisi suatu titik yang menjadi tempat pertemuan pipa dari darat dan pipa dari arah laut. LF terletak di daerah (transisi) antara daratan dan laut dan biasanya LF terletak di daerah pantai. Di sekitar lokasi LF ini biasanya juga dibangun titik tetap (*Bench Mark*) dan stasiun pengamatan pasang surut laut.
- Data NMEA (*National Marine Electronics Association*)** : Format data khusus pada suatu sistem elektronik yang dibuat agar bisa dibaca oleh sistem elektronik lainnya. Format data ini dibuat oleh *National Marine Electronics Association*.
- Data RINEX (*Receiver Independent Exchange Format*)** : Format data GPS yang dibangun oleh Institut Astronomi dari Universitas Berne dan format data ini digunakan oleh pabrik pembuatan receiver GPS

untuk merekam data pengamatan GPS. Data RINEX ini terdiri dari tipe file ASCII yakni file data pengamatan (*carrier-phase* dan *pseudorange (code)*, dan waktu pengamatan), file pesan navigasi dan file data meteorologi.

Intersection Point (IP) : Titik perpotongan dari dua buah garis lurus (*center line*) pada jalur pipa.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tujuan utama dari survei dan pemetaan laut (survei hidrografi) adalah untuk memperoleh gambaran bentuk permukaan dasar laut, yaitu seluruh kenampakan, yang alami maupun buatan manusia, serta menggambarkannya ke dalam bentuk peta topografi dasar lautnya. Dengan kata lain, survei dan pemetaan laut adalah upaya manusia untuk mendapatkan data dengan cara-cara pengamatan, pengukuran, perekaman, dan pengolahan terhadap posisi-posisi kenampakan dan keadaan dasar laut serta bagian-bagian yang berada di atas maupun di bawahnya. Data-data tersebut meliputi :

1. Kedalaman laut.
2. Keadaan topografi dasar laut dan obyek-obyek yang berada di bawah maupun di atas permukaan dasar laut.
3. Dinamika pasang surut, arus dan gelombang.
4. Sifat fisik dan kimia air laut (suhu, kadar garam, konduktivitas, senyawa kimia, dan oksigen yang terlarut).
5. Keadaan tanah di permukaan dan stratigrafi di bawah dasar laut.
6. Data-data meteorologi, geologi, dan geografi maritim¹.
7. Data-data geomagnetis dan gravimetris².

¹ Pengurus APSPI, *Sumbangan Pikiran Tentang Langkah-Langkah Yang Perlu Dilakukan Guna Meningkatkan Kemampuan Dan Manajemen Survei Dan Pemetaan Laut Nasional Dalam Usaha Menghapuskan Dominasi Perusahaan-Perusahaan Surta Asing Di Indonesia*, Jakarta, 1983, hal. 4 dan 5.

² Melvin j. Umbach, *Hydrographic Manual*, Fourth Edition, National Oceanic And Atmospheric Administration, United State Department of Commerce, Rockville Md., 1976, page 1 – 7.

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tujuan utama dari survei dan pemetaan laut (survei hidrografi) adalah untuk memperoleh gambaran tentang permukaan dasar laut yaitu seluruh kenampakan yang alami maupun buatan manusia, serta mengembangkannya ke dalam bentuk peta topografi dasar lainnya. Dengan kata lain, survei dan pemetaan laut adalah upaya manusia untuk mendapatkan data dengan cara-cara pengamatan, pengukuran, perekaman, dan pengolahan terhadap posisi-posisi kenampakan dan keadaan dasar laut serta bagian-bagian yang berada di atas maupun di bawahnya. Data-data tersebut meliputi :

1. Kealaman laut.
2. Keadaan topografi dasar laut dan objek-objek yang berada di bawah maupun di atas permukaan dasar laut.
3. Dinamika pasang surut arus dan gelombang.
4. Sifat fisik dan kimia air laut (suhu, kadar garam, konduktivitas, senyawa kimia, dan oksigen yang terlarut).
5. Keadaan tanah di permukaan dan stratigrafi di bawah dasar laut.
6. Data-data meteorologi, geologi, dan geografi maritim.
7. Data-data geomagnetis dan gravimetris.

¹ Peraturan APSP, Sumbangan Pikiran Tentang Langkah-Langkah Yang Perlu Dilakukan guna Meningkatkan Kemampuan Dan Manajemen Survei Dan Pemetaan Laut Nasional Dalam Usaha Meningkatkan Domestik Perusahaan-Perusahaan Survei Asing Di Indonesia, Jakarta, 1983, hal. 4 dan 5.

² Melvin J. Umbsch, Hydrographic Manual, Fourth Edition, National Oceanic And Atmospheric Administration, United States Department of Commerce, Rockville Md., 1976, page 1 - 7.

Dari pandangan umum tersebut, maka bidang ilmu geodesi melandasi pekerjaan survei hidrografi. Penulisan skripsi ini bersumber dari penelitian penulis tentang pekerjaan survei hidrografi untuk perencanaan jalur pipa.

1.2. Maksud Dan Tujuan Skripsi

Maksud penulisan skripsi ini adalah menjelaskan peranan survei hidrografi dalam perencanaan jalur pipa di dasar laut yang meliputi :

1. Aspek perencanaan dalam survei hidrografi untuk perencanaan jalur pipa dasar laut.
2. Metode pelaksanaan survei hidrografi serta kontrol kualitas datanya.

Sedangkan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menghasilkan data dan peta hidrografi yang meliputi peta batimetri, peta profil memanjang.

1.3. Ruang Lingkup Dan Batasan Masalah

Survei hidrografi untuk perencanaan jalur pipa dasar laut merupakan pekerjaan yang dilandasi oleh bidang ilmu geodesi serta melibatkan beberapa disiplin ilmu yang saling terkait satu sama lain, antara lain geologi, geofisika, kelautan, sipil-konstruksi, mesin, elektro/nika, komputer, dan lain-lain.

Sebelum pelaksanaan survei dimulai, terdapat beberapa ketentuan atau kriteria pemilihan jalur pipa di dasar laut secara umum, yakni:

1. Pipa harus sependek mungkin, lebih panjang pipa yang digunakan akan mengurangi tekanan minyak atau gas itu sendiri.
2. Jalur pipa harus layak, untuk pekerjaan konstruksi pipa konvensional di laut menghendaki perlakuan khusus dalam hal kelengkapan instalasi.
3. Rute pipa harus sependek mungkin tidak mengganggu keberadaan pipa atau kabel laut lain yang sudah ada, pipa juga tidak aman jika berada di daerah labuh jangkar kapal. Untuk pemasangan atau instalasi harus

Dari pandangan umum tersebut maka bidang ilmu geodesi melandasi pekerjaan survei hidrografi. Penulisan skripsi ini berambisi dan penelitian penulis tentang pekerjaan survei hidrografi untuk perencanaan jalur pipa.

1.2. Maksud Dan Tujuan Skripsi

Maksud penulisan skripsi ini adalah menjelaskan peranan survei hidrografi dalam perencanaan jalur pipa di dasar laut yang meliputi :

1. Aspek perencanaan dalam survei hidrografi untuk perencanaan jalur pipa

dasar laut

2. Metode pelaksanaan survei hidrografi serta kontrol kualitas datanya.

Sedangkan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menghasilkan data dan peta hidrografi yang meliputi peta bathimetri, peta profil memanjang.

1.3. Ruang Lingkup Dan Batasan Masalah

Survei hidrografi untuk perencanaan jalur pipa dasar laut merupakan pekerjaan yang dilandasi oleh bidang ilmu geodesi serta melibatkan beberapa disiplin ilmu yang saling terkait satu sama lain, antara lain geologi, geoteknik, kelautan, sipil-konstruksi, mesin, elektronika, komputer dan lain-lain.

Sebelum pelaksanaan survei dimulai, terdapat beberapa ketentuan atau kriteria pemilihan jalur pipa di dasar laut secara umum, yakni:

1. Pipa harus sependek mungkin, lebih panjang pipa yang digunakan akan mengurangi tekanan minyak atau gas itu sendiri.

2. Jalur pipa harus layak untuk pekerjaan konstruksi pipa konvensional di laut menghandle bahaya khusus dalam hal kelengkapan instalasi.

3. Rute pipa harus sependek mungkin tidak mengganggu keberadaan pipa atau kabel lain yang sudah ada, pipa juga tidak akan like berada di daerah lapuh jangkai kapal. Untuk pemasangan atau instalasi harus

mempertimbangkan faktor keamanan misalnya bahaya pipa patah karena lekukan atau cembungan dasar laut sehingga pipa harus banyak yang dikubur.

4. Koridor dan jalur pipa harus seminimal mungkin merusak lingkungan dasar laut, perusakan terhadap terumbu karang dan lingkungan laut yang lain.

Titik berat penelitian ini, yakni menjelaskan peranan aspek-aspek pekerjaan yang dilakukan di dalam survei hidrografi untuk perencanaan jalur pipa, yang meliputi:

1. Perencanaan survei:
 - a. Penentuan Datum
 - b. Penyediaan Peta Petunjuk Survei
 - c. Penentuan Koridor Dan Jalur Survei
 - d. Penentuan Lokasi Pengamatan Pasang Surut
 - e. Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Air Laut Dan Sedimen
 - f. Penentuan Lokasi Pengukuran Arus
2. Pelaksanaan dan pengolahan data survei:
 - a. Pengamatan pasang surut air laut
 - b. Survei batimetri
 - c. Survei side scan sonar
 - d. Survei sub-bottom profile
 - e. Survei logam atau metal
 - f. Penelitian sifat fisik dan kimia air laut
 - g. Pengukuran arus
3. Perencanaan Jalur Pipa Dasar Laut

1.4. Manfaat Skripsi

Manfaat skripsi ini adalah menyediakan literatur tentang fungsi dan peranan survei hidrografi bagi keperluan rekayasa laut khususnya di bidang perencanaan jalur pipa dasar laut sehingga informasinya dapat dimanfaatkan dan disebarluaskan ditengah-tengah masyarakat, khususnya masyarakat ilmiah di bidang kelautan serta dapat dimanfaatkan bagi penelitian dan pengembangan selanjutnya di bidang survei kelautan.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibuat untuk menjelaskan tahapan penulisan dimulai dari bab I (kesatu) sampai bab V (kelima).

Bab I (kesatu) adalah pendahuluan yang berisi tentang latar belakang, maksud dan tujuan skripsi, batasan masalah dan manfaat skripsi, dan sistematika penulisan.

Bab II (kedua) adalah landasan teori survei hidrografi. Di dalam bab ini akan dijelaskan tentang teori-teori yang secara umum berlaku untuk pekerjaan survei hidrografi.

Bab III (ketiga) menjelaskan tentang pelaksanaan penelitian. Dalam pelaksanaan penelitian ini akan dijelaskan tentang perencanaan survei, pelaksanaan survei hidrografi, dan pengolahan data-data survei.

Bab IV (keempat) adalah hasil dan analisa, yang merupakan penyajian data-data survei hidrografi dan analisa terhadap data-data tersebut untuk keperluan perencanaan jalur pipa dasar laut.

Bab V (kelima) sebagai penutup dari pembahasan masalah-masalah dalam skripsi ini, akan coba ditarik beberapa kesimpulan yang kiranya penting dan perlu diperhatikan, disamping juga akan diajukan beberapa saran yang kiranya dapat berguna.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Survei Batimetri

Survei batimetri bertujuan untuk menentukan kedalaman titik-titik tertentu di dasar laut, beserta posisi horisontalnya. Di dalam survei batimetri, terdapat beberapa pekerjaan yang dilakukan antara lain pengamatan pasang surut laut, penentuan posisi dan navigasi kapal, serta pemeruman.

2.1.1. Pengamatan Pasang Surut Laut

Pasang surut laut adalah gerakan vertikal dari permukaan air laut yang terjadi secara periodik, dimana gerakan vertikal ini disebabkan oleh karena pengaruh gaya tarik benda-benda langit (terutama bulan dan matahari) terhadap bumi, gaya gravitasi bumi serta gaya sentripetal akibat adanya rotasi bumi. Di dalam survei hidrografi, pengamatan pasang surut air laut dilakukan untuk keperluan :

1. Analisa dan peramalan pasang surut pada wilayah kerja yang bersangkutan dan sekitarnya, yakni berupa :
 - Tipe pasang surut laut,
 - Umur pasang surut laut,
 - Tunggang air minimum, rata-rata maupun maksimum,
 - Prediksi kedudukan permukaan laut (tinggi air) dari waktu ke waktu.

merupakan data masukan yang sangat berguna untuk perencanaan dan pembangunan konstruksi di laut.

2. Penentuan duduk tengah (*mean sea level*) dan muka surutan (*chart datum*), yang masing-masing merupakan bidang referensi bagi ketinggian

BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1. Survei Batimetri

Survei batimetri bertujuan untuk menentukan kedalaman titik-titik tertentu di dasar laut beserta posisi horizontalnya. Di dalam survei batimetri, terdapat beberapa pekerjaan yang dilakukan antara lain pengamatan pasang surut laut, penentuan posisi dan navigasi kapal, serta pemertaman.

2.1.1. Pengamatan Pasang Surut Laut

Pasang surut laut adalah gerakan vertikal dan permukaan air laut yang terjadi secara periodik, dimana gerakan vertikal ini disebabkan oleh karena pengaruh gaya tarik benda-benda langit (terutama bulan dan matahari) terhadap bumi, gaya gravitasi bumi serta gaya sentrifugal akibat adanya rotasi bumi. Di dalam survei hidrografi, pengamatan pasang surut air laut dilakukan untuk keperluan :

1. Analisa dan pemetaan pasang surut pada wilayah kapal yang bersangkutan dan sekitarnya, yakni berupa :
 - Tipe pasang surut laut,
 - Umur pasang surut laut,
 - Tunggang air minimum, rata-rata maupun maksimum,
 - Prediksi kedudukan permukaan laut (tinggi air) dan waktu ke waktu.

memperoleh data masukan yang sangat berguna untuk perencanaan dan pembangunan konstruksi di laut.

2. Penentuan kedudukan tengah (mean sea level) dan muka surutan (chart datum), yang masing-masing merupakan bidang referensi bagi ketinggian

titik-titik di darat dan kedalaman titik-titik di dasar laut. Penentuan duduk tengah dan muka surutan bertujuan untuk menentukan besarnya koreksi pasang surut yang nantinya akan diberikan pada angka ukuran kedalaman, terutama untuk daerah yang tanggung airnya cukup besar dan tidak dapat diabaikan begitu saja dalam kaitannya dengan spesifikasi teknis pekerjaan rekayasa yang bersangkutan

2.1.1.1. Karakteristik Pasang Surut

Secara garis besarnya, komponen-komponen pasut utama dapat dibagi dalam 3 kelompok, yaitu :

1. Komponen-komponen dengan perioda panjang (*Long Period Species*).
2. Komponen-komponen diurnal (satu kali pasang dan satu kali surut dalam sehari).
3. Komponen-komponen semi diurnal (dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari).

Dan ditambah komponen-komponen "perairan dangkal" yang ditimbulkan oleh adanya gesekan dasar perairan yang menyebabkan antar aksi pasut utama. Komponen pasut yang sampai sekarang sudah diketahui adalah lebih dari 100 buah komponen (Dronkers, J. J., 1964).

Tipe pasang surut yang timbul berbeda-beda tergantung pada tempat dimana pasut itu terjadi. P. Vander Stok (1987) mengadakan klasifikasi dari bentuk-bentuk pasut ini berdasarkan perbandingan antara jumlah amplitudo komponen-komponen diurnal K_1 dan O_1 dengan jumlah amplitudo komponen-komponen semi diurnal M_2 dan S_2 . Perbandingan ini dinyatakan dalam hubungan :

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2} \dots\dots\dots (1)$$

teknis pekerjaan rekayasa yang bersangkutan dan tidak dapat dipisahkan begitu saja dalam kaitannya dengan spesifikasi kedalaman, terutama untuk daerah yang tumpang alimye cukup besar pasang surut yang besarnya akan diberikan pada angka ukuran tegang dan muka surutan bejutan untuk menentukan besarnya koreksi titik-titik di dasar dan kedalaman titik-titik di dasar laut. Penelitian untuk

2.1.1.1. Karakteristik Pasang Surut

Secara garis besarnya, komponen-komponen pasang surut utama dapat dibagi dalam 3 kelompok, yaitu :

1. Komponen-komponen dengan periode panjang (Long Period Species).
2. Komponen-komponen diurnal (satu kali pasang dan satu kali surut dalam sehari).
3. Komponen-komponen semi diurnal (dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari).

Dan ditambah komponen-komponen "perlatan dangkal" yang ditimbulkan oleh adanya gesekan dasar perairan yang menyebabkan antar aksi pasang. Komponen pasang yang sangat rendah sudah diketahui adalah lebih dari 100 buah komponen (Dronkers, J. J., 1984).

Tipe pasang surut yang timbul berbeda-beda tergantung pada tempat dimana pasang itu terjadi. P. Vander Stoep (1987) membedakan klasifikasi dari bentuk-bentuk pasang ini berdasarkan perbandingan antara jumlah amplitudo komponen-komponen diurnal K₁ dan O₁ dengan jumlah amplitudo komponen semi diurnal M₂ dan S₂. Perbandingan ini dinyatakan dalam hubungan

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2} \quad (1)$$

Berdasarkan harga F ini, maka terbentuk tiga tipe pasut dan oleh Courtier (1938) ditambah menjadi empat tipe, yaitu :

$0 < F < 0,25$: pasut setengah harian (Semi Diurnal)

$0,25 < F < 1,50$: pasut campuran condong ke setengah harian

$1,50 < F < 3,00$: pasut campuran condong ke harian

$F > 3,00$: pasut harian (Diurnal)

Jenis, Nama dan Simbol Komponen-Komponen Pasut	Kecepatan Sudut (derajat/jam)	Periode (jam)
SEMI DIURNAL		
1. Principal Lunar (M_2)	28,9841	12,42
2. Principal Solar (S_2)	30,0000	12,00
3. Large Lunar Elliptic (N_2)	28,4397	12,66
4. Luni Solar (K_2)	30,0821	11,97
DIURNAL		
1. Luni Solar (K_1)	15,0411	23,33
2. Principal Lunar (O_1)	13,9430	25,82
3. Principal Solar (P_1)	14,9589	24,07
LONG PERIOD		
1. Lunar Fortnightly (M_f)	1,0980	327,82
2. Lunar Monthly (M_m)	0,5444	661,30
3. Solar Semi Annual (S_{sa})	0,0821	2191,43
SHALLOW WATER		
1. $2SM_2$	31,0161	11,61
2. MNS_2	27,4240	13,13
3. MK_3	44,0250	8,18
4. M_4	57,9680	6,21
5. MS_4	58,0840	6,20

Tabel 2.1: Komponen-Komponen Pasut Utama Dan Pasut Perairan Dangkal (Shallow Water Tide)

2.1.1.2. Bidang Referensi Pemeruman

Seluruh pengukuran vertikal dari 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 yakni:

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 pengamatan pasut diakhir hari pertama pemeruman atau sebelum survei dilaksanakan.
3. Di dalam teori suatu datum yang akan ditentukan :
 - a. Permukaan pasang surut tidak boleh lebih rendah dari *Chart Datum* sesuai ketentuan *International Hydrographic Organization*.
 - b. *Chart Datum* tidak akan menyebabkan kekhawatiran dari kedalaman air sehingga keamanan pelayaran terhadap posisi pemasangan jalur pipa untuk daerah yang bersangkutan dapat dipertanggungjawabkan.
 - c. *Chart Datum* harus harmonis dengan datum-datum yang berada pada daerah survei di sekitarnya.
4. Kebijakan dari *British Admiralty* yakni meletakkan *Chart Datum* kira-kira pada posisi LAT (*Lowest Astronomical Tide*). Di dalam buku pedoman pasut Admiralty No. 2, menyatakan bahwa *Chart Datum* berada 0,3 feet di bawah prediksi pasut terendah.

Sedangkan Duduk Tengah (*Mean Sea Level*) adalah bidang referensi untuk ketinggian titik-titik di darat yang merupakan kedudukan rata-rata dari permukaan

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

1. Jika memungkinkan Datum Permukaan dengan Chart Datum.
2. Jika penentuan Chart Datum akan memakan waktu yang lama, maka datum yang berbeda harus dibangun dan pengamatan pasang diakhiri hari pertama pemertaman atau sebelum survei dilaksanakan.
3. Di dalam teori suatu datum yang akan ditentukan :
 - a. Permukaan pasang surut tidak boleh lebih rendah dari Chart Datum sesuai ketentuan International Hydrographic Organization.
 - b. Chart Datum tidak akan menyebabkan ketidakakuratan dan kedalaman air sehingga keamanan pelayaran terhadap posisi pemasangan jalur pipa untuk daerah yang bersangkutan dapat dipertanggungjawabkan.
 - c. Chart Datum harus harmonis dengan datum-datum yang berbeda pada daerah survei di sekitarnya.
4. Keljakan dari British Admiralty yakni menetapkan Chart Datum kira-kira pada posisi LAT (Lowest Astronomical Tide). Di dalam buku pedoman pasang Admiralty No. 2, menyatakan bahwa Chart Datum pada 0,3 feet di bawah predikisi pasang rendah.

Sedangkan Dubuk Tengah (Mean Sea Level) adalah bidang referensi untuk ketinggian titik-titik di darat yang merupakan kedudukan rata-rata dari permukaan

laut, dan dari Duduk Tengah inilah dapat ditentukan nilai Datum Perum atau *Chart Datum*. Duduk tengah dapat diklasifikasikan berdasarkan selang waktu pengamatannya, yaitu umumnya sebagai berikut :

1. Duduk Tengah Sementara (DTS) :
 - a. DTS 39 jam, yaitu duduk tengah yang didapatkan dari pengamatan pasut selama 39 jam.
 - b. DTS Setengah Bulanan, yaitu duduk tengah yang didapatkan dari pengamatan pasut selama 15 piantan (1 piantan = 24 jam 50 menit)
 - c. DTS Bulanan, yaitu duduk tengah yang didapatkan dari pengamatan pasut selama 29 piantan.
2. Duduk Tengah Sejati; yaitu duduk tengah yang didapatkan dari pengamatan pasut selama 18,61 tahun terus-menerus dan merupakan duduk tengah yang paling ideal.

Hasil pengamatan pasang surut menghasilkan beberapa definisi dari suatu permukaan referensi yakni antara lain:

- a. *Mean Sea Level (MSL)* atau Duduk Tengah adalah muka laut rata-rata pada suatu periode pengamatan yang panjang, sebaiknya selama 18,6 tahun.
- b. *Mean Tide Level (MTL)* adalah rata-rata antara air tinggi dan air rendah pada suatu periode waktu.
- c. *Mean High Water (MHW)* adalah tinggi air rata-rata pada semua pasang tinggi.
- d. *Mean Low Water (MLW)* adalah tinggi air rata-rata pada semua surut rendah.
- e. *Mean Higher High Water (MHHW)* adalah tinggi rata-rata pasang tertinggi dari dua air tinggi harian pada suatu periode waktu yang panjang. Jika

dan dari Dreduk Tengah ini dapat ditentukan nilai Datum Perum atau Chart Datum. Dreduk tengah dapat diklasifikasikan berdasarkan selang waktu pengamatannya, yaitu umumnya sebagai berikut :

1. Dreduk Tengah Sementara (DTS) :

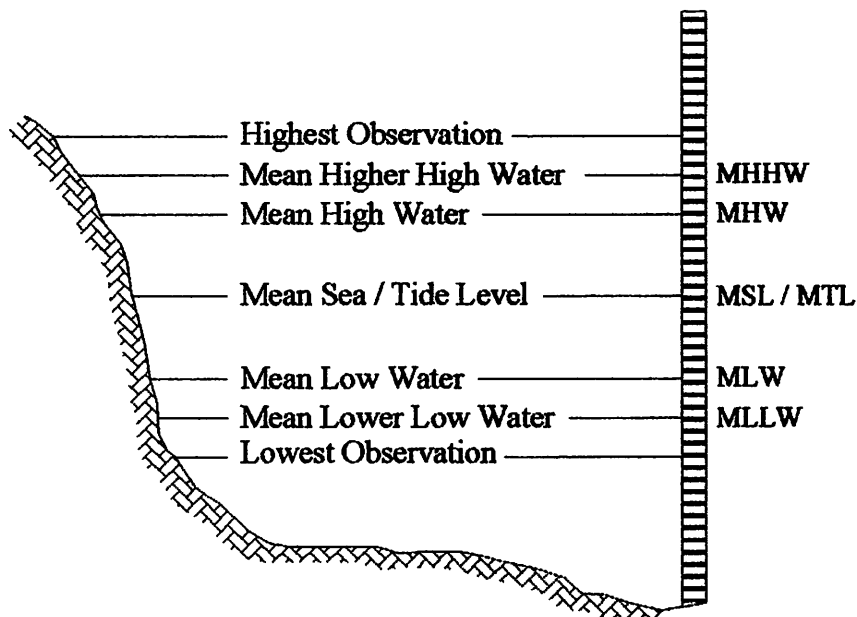
- a. DTS 36 jam, yaitu dreduk tengah yang didapatkan dari pengamatan pasut selama 36 jam
- b. DTS Setengah Bulanan, yaitu dreduk tengah yang didapatkan dari pengamatan pasut selama 15 piasutan (1 piasutan = 24 jam 50 menit)
- c. DTS Bulanan, yaitu dreduk tengah yang didapatkan dari pengamatan pasut selama 26 piasutan.

2. Dreduk Tengah Tetap yaitu dreduk tengah yang didapatkan dari pengamatan pasut selama 18,61 tahun terus-menerus dan merupakan dreduk tengah yang paling ideal.

Hasil pengamatan pasang surut menghasilkan beberapa definisi dan suatu permukaan referensi yakni antara lain:

- a. Mean Sea Level (MSL) atau Dreduk Tengah adalah muka laut rata-rata pada suatu periode pengamatan yang panjang, biasanya selama 18,6 tahun.
- b. Mean Tide Level (MTL) adalah rata-rata antara air tinggi dan air rendah pada suatu periode waktu.
- c. Mean High Water (MHW) adalah tinggi air rata-rata pada semua pasang tinggi.
- d. Mean Low Water (MLW) adalah tinggi air rata-rata pada semua surut rendah.
- e. Mean Higher High Water (MHHW) adalah tinggi rata-rata pasang tertinggi dari dua air tinggi harian pada suatu periode waktu yang panjang. Jika

hanya satu air tinggi terjadi pada satu hari, maka air tinggi tersebut diambil sebagai air tinggi tertinggi.



Gambar 2.1: Bidang Referensi Vertikal

- f. **Mean Lower High Water (MLHW)** adalah tinggi rata-rata air terendah dari dua air tinggi harian pada suatu periode waktu yang panjang. Hal ini tidak akan terjadi untuk pasut harian (diurnal).
- g. **Mean Higher Low Water (MHLW)** adalah tinggi rata-rata air tertinggi dari dua air rendah harian pada suatu periode waktu yang panjang. Hal ini tidak akan terjadi pada pasut diurnal.
- h. **Mean Lower Low Water (MLLW)** adalah tinggi rata-rata air terendah dari dua air rendah harian pada suatu periode waktu yang panjang. Jika hanya satu air rendah terjadi pada satu hari, maka harga air rendah tersebut diambil sebagai air rendah terendah.
- i. **Mean High Water Springs (MHWS)** adalah tinggi rata-rata dari dua air tinggi berturut-turut selama periode pasang purnama, yaitu jika tunggang (*Range*) pasut itu tertinggi.

- j. *Mean Low Water Springs (MLWS)* adalah tinggi rata-rata yang diperoleh dari dua air rendah berturut-turut selama periode pasang purnama.
- k. *Mean High Water Neaps (MHWN)* adalah tinggi rata-rata dari dua air tinggi berturut-turut selama periode pasut perbani (*Neap Tides*), yaitu jika tunggang (*Range*) pasut paling kecil.
- l. *Mean Low Water Neaps (MLWN)* adalah tinggi rata-rata yang dihitung dari dua air rendah berturut-turut selama periode pasut perbani.
- m. *Highest Astronomical Tide (HAT) / Lowest Astronomical Tide (LAT)* adalah permukaan laut tertinggi/terendah yang dapat diramalkan terjadi di bawah pengaruh keadaan meteorologis rata-rata dan kombinasi keadaan astronomi. Permukaan ini tidak akan dicapai pada setiap tahun. HAT dan LAT bukan permukaan laut yang ekstrim yang dapat terjadi, *storm surges* mungkin saja dapat menyebabkan muka laut yang lebih tinggi dan lebih rendah.

Secara umum permukaan (level) di atas dapat dihitung dari peramalan satu tahun. Harga HAT dan LAT dihitung dari data beberapa tahun.
- n. *Mean Range (Tunggang Rata-Rata)* adalah perbedaan tinggi rata-rata antara MHW dan MLW.
- o. *Mean Spring Range* adalah perbedaan tinggi antara MHWS dan MLWS.
- p. *Mean Neap Range* adalah perbedaan tinggi antara MHWN dan MLWN.

2.1.1.3. Pengolahan Data Pengamatan Pasut

Pengolahan data pengamatan pasut 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 metoda yang

dapat digunakan untuk pengolahan data pengamatan pasang surut laut yakni antara lain :

- Metoda Admiralty
- Metoda Least Square
- Metoda Deret Fourier

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

1. Kedudukan Duduk Tengah selama pengamatan.
2. Amplitudo dan kelambatan fasa dari konstanta-konstanta harmonik pasut.

Hanya bedanya di sini adalah, bahwa metoda Admiralty yang hanya dapat digunakan untuk mengolah data pengamatan pasut dari pengamatan selama 15 atau 29 piantan, seperti halnya pada metoda Deret Fourier, hanya menghasilkan amplitudo dan kelambatan fasa dari 9 konstanta harmonik pasut (K_1 , O_1 , P_1 , M_2 , S_2 , N_2 , K_2 , M_4 , dan MS_4), sedangkan dengan metoda Deret Fourier didapatkan amplitudo dan kelambatan fasa dari 24 konstanta harmonik pasut. Sedangkan dengan metoda Least Square, disamping dapat diolah data pengamatan dari berbagai selang waktu pengamatan yang tidak terbatas, juga dapat dihasilkan amplitudo dan kelambatan fasa dari semua konstanta harmonik pasut yang ada ataupun diinginkan.

2.1.2. Pemeruman

Dalam survei batimetri, pemeruman adalah penentuan kedalaman titik-titik tertentu yang berada di permukaan dasar laut atau benda apa saja yang berada di atasnya terhadap permukaan air laut, beserta posisi horisontalnya. Kedalaman titik-titik tersebut direduksi terhadap muka surutan (*Chart Datum*). Beberapa

cepat digunakan untuk pengolahan data pengamatan pasang surut laut yakni

antara lain :

- Metode Admiralty
- Metode Least Square
- Metode Deret Fourier

Mengenal besaran-besaran yang dibagikan dari hasil pengolahan data pengamatan pasang surut ini, maka pada akhirnya 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 harmonik pasang

Hanya bedanya di sini adalah, bahwa metode Admiralty yang hanya dapat digunakan untuk pengolahan data pengamatan pasang surut selama 12 atau 24 jam, seperti halnya pada metode Deret Fourier, hanya menghasilkan amplitudo dan kelambatan fase dari 9 konstanta harmonik pasang ($K_1, O_1, P_1, M_2, S_2, N_2, K_2, M_2$ dan MS_2) sedangkan dengan metode Deret Fourier dibagikan amplitudo dan kelambatan fase dari 24 konstanta harmonik pasang. Sedangkan dengan metode Least Square, dibanding dapat diolah data pengamatan dari berbagai selang waktu pengamatan yang tidak terbatas, juga dapat dihasilkan amplitudo dan kelambatan fase dari semua konstanta harmonik pasang yang akan digunakan.

3.1.2. Perencanaan

Dalam survei bathimetri, perencanaan adalah penentuan kedudukan titik-titik tertentu yang berada di permukaan dasar laut atau benda apa saja yang berada di atasnya terhadap permukaan air laut, beserta posisi horizontalnya. Kedudukan titik-titik tersebut direduksi terhadap muka surutasi (Open Datum). Beberapa

faktor yang perlu diperhatikan dalam pemeruman antara lain: spasi atau jarak antar jalur, arah jalur yang akan dilalui, kecepatan kapal, dan skala survei.

1. Spasi atau Jarak antar Jalur

Spasi antar jalur dibangun dengan ketentuan: bahwa ukuran sudut pancaran gelombang suara yang meliputi dasar laut tergantung pada lebar dan kedalamannya. Sehingga memungkinkan terjadinya overlap pemeruman pada daerah yang dalam dengan spasi jalur yang sama untuk seluruh daerah.

2. Arah Jalur Pemeruman

Arah jalur pemeruman sangat penting agar menghasilkan garis kontur kedalaman yang akurat. Biasanya ditambahkan pemeruman melintang (*crossing*) untuk mencegah terjadinya sudut lancip pada garis kontur yang terlalu berdekatan.

3. Kecepatan Kapal

Mengatur kecepatan kapal dalam memanfaatkan kemampuan maksimumnya ditentukan oleh beberapa faktor:

- a. Keamanan navigasi.
- b. Interval antar fix.
- c. Frekuensi pengulangan pulsa echosounder.
- d. Kondisi laut.

Penjelasan tentang pengukuran kedalaman laut dan penentuan posisi horisontal akan dijelaskan di sub-bab berikutnya.

2.1.2.1. Pengukuran Kedalaman Laut

Dalam survei batimetri obyek yang akan ditentukan posisinya adalah permukaan dasar laut. Biasanya posisi horisontal kapal ditentukan dahulu kemudian ditentukan kedalaman antara kapal dengan permukaan dasar laut. Dalam survei hidrografi modern, kedalaman ditentukan dari pengamatan waktu

faktor yang perlu diperhatikan dalam permainan antara lain: posisi jarak antar jalur, arah jalur yang akan dilalui, kecepatan kapal, dan skala survei.

1. Posisi atau Jarak antar Jalur

Posisi antar jalur dibangun dengan ketentuan bahwa ukuran sudut pancaran gelombang suara yang meliputi dasar laut tergantung pada lebar dan kedalamannya. Sehingga memungkinkan terjadinya overlap permainan pada daerah yang dalam dengan posisi jalur yang sama untuk seluruh daerah.

2. Arah Jalur Permainan

Arah jalur permainan sangat penting agar menghasilkan garis kontur kedalaman yang akurat. Biasanya dilakukan permainan melintang (crossing) untuk mencegah terjadinya sudut lancip pada garis kontur yang terjadi berdekatan.

3. Kecepatan Kapal

Mengatur kecepatan kapal dalam memanfaatkan kemampuan maksimumnya ditentukan oleh beberapa faktor:

- Keamanan navigasi.
- Interval antara fix.
- Frekuensi pengulangan pulsa echosounder.
- Kondisi laut.

Penjelasan tentang pengukuran kedalaman laut dan penentuan posisi horizontal akan dijelaskan di sub-bab berikutnya.

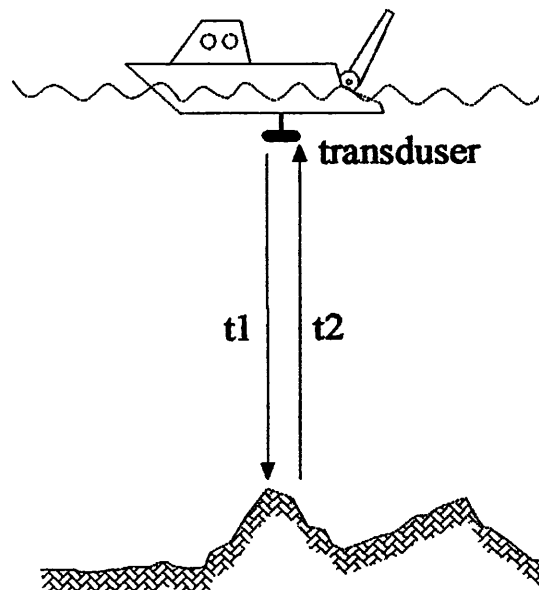
2.1.2.1. Pengukuran Kedalaman Laut

Dalam survei bathimetri objek yang akan ditentukan posisinya adalah permukaan dasar laut. Biasanya posisi horizontal kapal ditentukan dahulu kemudian ditentukan kedalaman antara kapal dengan permukaan dasar laut. Dalam survei hidrografi modern, kedalaman ditentukan dari pengamatan waktu

perjalanan gelombang akustik di dalam air. Pulsa akustik yang dipancarkan oleh transduser dan menjalar melalui kolom air kemudian dipantulkan kembali oleh permukaan dasar laut ke *hydrophone*. Kedalaman laut dihitung dari pengukuran waktu perjalanan (ΔT). (Lihat gambar 2.2.)

$$\text{Kedalaman (D)} = C \cdot \frac{\Delta T}{2} = C \cdot \frac{(t_1 + t_2)}{2} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana C adalah kecepatan gelombang suara dalam air.



Gambar 2.2: Waktu Tempuh Gelombang Suara

Perbedaan frekuensi pulsa akan berpengaruh terhadap kemampuan kerja alat perum gema. Frekuensi pulsa yang biasa digunakan berkisar 1 kHz sampai 300 kHz. Secara umum, frekuensi pulsa yang digunakan dibedakan menjadi tiga kategori, yaitu:

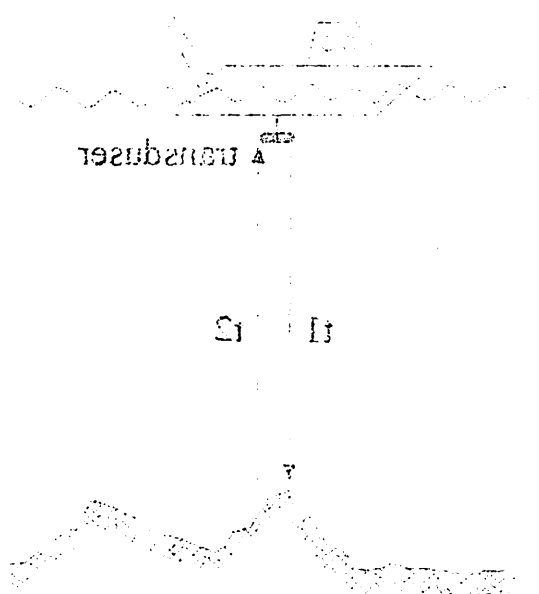
Pulsa frekuensi rendah (< 15 kHz) dapat menyampaikan energinya hingga jarak yang jauh. Perambatan energi pulsa ini tidak cepat diserap oleh material-material yang terkandung di dalam air sehingga mampu menembus kedalaman yang jauh sampai ke dasar laut. Pulsa dengan frekuensi rendah ini cocok digunakan untuk pengukuran di perairan yang dalam.

digunakan untuk pengukuran di perairan yang dalam.

yang jauh sampai ke dasar laut. Pulsa dengan frekuensi rendah ini cocok material yang terkandung di dalam air sehingga mampu menembus kedalaman jarak yang jauh. Pemampatan energi pulsa ini tidak cepat diserap oleh material- Pulsa frekuensi rendah (< 10 KHz) dapat menyebarkan energinya hingga kategori, yaitu:

300 KHz. Secara umum, frekuensi pulsa yang digunakan dibedakan menjadi tiga alat perum gama. Frekuensi pulsa yang biasa digunakan berkisar 1 KHz sampai Perbedaan frekuensi pulsa akan berpengaruh terhadap kemampuan kerja

Gambar 3.2: Waktu Tempuh Gelombang Suara



Dimana C adalah kecepatan gelombang suara dalam air

$$(c) \dots\dots\dots \text{Kedalaman (D)} = C \cdot \frac{t}{2} = C \cdot \frac{(t_1 + t_2)}{2}$$

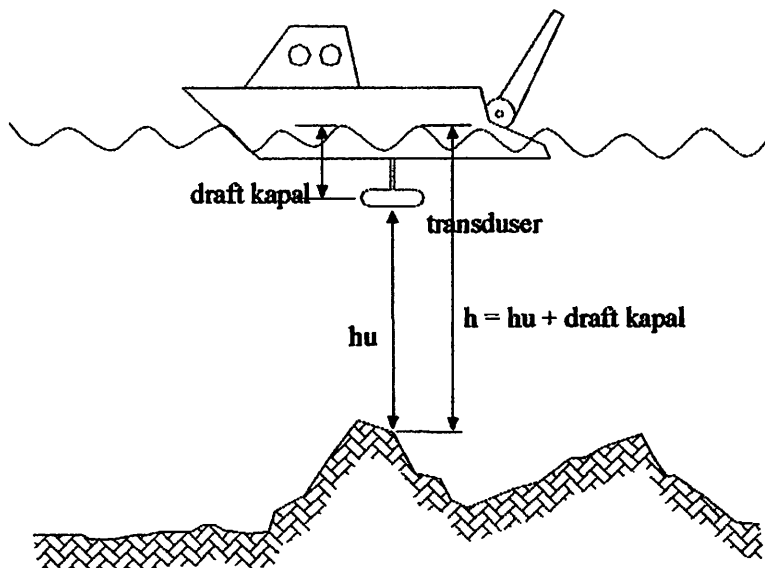
waktu perjalanan (t). (Lihat gambar 3.2.)

bermukaan dasar laut ke hydrophone. Kedalaman laut dihitung dari pengukuran transduser dan menerima melalui kolom air kemudian dipantulkan kembali oleh permukaan gelombang akustik di dalam air. Pulsa akustik yang dipancarkan oleh

Pulsa menengah (15 kHz – 50 kHz).

Sedangkan pulsa dengan frekuensi tinggi (> 50 kHz), energinya akan cepat diserap oleh material-material yang terkandung di dalam air, sehingga energi pulsa tersebut tidak memungkinkan untuk menembus sampai kedalaman yang jauh. Pulsa dengan frekuensi tinggi cocok digunakan pada pengukuran di perairan yang dangkal.

Ketelitian terhadap perekaman waktu perjalanan pulsa gelombang akustik tergantung kepada kecepatan gelombang suara (*sound velocity*). Kalibrasi dapat dilakukan dengan cara merendahkan target untuk mengatur kedalaman di bawah transduser dan mengatur kecepatan motor agar memperoleh ketepatan jarak target tersebut. Metode ini disebut dengan *bar check*. *Sound velocity* dapat diukur secara langsung menggunakan *velocimeter* atau dihitung dari informasi salinitas dan suhu air laut. Biasanya kecepatan gelombang suara diasumsikan sebesar 1500 m.s^{-1} .



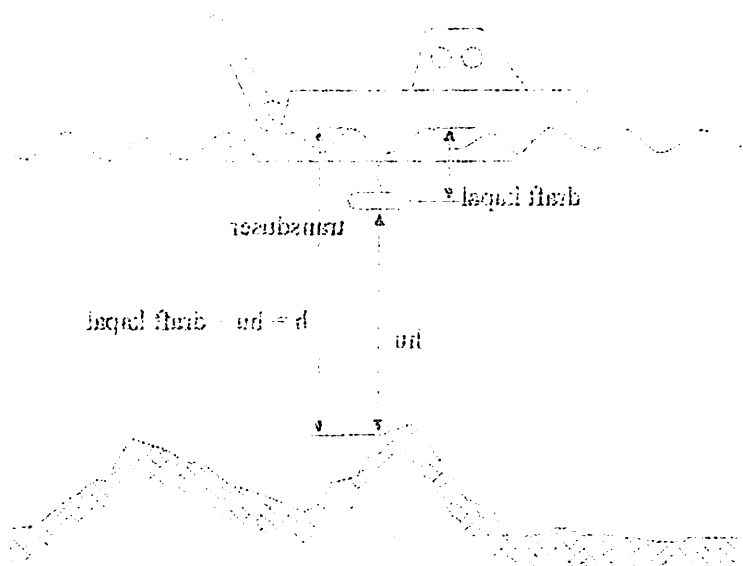
Gambar 2.3: Nilai Kedalaman Sebenarnya (h)

Kedalaman yang dihasilkan dari pemeruman merupakan kedalaman air dari transduser ke permukaan dasar laut. Untuk mendapatkan nilai kedalaman yang

Pulsa menengah (15 KHz – 50 KHz).

Sedangkan pulsa dengan frekuensi tinggi (> 50 KHz), energinya akan cepat diserap oleh material-material yang terkandung di dalam air sehingga energi pulsa tersebut tidak memungkinkan untuk menembus sampai kedalaman yang jauh. Pulsa dengan frekuensi tinggi cocok digunakan pada pengukuran di perairan yang dangkal.

Ketelitian terhadap batokaman waktu perjalanan pulsa gelombang akustik tergantung kepada kecepatan gelombang suara (sound velocity). Kalibrasi dapat dilakukan dengan cara menempatkan target untuk mengukur kedalaman di bawah transduser dan mengukur kecepatan motor agar memperoleh ketepatan jarak target tersebut. Metode ini disebut dengan *par check*. Sound velocity dapat diukur secara langsung menggunakan velocimeter atau dihitung dari informasi salinitas dan suhu air laut. Biasanya kecepatan gelombang suara disamakan sebesar 1500 m/s.



Gambar 2.3: Nilai Kedalaman Sebanarnya (h)

Kedalaman yang dihasilkan dari batokaman merupakan kedalaman air dari transduser ke permukaan dasar laut. Untuk mendapatkan nilai kedalaman yang

sebenarnya (h) maka kedalaman air hasil ukuran (hu) ditambahkan nilai kedalaman transduser, yakni jarak dari permukaan air laut ke ujung transduser. (Lihat gambar 2.3.)

$$\text{Kedalaman sebenarnya (h)} = h_u + \text{kedalaman transduser} \dots\dots\dots (7)$$

dengan:

h_u = nilai kedalaman dari transduser ke permukaan dasar laut

2.1.2.2. Penentuan Posisi Horizontal Titik Fix

Untuk mengetahui posisi kedalaman titik-titik perum, perlu dilaksanakan pengukuran atau penentuan posisi untuk titik-titik sounding tersebut. Penentuan posisi biasanya dilakukan secara periodik sepanjang lajur perum dan titik-titik yang ditentukan posisinya (secara periodik) itu disebut titik Fix Perum. Fix Perum inilah yang ditentukan posisinya dengan metode penentuan posisi, sedangkan titik-titik lainnya diantara titik-titik Fix Perum tersebut dapat ditentukan dengan cara interpolasi dari titik-titik Fix Perum tersebut.

Penentuan posisi titik-titik Fix Perum biasanya dilakukan dengan cara mengikatkan ke titik-titik yang ada di darat. Pada prinsipnya penentuan titik-titik Fix Perum itu dapat pula tanpa menggunakan titik-titik di darat, melainkan menggunakan metode satelit, misalnya dengan motoda GPS.

Titik Fix perum mempunyai informasi tentang posisi horisontal dan kedalaman yang teramati pada saat bersamaan. Penentuan posisi horisontal titik-titik fix merupakan penentuan posisi dinamis dari kapal survei yang sedang bergerak pada jalur survei yang ditentukan. Umumnya, penentuan posisi suatu titik di laut ditentukan secara relatif terhadap titik yang lain yang telah diketahui posisinya. Berbagai macam metode penentuan posisi di laut dapat dilakukan misalnya dengan metode pengikatan ke muka, pengikatan ke belakang,

misalnya dengan metode pengikatan ke muka, pengikatan ke belakang, posisinya. Berbagai macam metode penentuan posisi di laut dapat dilakukan titik di laut ditentukan secara relatif terhadap titik yang lain yang telah diketahui bergerak pada jalur survei yang ditentukan. Umumnya, penentuan posisi suatu titik-titik fix merupakan penentuan posisi dengan data kapal survei yang sedang kedalaman yang teramati pada saat bersamaan. Penentuan posisi horizontal titik Fix perum mempunyai informasi tentang posisi horizontal dan menggunakan metode satelit, misalnya dengan metode GPS.

Fix Perum itu dapat pula tanpa menggunakan titik-titik di darat, melainkan mengikatkan ke titik-titik yang ada di darat. Pada prinsipnya penentuan titik-titik Penentuan posisi titik-titik Fix Perum biasanya dilakukan dengan cara cara interpolasi dari titik-titik Fix Perum tersebut.

titik-titik lainnya diantara titik-titik Fix Perum tersebut dapat ditentukan dengan inisialisasi yang ditentukan posisinya dengan metode penentuan posisi, sedangkan yang ditentukan posisinya (secara periodik) itu disebut titik Fix Perum. Fix Perum posisi biasanya dilakukan secara periodik sepanjang jalur perum dan titik-titik pengukuran atau penentuan posisi untuk titik-titik sounding tersebut. Penentuan Untuk mengetahui posisi kedalaman titik-titik perum, perlu dilaksanakan

2.4.2.2. Penentuan Posisi Horizontal Titik Fix

$nu =$ nilai kedalaman dan transduser ke permukaan dasar laut

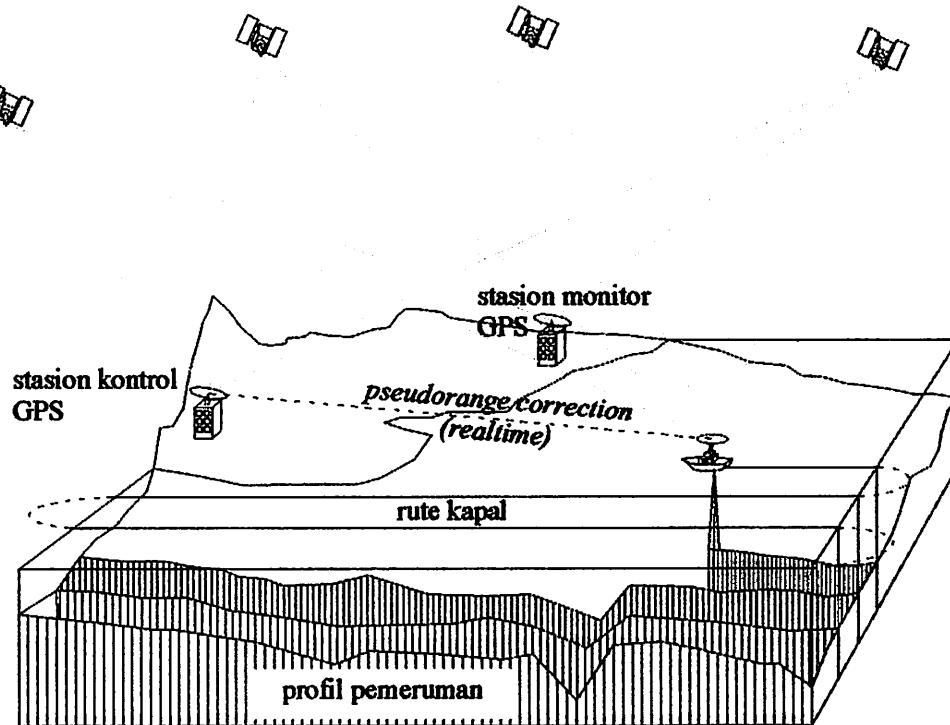
dengan:

Kedalaman sebenarnya (n) = $nu +$ kedalaman transduser (7)

(Lihat gambar 2.3.)

Kedalaman transduser yakni jarak dari permukaan air laut ke ujung transduser sebenarnya (n) maka kedalaman air hasil ukuran (nu) dikurangkan nilai

hiperbola, triangulasi, trilaterasi, dan metode yang saat ini umum dipakai adalah dengan menggunakan satelit navigasi *Global Positioning System (GPS)*.

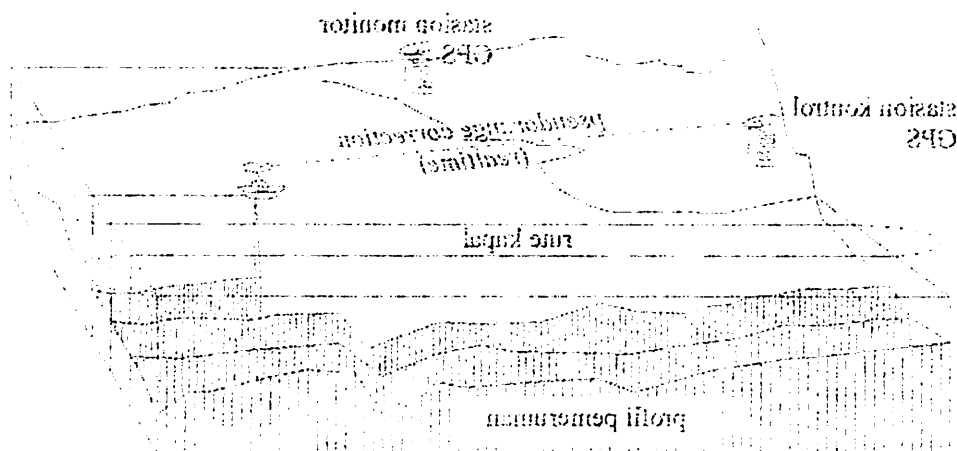


Gambar 2.4: Penentuan Posisi Horisontal dan Kedalaman Titik Fix

GPS adalah sistem radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. GPS menyediakan kode sinyal satelit khusus yang dapat diproses di *receiver* GPS, antara lain menghitung posisi, kecepatan sinyal (*velocity*), dan waktu. Sedikitnya dibutuhkan 4 sinyal satelit untuk menentukan posisi tiga dimensi (x, y, z) dan offset waktu (t) pada jam receiver.

Peralatan yang terkait dengan proses pengamatan titik fix adalah peralatan penentuan posisi dan peralatan pengukur kedalaman. Pada proses pengambilan datanya, kedua alat tersebut harus secara bersamaan melakukan pengamatan. Hal ini disebabkan oleh kondisi dinamis dari wahana kapal yang membawa kedua peralatan tersebut. Pergerakan kapal dengan kecepatan tertentu harus

trigonometri, triangulasi, theodolite, dan metode yang saat ini umum dipakai adalah dengan menggunakan satelit navigasi Global Positioning System (GPS).

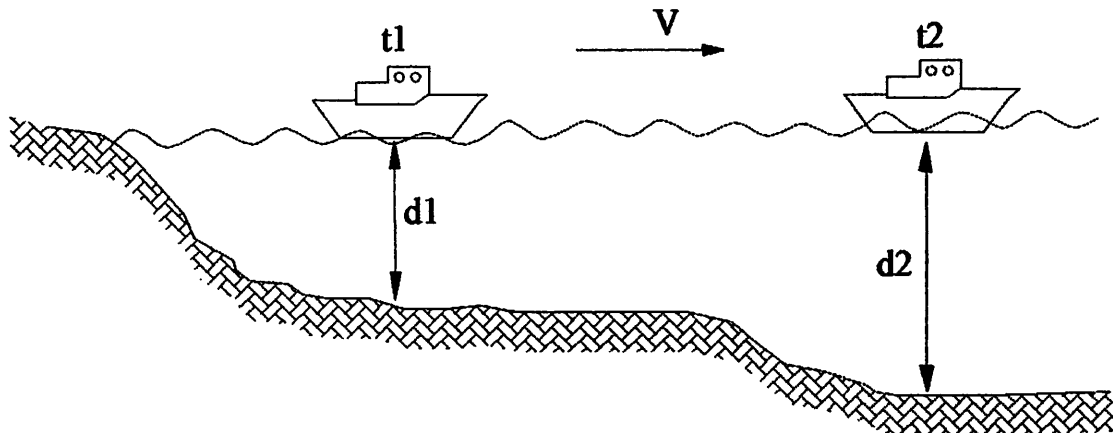


Gambar 2.4: Penentuan Posisi Horizontal dan Kedalaman Titik Fix

GPS adalah sistem radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. GPS menyediakan kode sinyal satelit khusus yang dapat diproses di receiver GPS, antara lain menghitung posisi, kecepatan sinyal (velocity), dan waktu. Sedangkan dibutuhkan 4 sinyal satelit untuk menentukan posisi tiga dimensi (x, y, z) dan offset waktu (t) pada jam receiver.

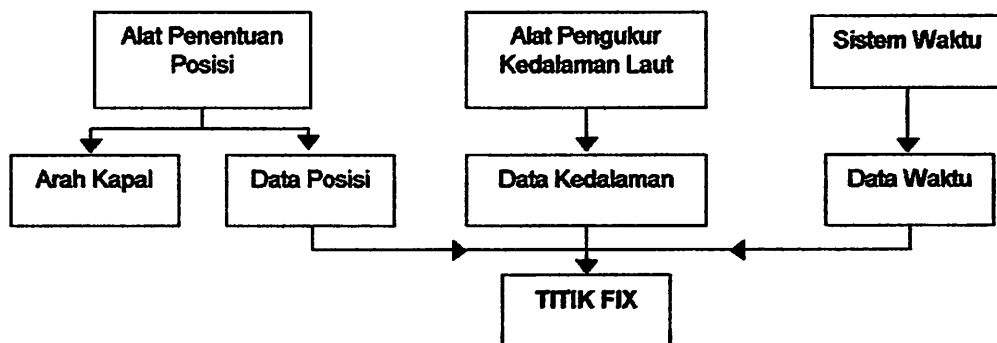
Peralatan yang terkait dengan proses pengamatan titik fix adalah peralatan penentuan posisi dan peralatan pengukur kedalaman. Pada proses pengamatan data yang harus diperhatikan adalah secara bersama melakukan pengamatan. Hal ini disebabkan oleh kondisi dinamis dari wahana kapal yang membawa kedua peralatan tersebut. Pergerakan kapal dengan kecepatan tertentu harus

mengikuti pola sounding yang telah direncanakan. Pola sounding yang dimaksud yakni pola sounding paralel.



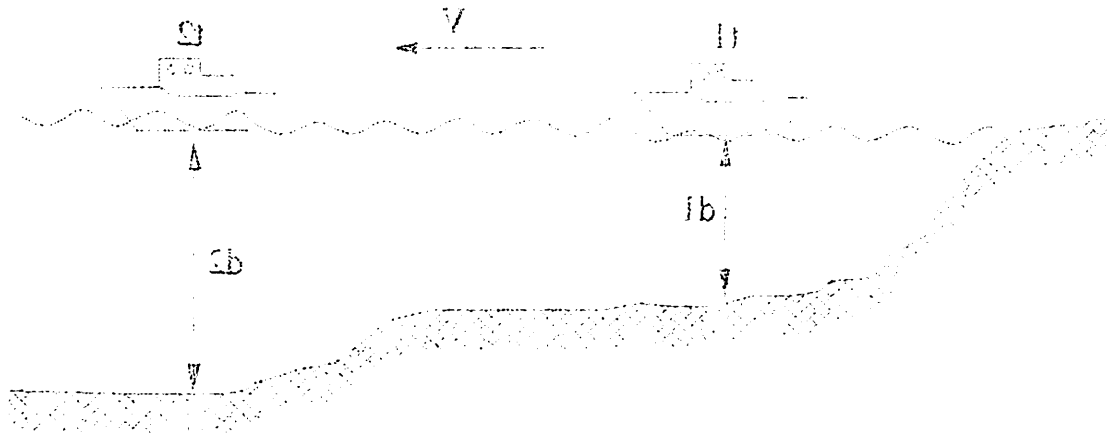
Gambar 2.5: Perbedaan Nilai Kedalaman (d_1 dan d_2) Pada Waktu (t_1 dan t_2)

Di dalam sistem penentuan posisi dan pengukur kedalaman, jika terjadi delay waktu antara data posisi dengan data kedalaman di satu titik fix, akan mengakibatkan kesalahan posisi data titik fix tersebut. Pada saat t_1 , kapal melakukan pengamatan titik fix. Titik fix yang seharusnya teramati yaitu titik fix yang mempunyai posisi pada saat t_1 dan kedalaman d_1 . Tetapi jika terjadi delay waktu (kesalahan) pada saat pengamatan, maka posisi yang terukur adalah posisi pada saat t_1 , sedangkan kedalaman yang terukur adalah d_2 yaitu kedalaman yang teramati pada saat t_2 . Makin besar nilai Δt , nilai kebenaran titik fix yang teramati semakin kecil.



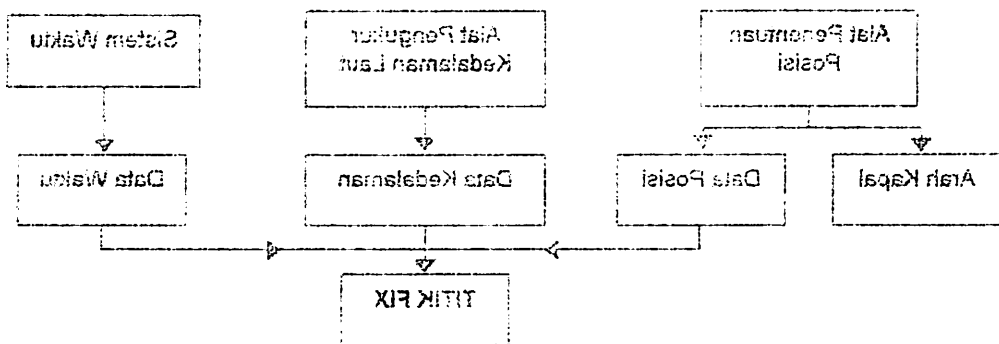
Gambar 2.6: Sistem Penentuan Titik Fix

menyikuti pola sounding yang telah direkamkan. Pola sounding yang dimaksud yakni pola sounding paralel.



Gambar 2.5: Perbedaan Nilai Kedalaman (d_1 dan d_2) Pada Waktu (t_1 dan t_2)

Di dalam sistem penentuan posisi dan pengukur kedalaman, jika terjadi delay waktu antara data posisi dengan data kedalaman di satu titik fix, akan mengakibatkan kesalahan posisi data titik fix tersebut. Pada saat t_1 , kapal melakukan pengamatan titik fix. Titik fix yang seharusnya teramat yaitu titik fix yang mempunyai posisi pada saat t_1 dan kedalaman d_1 . Tetapi jika terjadi delay waktu (kesalahan) pada saat pengamatan, maka posisi yang terukur adalah posisi pada saat t_2 , sedangkan kedalaman yang terukur adalah d_1 yaitu kedalaman yang teramat pada saat t_2 . Makin besar nilai Δt , nilai kebenaran titik fix yang teramat semakin kecil.

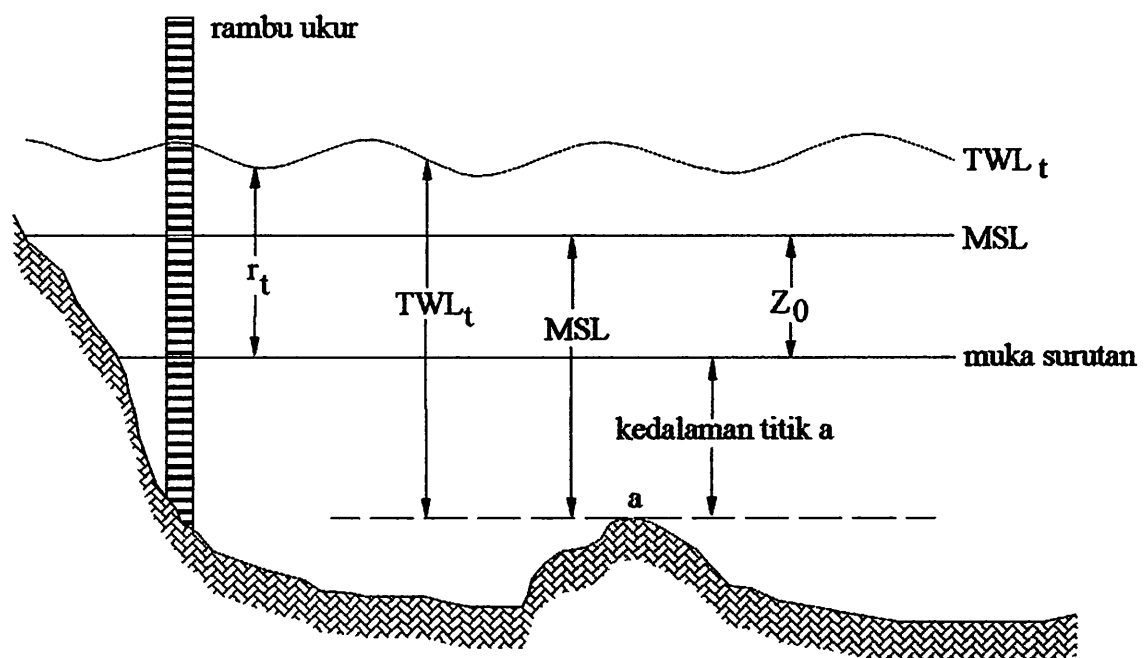


Gambar 2.6: Sistem Penentuan Titik Fix

Kesalahan diatas dapat terjadi jika data posisi dan data kedalaman tidak diamati pada saat yang bersamaan. Ketidaksesuaian waktu dalam pengambilan kedua data tersebut dapat terjadi jika kedua sistem peralatan tersebut, yaitu peralatan penentuan posisi dan peralatan pengukur kedalaman belum diintegrasikan menjadi satu sistem.

2.1.2.3. Reduksi Data Ukuran Kedalaman

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.



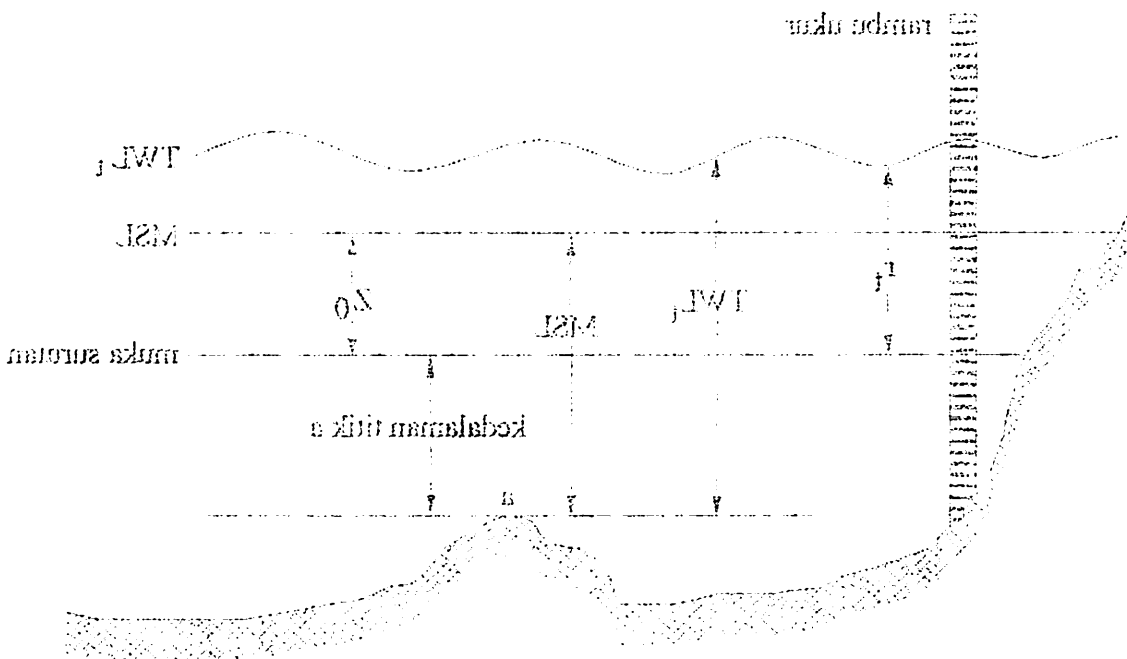
Gambar 2.7: Reduksi Pasut Permukaan Air Laut

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 argumen untuk mendapatkan muka surutan. Ketiga hal tersebut

Kesalahan data dapat terjadi jika data posisi dan data kedalaman tidak diambil pada saat yang bersamaan. Ketidakeakuratan waktu dalam pengambilan kedua data tersebut dapat terjadi jika kedua sistem peralatan tersebut, yaitu peralatan penentuan posisi dan peralatan pengukur kedalaman belum disinkronkan menjadi satu sistem.

2.1.2.3. Reduksi Data Ukuran Kedalaman

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



Gambar 2.7: Reduksi Pasang Permukaan Air Laut

Besarnya reduksi terhadap kedalaman suatu titik pada saat pengukuran ditentukan oleh besarnya pasang, yaitu kedudukan permukaan laut pada saat pengukuran, disebut tengah atau permukaan laut rata-rata (mean sea level), sering harga Δ , yaitu argumen untuk mendapatkan muka surutan. Ketiga hal tersebut

diperoleh melalui pengamatan pasut laut yang terus-menerus selama survei. (Lihat gambar 2.7.)

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

$$r_t = (TWL_t - MSL + Z_0) \dots\dots\dots (8)$$

dengan:

r_t = besarnya reduksi pasut yang diberikan kepada hasil pengukuran kedalaman pada waktu- t s

TWL_t = kedudukan permukaan laut sesungguhnya (*true water level*) pada waktu- t .

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

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

2.2. Investigasi Keadaan Dasar Laut

Dalam survei hidrografi, penelitian keadaan dasar laut dilakukan untuk mendapatkan gambaran yang lebih pasti dan menyeluruh tentang keadaan dasar laut dan obyek-obyek yang berada di bawah, pada ataupun di atasnya dalam daerah survei tersebut, disamping gambaran yang didapatkan dari hasil pemerumannya. Penelitian keadaan dasar laut perlu dilakukan mengingat bahwa gambaran keadaan dasar laut yang didapatkan dari hasil pemeruman hanyalah berupa profil permukaan dasar laut sepanjang lajur perum, dan tidak memberikan informasi tentang keadaan dasar laut dan obyek-obyek di antara lajur-lajur perum tersebut, apalagi obyek-obyek yang berada di bawah dasar lautnya. Sistem pengamatan dasar laut yang umum digunakan dalam pekerjaan rekayasa laut dalam akan dijelaskan sebagai berikut.

diperoleh melalui pengamatan pasang laut yang terus-menerus selama survei.

(Lihat gambar 2.7.)

Secara singkat, besarnya reduksi pasang laut untuk mendapatkan kedalaman laut ukuran terhadap muka surutan pada waktu t dapat ditulis sebagai berikut:

$$t = (TWL - MSL + \Sigma\delta) \quad (2)$$

dengan:

t = besarnya reduksi pasang laut yang diberikan kepada hasil pengukuran

kedalaman pada waktu- t

TWL = kedudukan permukaan laut sesungguhnya (true water level)

pada waktu- t

MSL = kedudukan permukaan laut rata-rata (mean sea level).

$\Sigma\delta$ = kedalaman muka surutan (chart datum) di bawah MSL .

2.2. Investigasi Keadaan Dasar Laut

Dalam survei hidrografi, penelitian keadaan dasar laut dilakukan untuk mendapatkan gambaran yang lebih pasti dan menyeluruh tentang keadaan dasar laut dan objek-objek yang berada di bawah, pada ataupun di atasnya dalam daerah tersebut, disamping gambaran yang didapatkan dari hasil pemeriksaannya. Penelitian keadaan dasar laut perlu dilakukan mengingat bahwa gambaran keadaan dasar laut yang didapatkan dari hasil pemeriksan hanyalah berupa profil permukaan dasar laut sepanjang jalur perum, dan tidak memberikan informasi tentang keadaan dasar laut dan objek-objek di antara jalur-jalur perum tersebut, sebagai objek-objek yang berada di bawah dasar lautnya. Sistem pengamatan dasar laut yang umum digunakan dalam pekerjaan rekayasa laut dalam akan dijelaskan sebagai berikut.

2.2.1. Survei *Side Scan Sonar*

Side scan sonar adalah sebuah receiver pemancar gelombang ultrasonik dengan sorotan menyamping yang dapat menggambarkan kondisi dasar laut sehingga mirip dengan sebuah foto. *Side scan sonar* memiliki kelebihan yakni dapat melakukan interpretasi kualitatif terhadap topografi dasar laut dan materialnya, terutama terkait dengan data geofisika dan geologi, dan untuk menaksir geomorfologi, tetapi tidak begitu baik untuk interpretasi kuantitatifnya.

Sistemnya terdiri dari dua buah transduser di bagian kanan dan kiri sebuah tabung berbentuk *tow fish* yang ditarik di belakang kapal survei dan berada dekat dengan dasar laut, sehingga yang disapu (*sweep*) adalah sisi kiri dan sisi kanan *tow fish* dengan lebar tertentu sepanjang jalur gerak *tow fish* tersebut.



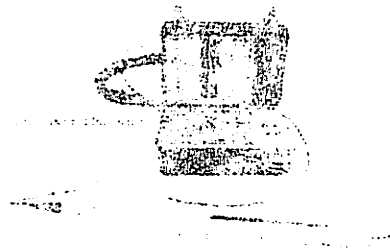
Gambar 2.8: Dual Beam - Side Scan Sonar

2.2.1.1. Fungsi *Side Scan Sonar*:

Fungsi dari *side scan sonar* antara lain:

- Mendeteksi seluruh obyek dan kemungkinan halangan atau gangguan seperti karang, kerangka kapal, pipa dan kabel, jangkar, dan sebagainya.
- Melengkapi survei batimetri dengan memberikan kejelasan gambaran topografi dasar laut antar jalur *sounding*.
- Menggambarkan proses terjadinya pengendapan baru yang muncul kenampakan endapan seperti berbentuk *ripple mark* (riak) serta

tol fah dergan lebat tetentu seapang jalur gerak tol fah tersebut
dengan dasar laut, sehingga yang disebut (seap) adalah sisi kiri dan sisi kanan
tabelan berbilang tol fah yang diarahkan kapal selam dan berada dekat
Sistemnya terdiri dari dua buah transducer di bagian kanan dan kiri sebuah



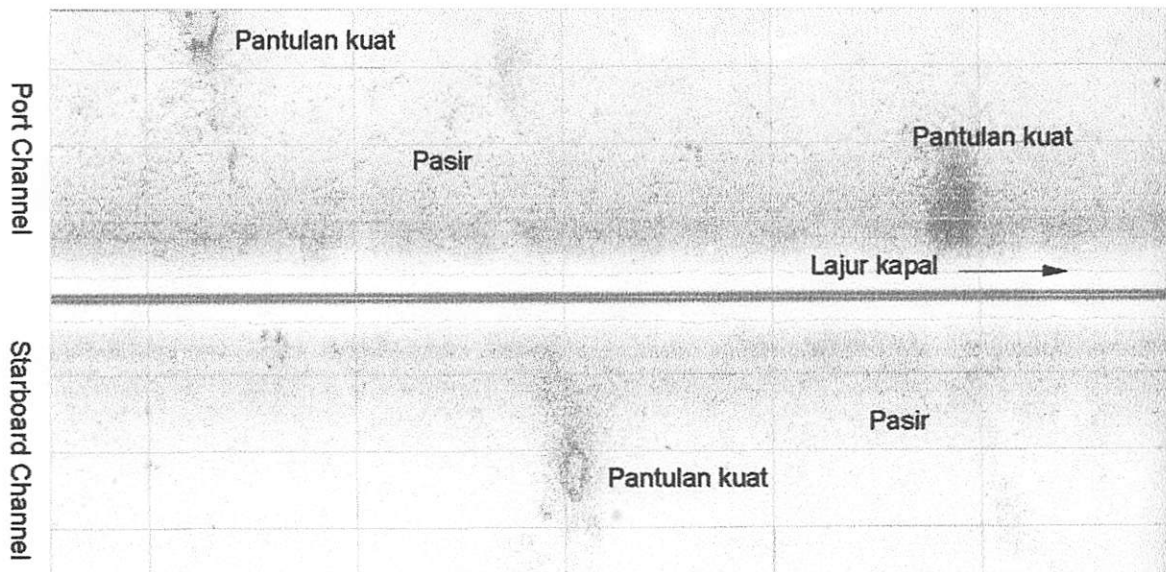
3.3.1.1. Fungus Side Scan Sonar

Kembalikan endapan seperti berikut ke bank (tali) serta

menampakkan kemungkinan campuran dari ciri-ciri endapan tersebut yang disebabkan oleh berbagai pantulan.

Pada umumnya survei *side scan sonar* dilakukan secara bersamaan dengan survei batimetri, yang sangat diperlukan untuk beberapa hal yakni:

- Berdasarkan kedalaman perairan yang dapat dilihat pada *echosounder*, dapat diketahui berapa meter *tow fish* akan diulur di belakang kapal agar didapatkan hasil yang optimal dan tidak kandas atau tersangkut di dasar laut.
- Untuk mengetahui secara teliti baik kedalaman maupun besar serta ketinggian obyek di dasar perairan, dengan mengadakan metoda perbandingan skala.



Gambar 2.9: Variasi Morfologi dan Litologi Permukaan Dasar Laut pada Rekaman Side Scan Sonar

2.2.1.2. Teknik Pengukuran Menggunakan Tow Fish Side Scan Sonar

Selain kecepatan kapal, penguluran *tow fish* di belakang kapal juga tergantung dari 4 hal yang saling terkait, yakni antara lain: jarak interval lajur yang direncanakan, kedalaman perairan, pengaturan ketinggian *tow fish* di atas

meningkatkan kemungkinan campuran dari ciri-ciri endapan tersebut

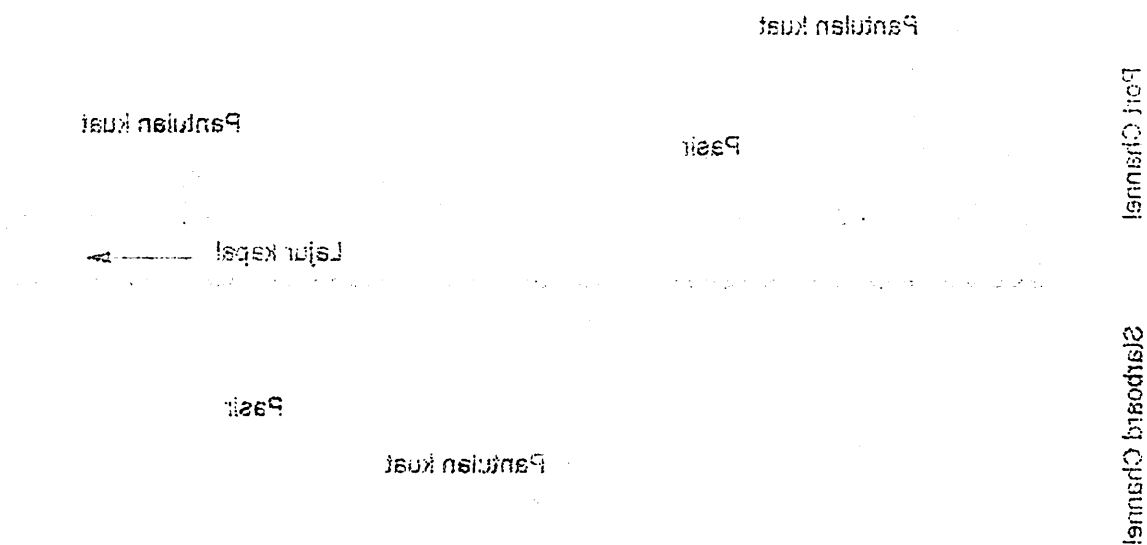
yang disebabkan oleh berbagai pantulan.

Pada umumnya survei side scan sonar dilakukan secara bersamaan

dengan survei batimetri yang sangat diperlukan untuk berbagai hal yakni:

- Berdasarkan pengalaman perairan yang dapat dilihat pada echosounder dapat diketahui berapa meter tow fish akan ditarik di belakang kapal agar didapatkan hasil yang optimal dan tidak kandas atau tersangkut di dasar laut.

- Untuk mengetahui secara lebih baik keadaan maupun dasar serta kegiatan objek di dasar perairan, dengan menggunakan metoda perbandingan skala.



Gambar 2.9: Variasi Morfologi dan Litologi Permukaan Dasar Laut pada Rekaman Side Scan Sonar

2.2.1.2. Teknik Pengukuran Menggunakan Tow Fish Side Scan Sonar

Selain kecepatan kapal, pengukuran tow fish di belakang kapal juga tergantung dari 4 hal yang saling terkait, yakni antara lain: jarak interval jalur yang direncanakan, keadaan perairan, pengaturan kegiatan tow fish di atas

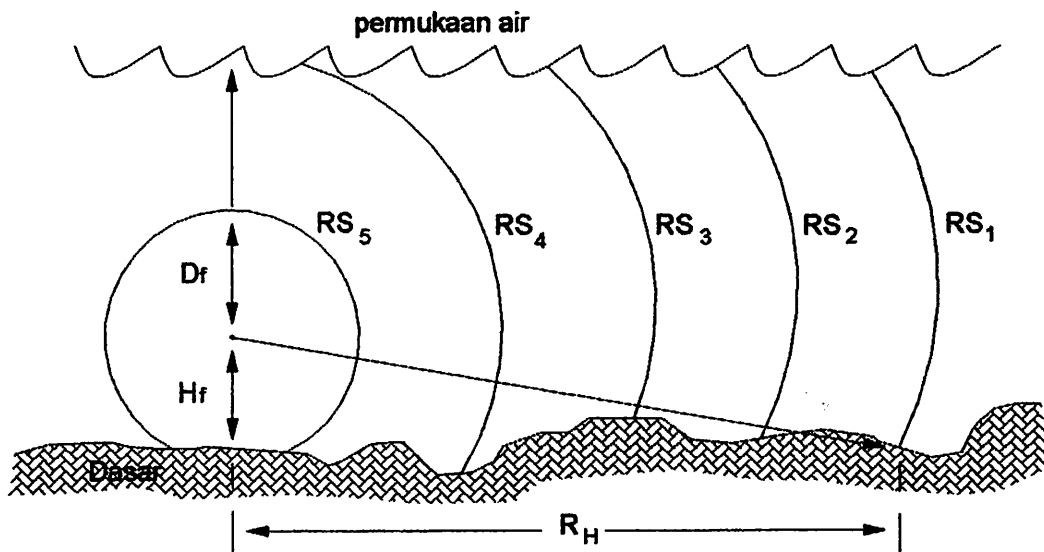
dasar, dan pemilihan *range scale*. Secara matematis hubungan antara pancapaian maksimum (*range scale*) dengan jarak pancapaian pada bidang datar (dasar laut) RH, sebagai berikut:

$$RH = \sqrt{(RS)^2 - (Hf)^2} \dots\dots\dots (9)$$

Dengan Hf = ketinggian fish di atas dasar

RS = jarak maksimum pancapaian yang dapat diset
pada recorder (*range scale*)

RH = jarak yang dicapai pada bidang datar



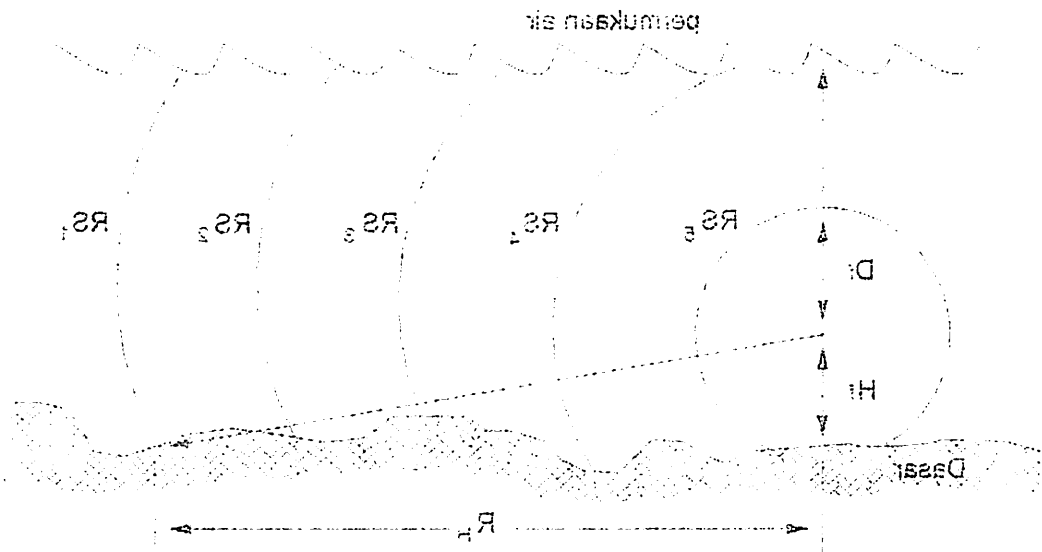
Gambar 2.10: Pengaturan Range Scale

Jika *range scale* diset tidak lebih besar daripada ketinggian tow fish di atas perairan, maka dasar laut tidak akan terliput pada recorder. Pada daerah yang tidak diliput oleh tow fish ke arah bidang vertikal ke sisi kiri dan kanan total = 60°, karena itu dalam perencanaan jalur (interval lain) pada saat survei dasar yang tidak terliput itu harus diperhitungkan.

dasar, dan pemilihan range scale. Secara matematis hubungan antara pancapaian maksimum (range scale) dengan jarak pancapaian pada bidang datar (dasar laut) RH, sebagai berikut:

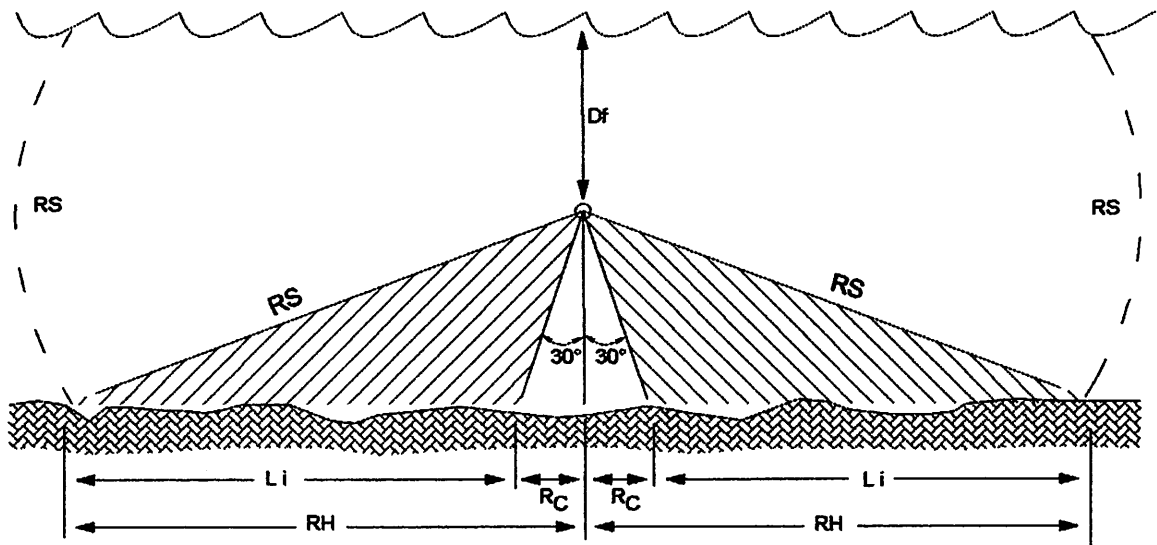
$$RH = \sqrt{(RS)^2 - (H)^2} \quad (9)$$

Dengan H = ketinggian titik di atas dasar
 RS = jarak maksimum pancapaian yang dapat diast
 pada recorder (range scale)
 RH = jarak yang dicapai pada bidang datar



Gambar 2.10: Pengertian Range Scale

Jika range scale diast tidak lebih dasar beberapa ketinggian tow fish di atas perairan, maka dasar laut tidak akan terlihat pada recorder. Pada keadaan yang tidak dilihat oleh tow fish ke arah bidang vertikal ke sisi kiri dan kanan total = 60°, karena itu dalam perencanaan jarak (interval lain) pada saat survei dasar yang tidak terlihat itu harus dipertimbangkan.



Gambar 2.11: Range Scale

Dari gambar yang tidak tercover di bawah tow fish pada satu sisi adalah:

$$RC = Hf \cdot \tan 30^\circ$$

$$RC = 0,58 Hf$$

Total yang tidak terliput di bawah tow fish:

$$RC_T = 2 \cdot Hf \cdot \tan 30^\circ$$

$$RC_T = 1,16 Hf$$

Supaya tidak ada dasar yang tidak terliput harus memenuhi syarat:

$$Li \leq RH - RC$$

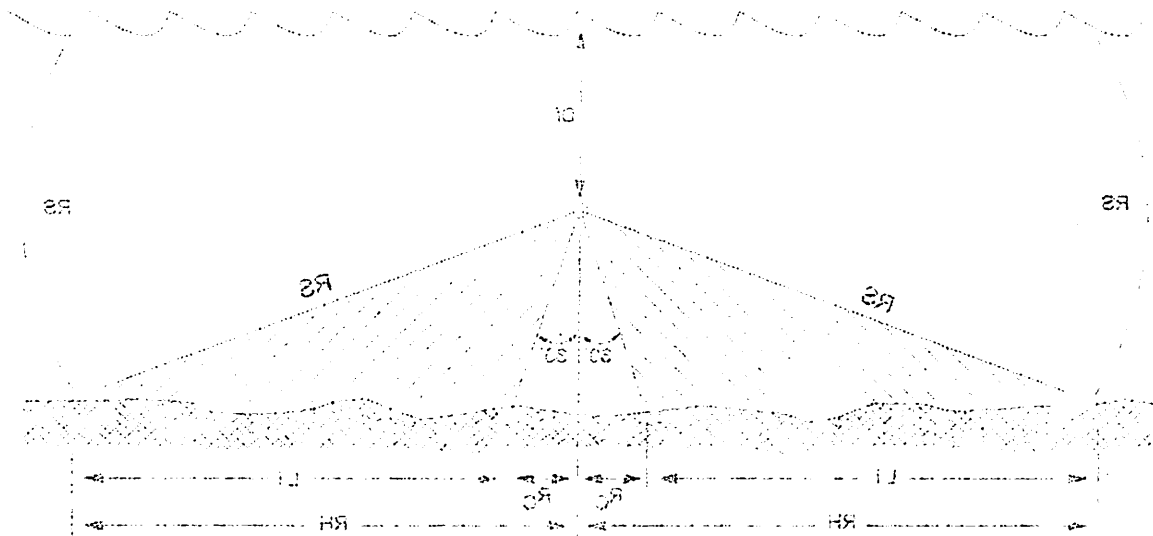
dimana: Li = jarak interval lajur

2.2.1.3. Offset Tow Fish Side Scan Sonar

Untuk mengetahui posisi dari tow fish, maka perlu dihitung offset terhadap antenna GPS. (Lihat gambar 2.12)

Rumus Offset memanjang:

$$X = a + \sqrt{L^2 - (d + h)^2} - c \dots\dots\dots (10)$$



Deft gambar yang tidak tercover di bawah ini jika anda ingin melihat:

RC = 0.28 Hz

Total yang tidak terliput di bawah ini:

7H 61,1 = -0.8

Subaya tidak ada dasar yang tidak terhitung karena memenuhi syarat.

ЛН ≥ ЯН - ЯС

dimensi interval = 1 : semib

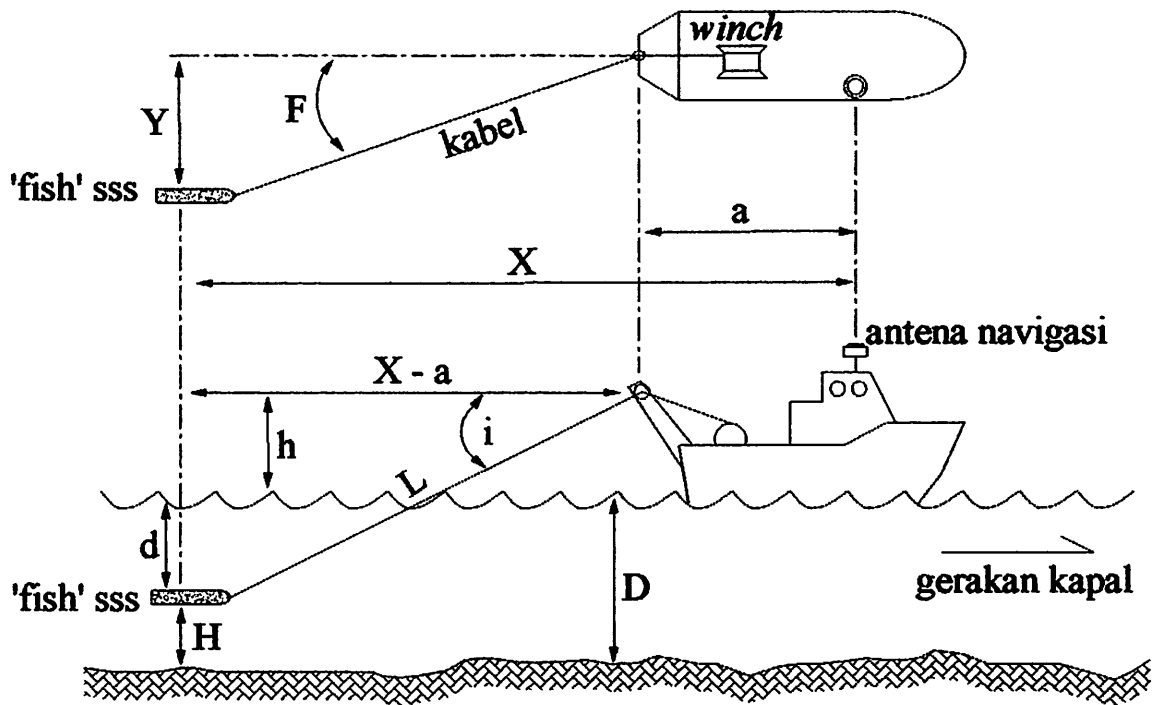
2.2.1.3. Offset Tow Fish Side Scan Sonar

Untuk mengetahui posisi dari tow fish, maka perlu dilakukan offset terhadap

antenna 0.95 (first segment 0.12)

Runus Offset normaljstg.

$$(0) \quad \dots\dots\dots c - \sqrt{(d+b)^2 - 2} \sqrt{} + s = X$$



Gambar 2.12: Offset Side Scan Sonar terhadap Antena Navigasi

Dimana:

c = koreksi terhadap kurva kabel penarik (dari tabel untuk berbagai tipe kabel, panjang kabel dan kecepatan kapal, umumnya dapat diabaikan jika panjang kabel kurang dari 200 meter, dan kecepatan kapal lebih dari 3 knots)

d = kedalaman *fish* dibaca langsung dari rekaman *side scan sonar* jika sinyal kembali terdeteksi, atau diduga dari tinggi *fish* H (gema *fish* pada rekaman sss) dan kedalaman air D (dibaca dari rekaman *echosounder*):

$$d = D - H.$$

Rumus *offset* menyamping:

$$Y = b + (X - a) \tan F \dots\dots\dots (11)$$

Dengan:

- Nilai yang dihitung untuk menentukan posisi *tow fish*:

X = Offset panjang dari posisi antena navigasi (*layback* atau *backstep*)

Y = Offset menyamping dari posisi antena GPS

- Parameter yang diukur:

a = Offset panjang dari katrol

b = Offset menyamping dari katrol

h = Tinggi katrol di atas permukaan laut

L = Panjang kabel penarik dari katrol ke 'fish'

- Variabel yang direkam:

F = Sudut putar kabel penarik

i = Sudut kedalaman kabel penarik

D = Kedalaman air laut

d = Kedalaman 'fish' terhadap permukaan laut

H = Tinggi 'fish' di atas dasar laut

2.2.2. Survei Sub Bottom Profiling

Survei sub bottom profiling bertujuan untuk memetakan dan mempelajari keadaan struktur geologi di bawah permukaan dasar laut pada daerah survei yang bersangkutan. Pelaksanaannya biasanya dilakukan secara bersamaan dengan survei batimetri dan *side scan sonar* yang mencakup koridor/jalur survei dan *cross line* untuk mendapatkan gambaran stratifikasi dan struktur geologi yang jelas dari daerah survei yang bersangkutan.

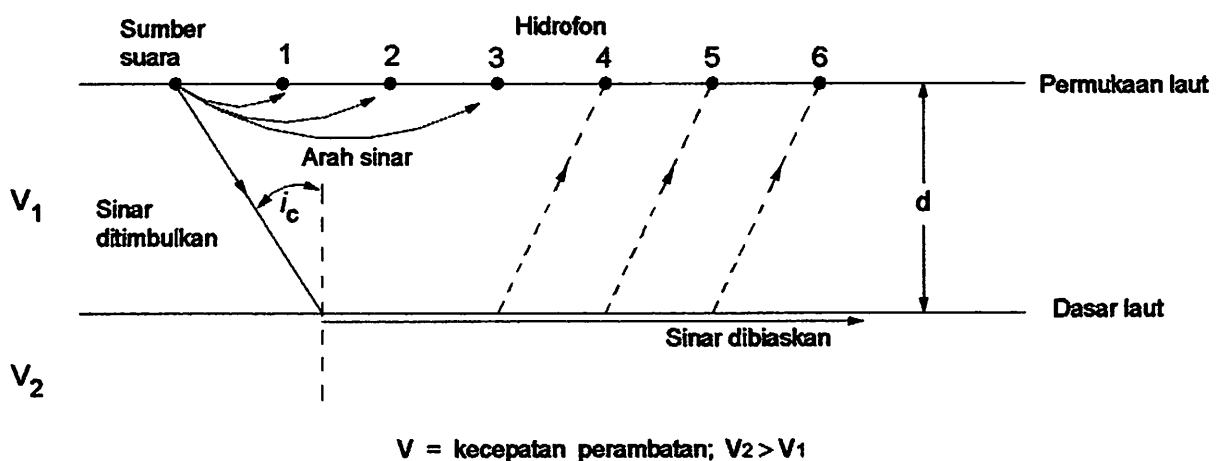
Sub-bottom profiler merupakan salah satu alat yang menggunakan prinsip seismik. Metode seismik telah digunakan secara luas di bidang teknik geofisika kelautan untuk meneliti struktur geologi di bawah dasar laut. Metode ini menggunakan teknik pembiasan (*refraction*) dan pantulan (*reflection*) serta termasuk di dalam pemeruman dan *side scan sonar*. Dasar dari metode ini adalah teori elastisitas yang menggunakan daya tekan berupa bunyi di pada suatu medium. Daya tekan (*stress*) yang dimaksud adalah gaya per unit areal

dan merupakan salah satu pemampatan (yang tegak lurus areal) atau memotong (yang sejajar terhadap areal).

Metode seismik mengukur interval waktu antara gelombang suara pergi dan pulang pada salah satu atau sejumlah detektor (*hydrophones*) yang diketahui panjangnya. Informasi waktu ini akan digunakan untuk menentukan kecepatan perambatan gelombang suara melalui air dan sub-permukaan geologi serta menangkap pantulan seismik menyilang dari struktur geologi di bawah dasar laut.

2.2.2.1. Metode Pengukuran Seismik

Terdapat perbedaan dari metode refraksi dan metoda refleksi. Metode refraksi mengukur kecepatan perambatan gelombang suara pada material medium yang berbeda serta menentukan seluruh posisi antar permukaan dan kecepatan perambatannya di setiap lapisan.

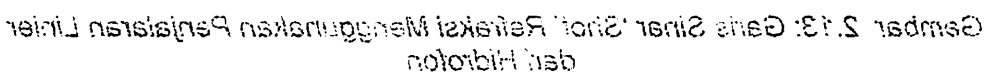


Gambar 2.13: Garis Sinar 'Shot' Refraksi Menggunakan Penjalaran Linier dari Hidrofon

Sumber suara yang dilepaskan ke dalam air dibiaskan kembali dari berbagai lapisan permukaan yang kemudian ditangkap oleh rangkaian hidrofon. Pola yang tidak sama dari hidrofon bisa dipakai, tapi umumnya waktu

Metode seismik mengukur interval waktu antara gelombang suara yang dipantulkan kembali ke permukaan bumi. Waktu yang dibutuhkan untuk gelombang suara untuk melakukan perjalanan dari permukaan ke dasar laut dan kembali ke permukaan dapat digunakan untuk menentukan kedalaman dasar laut. Informasi waktu ini akan digunakan untuk menentukan lokasi dasar laut dan untuk menentukan lokasi sumber gempa bumi.

Terdapat perbedaan dan metode retikali dan metode retikali. Metode retikali menggunakan kecapatan perbandingan antara pada material medium yang berbeda serta menentukan seluruh posisi antara permukaan dan kecapatan perbandingan di setiap lapisan.



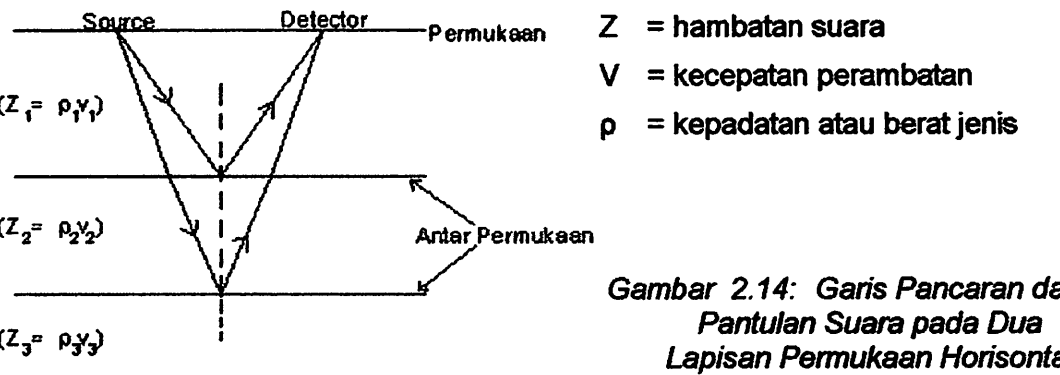
Pola yang tidak sama dari hidrasi ini dipakai lagi umumnya waktu pedal isian permukaan yang kemudian dituangkan oleh tangkai hidrasi. Sumber suatu yang diberikan ke dalam air diberikan kembali dari

kedatangan energi refraksi diukur oleh sejumlah hidrofon terpisah sepanjang garis lurus.

Slope dari dua seksi pada gambar adalah $\frac{1}{v_1}$ dan $\frac{1}{v_2}$ serta posisi perpotongan x_c , disebut jarak kritis, terhadap kedalaman d :

$$X_c = 2d \frac{v_2 + v_1}{v_2 - v_1} \dots\dots\dots (12)$$

Sedangkan metoda refleksi yakni menentukan kedalaman suatu pantulan antar permukaan dengan mengukur waktu gelombang elastik dari permukaan ke setiap lapisan permukaan di bawahnya dan kembali lagi ke permukaan. Cara ini disebut waktu perjalanan bolak-balik.



Rumus kecepatan perambatan:

$$V_p = \frac{\sqrt{(k + \frac{4}{3}n)}}{\rho} \dots\dots\dots (13)$$

- dengan:
- k

= bulk modulus
- n

= shear modulus
- ρ

= berat jenis medium

Sebelum informasi ini dapat dirubah menjadi nilai kedalaman terlebih dahulu harus diketahui kecepatan perambatan gelombang suara pada berbagai lapisan di bawah permukaan.

Material	Kecepatan (meter per detik)
Air laut	1470 – 1540
Sedimen pekat	1500 – 1600
Boulder clay	1800 – 2500
Limestone	3500 – 6500
Granites	4600 - 7000

Tabel 2.2: Kecepatan Perambatan Gelombang Suara

2.2.2.2. Fungsi Survei Sub-Bottom Profiling

Di dalam survei hidrografi untuk perencanaan jalur pipa, informasi mengenai keadaan struktur geologi di bawah permukaan dasar laut sangat penting untuk keperluan :

1. Menginformasikan stratifikasi, kedalaman, ketebalan serta jenis dan sifat lapisan-lapisan batuan sedimen di bawah permukaan dasar laut di sepanjang daerah survei.
2. Merencanakan teknis pemasangan pipa yang tepat di sepanjang lokasi-lokasi survei yang sesuai dengan lapisan batuan.
3. Membantu para insinyur untuk menentukan metode pengerukan dan pemilihan tipe alat keruk untuk lokasi-lokasi yang harus dikeruk sebelum pemasangan pipa. Mengetahui intrusi batuan beku, sesar ataupun kantong-kantong gas yang terdapat di bawah permukaan dasar lautnya.

Alat yang digunakan untuk survei ini adalah *sub bottom profiler*. Terdapat beberapa tipe dari alat ini, dan umumnya yang dipakai adalah tipe *sound boomer*. Tipe *sound boomer* ini terdiri dari sumber suara/getaran dan detektor. Pengoperasiannya yaitu dengan meletakkan alat pada ketinggian tertentu di atas

Sebelum informasi ini dapat didapat menjadi nilai kedalaman terdapat
 dahulu harus diketahui kecepatan permukaan gelombang suara pada berbagai
 lapisan di bawah permukaan.

Material	Kecepatan (meter per detik)
Air laut	1470 – 1540
Sedimen bekat	1500 – 1800
Boulder clay	1800 – 2500
Limestone	3500 – 6500
Granites	4600 - 7000

Tabel 2.2. Kecepatan Perambatan Gelombang Suara

2.2.3.2. Fungsi Survei Sub-Bottom Profiling

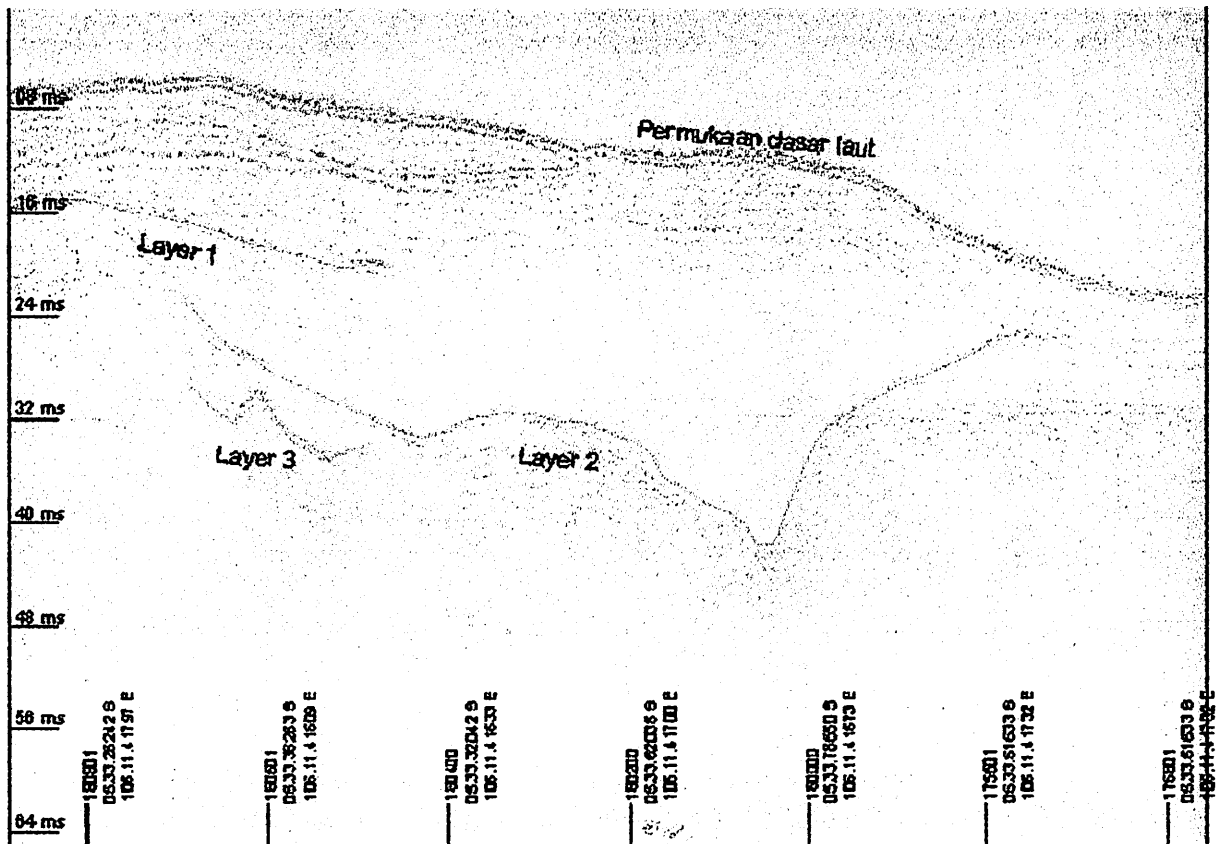
Di dalam survei hidrografi untuk perencanaan jalur pipa, informasi
 mengenai keadaan struktur geologi di bawah permukaan dasar laut sangat
 penting untuk keperluan :

1. Menginformasikan stratifikasi, kedalaman, ketebalan serta jenis dan sifat
 lapisan-lapisan batuan sedimen di bawah permukaan dasar laut di
 sepanjang daerah survei.
2. Merencanakan teknik pemasangan pipa yang tepat di sepanjang lokasi-
 lokasi survei yang sesuai dengan lapisan batuan.
3. Memberikan data insinyur untuk menentukan metode pengangkutan dan
 pemilihan tipe alat ketuk untuk lokasi-lokasi yang harus diketuk sebelum
 pemasangan pipa. Mengetahui intensi batuan beku, pasir silika dan
 kantong-kantong gas yang terdapat di bawah permukaan dasar lautnya.

Alat yang digunakan untuk survei ini adalah sub bottom profiler. Terdapat
 beberapa tipe dari alat ini, dan umumnya yang dipakai adalah tipe sound
 boom. Tipe sound boom ini terdiri dari sumber suara/gelombang dan detektor.
 Pengoperasiannya yaitu dengan meletakkan alat pada ketinggian tertentu di atas

dasar laut dan ditarik dengan kabel oleh kapal survei di sepanjang jalur survei.

Contoh rekaman data dari *sub bottom profiler* dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15: Interpretasi Rekaman Profil Seismik yang Dihasilkan oleh Sumber Suara Boomer Beresolusi Tinggi

Keterangan gambar 2.15:

Layer 1 : Interface antara lapisan pasir dan endapan kerikil.

Layer 2 : Interface antara lapisan endapan kerikil dengan rangkaian potongan dari lipatan batuan Cretaceous.

Layer 3 : Interface antara batuan Cretaceous

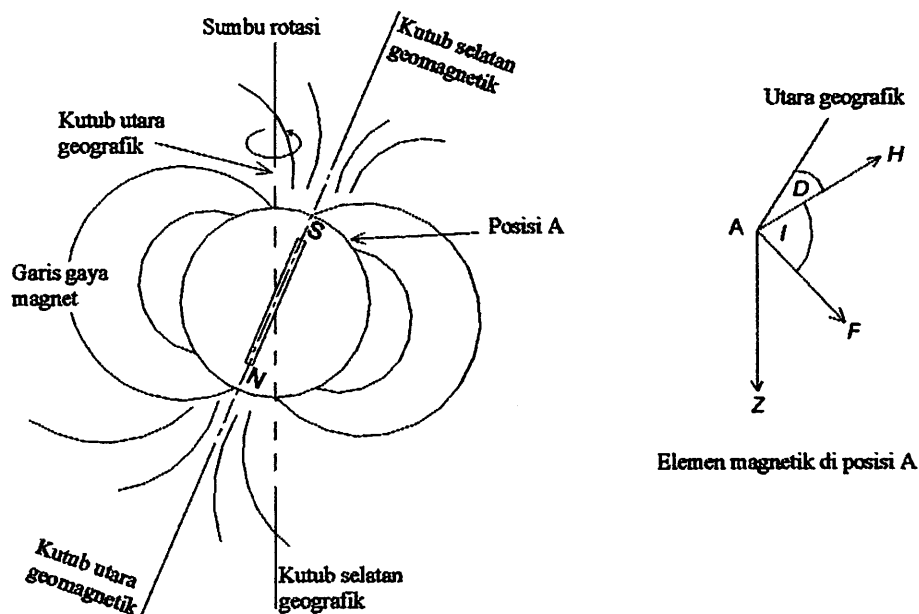
2.2.3. Survei Magnetik

Tujuan survei ini adalah untuk mendeteksi adanya benda-benda berlogam yang berada di dasar laut maupun yang terkubur di bawah permukaan dasar laut. Hal ini penting dilakukan untuk menjaga kemungkinan munculnya bahaya pada posisi obyek-obyek yang mengandung unsur logam atau metal, seperti

tempat-tempat pembuangan mesiu, ranjau atau kerangka kapal di bawah dasar laut pada wilayah survei dan pemetaan laut.

2.2.3.1. Medan Magnet Bumi

Pengertian mengenai medan magnet bumi akan dijelaskan sedikit pada masalah survei ini. Medan magnet bumi adalah medan vektor, karena besaran medan magnet adalah suatu besaran vektor. Magnet mempunyai medan magnet di kutub (*pole*) magnetik sehingga medan total atau komponen vertikal lebih kompleks dan variasi medan lebih tak menentu dan terlokalisir daripada peta gravitasi. Medan dwi-kutub mempunyai perubahan besar dan arah, sedangkan medan kutub mempunyai perubahan besar saja dan arahnya tegak lurus. Pada gravitasi arahnya ke pusat bumi.



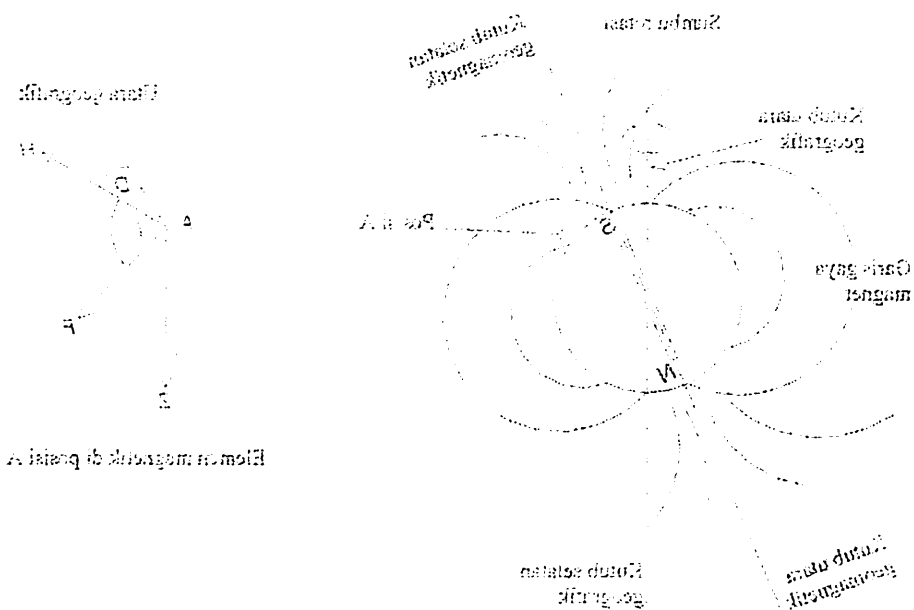
Gambar 2.16: Medan Magnetik

Kutub magnet, medan magnet dan besaran lainnya tidak tetap terhadap waktu. Pada tiap tempat di permukaan bumi, medan magnet dapat ditentukan dengan menyatakan kekuatan dan arahnya. (gambar 2.16)

dengan menyatakan keakuratan dan strateginya. (gambar 2.16)

waktu. Pada tiap tempat di permukaan bumi, medan magnet dapat ditentukan kutub magnet, medan magnet dan besaran lainnya tidak tetap terhadap

Gambar 2.16: Medan Magnetik



gravitasi arahnya ke pusat bumi.

medan kutub mempunyai perubahan besar saja dan arahnya tegak lurus. Pada gravitasi, medan dwi-kutub mempunyai perubahan besar dan arah, sedangkan kompleks dan variasi medan lebih rak menentu dan terlokalisasi dibanding pada di kutub (pole) magnetik sehingga medan total atau komponen vertikal lebih medan magnet adalah suatu besaran vektor. Magnet mempunyai medan magnet masalah survei ini. Medan magnet bumi adalah medan vektor, karena besaran pengetahuan mengenai medan magnet bumi akan dijelaskan sedikit pada

2.2.3.1. Medan Magnet Bumi

ini pada wilayah survei dan sekitarnya itu.

tempat-tempat pembangunan mesin, tanjur atau kerangka kapal di bawah dasar

F = magnitude magnet.

I = sudut inklinasi, yaitu penyimpangan dengan horisontal ($0 - 90$).

D = sudut deklinasi, yaitu penyimpangan dengan utara geografik ($0 - 180$).

Z = komponen vertikal, arahnya positif ke bawah.

H = komponen horisontal, arahnya selalu positif.

X dan Y merupakan komponen-komponen horisontal. Sehingga:

$$H = F \cdot \cos I \quad Z = F \cdot \sin I \quad \operatorname{tg} I = Z / H$$

$$X = H \cdot \cos D \quad Y = H \cdot \sin D \quad \operatorname{tg} D = Y / X$$

$$F^2 = H^2 + Z^2 = X^2 + Y^2 + Z^2 \dots\dots\dots (10)$$

Medan magnetik bumi dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok, yakni:

(1) Medan Magnetik Utama.

Merupakan 99% dari medan magnetik keseluruhan, berasal dari arus listrik yang mengalir berputar di dalam inti luar yang membentang dari jari-jari 1300 – 3500 km. Medan ini tidak konstan dalam waktu, berkaitan dengan perubahan arus konveksi dalam inti, perubahan coupling inti dan perubahan laju perputaran bumi. Variasi sekuler ini mempunyai sifat regional dan bukan terjadi di seluruh permukaan bumi.

(2) Medan Magnetik Luar.

Berasal dari luar bumi, kecil, merupakan 1% dari medan magnet bumi. Berhubungan dengan arus listrik yang mengalir dalam lapisan terionasi atmosfer luar. Perubahan dengan perioda 11 tahun berkorelasi dengan aktifitas matahari dan mempunyai distribusi garis lintang. Perubahan a-periodik disebabkan adanya badai magnetik dari matahari, mencapai amplitude besar sekali, 1000 gamma dalam semua garis lintang.

F = magnitude magnet.

I = sudut inklinasi, yaitu penyimpangan dengan horizontal ($0 - 90$).

D = sudut deklinasi, yaitu penyimpangan dengan utara geografis

$(0 - 180)$.

Σ = komponen vertikal, arahnya positif ke bawah.

H = komponen horizontal, arahnya selalu positif.

X dan Y merupakan komponen-komponen horizontal. Sehingga:

$$H = F \cos I \quad \Sigma = F \sin I \quad \text{tg } I = \Sigma / H$$

$$X = H \cos D \quad Y = H \sin D \quad \text{tg } D = Y / X$$

$$F^2 = H^2 + \Sigma^2 = X^2 + Y^2 + \Sigma^2 \quad (10)$$

Medan magnetik bumi dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok, yakni:

(1) Medan Magnet Utama.

Merupakan 99% dari medan magnet keseluruhan, berasal dari arus listrik yang mengalir berputar di dalam inti luar yang menderang dari jauh-jauh 1300 – 3500 km. Medan ini tidak konstan dalam waktu, berkaitan dengan perubahan arus konveksi dalam inti, perubahan coupling inti dan perubahan laju putaran bumi. Variasi sekitar ini mempunyai sifat regional dan bukan terjadi di seluruh permukaan bumi.

(2) Medan Magnet Luar.

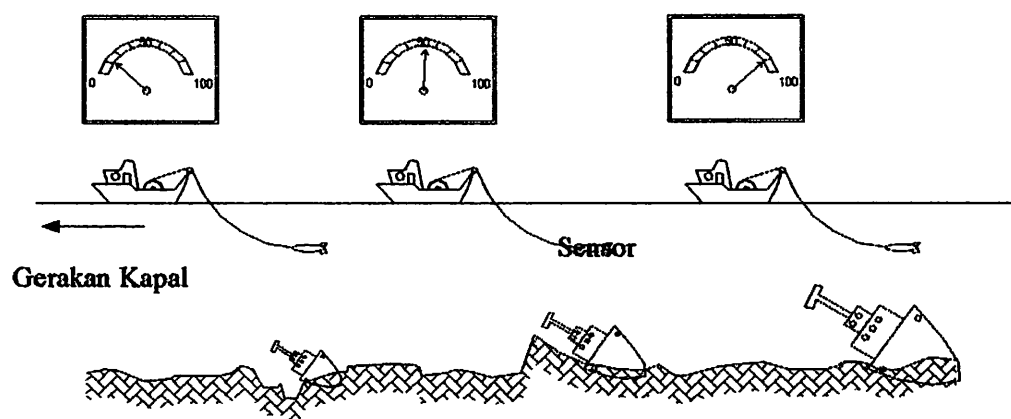
Berasal dari luar bumi, kecil, merupakan 1% dari medan magnet bumi. Berhubungan dengan arus listrik yang mengalir dalam lapisan ionosfer atmosfer luar. Perubahan dengan periode 11 tahun berkorelasi dengan aktivitas matahari dan mempunyai distribusi garis lintang. Perubahan a-bekodik disebabkan adanya badai magnetik dari matahari, mempunyai amplitudo besar sekitar 1000 gamma dalam semua garis lintang.

(3) Anomali Magnetik Lokal

Terjadi bila ada perubahan dalam medan utama, penyebabnya dekat permukaan. Biasanya jauh lebih kecil dari medan utama, relatif konstan dalam waktu dan tempat. Perubahan ini dapat dihubungkan dengan kandungan mineral magnetik dalam batuan dekat permukaan. Umumnya anomali ini tidak menyebar dalam daerah yang luas karena sumbernya tidak terletak terlalu dalam, kadang-kadang cukup besar sehingga besar medan menjadi dua kali lipat. Anomali ini adalah sasaran dalam eksplorasi geofisika dengan metode magnet.

2.2.3.2. Teknik Pengukuran Dengan Magnetometer

Sebelum survei magnetik dilaksanakan, perencanaan jalur survei dibuat terlebih dahulu dan biasanya dilakukan pada koridor/jalur yang sama dengan survei batimetri. Namun pekerjaannya dilakukan tersendiri dari survei batimetri, *side scan sonar*, dan *sub bottom profiler* karena dapat menyebabkan gangguan magnetis terhadap alat-alat survei tersebut.



Gambar 2.17: Survei Metal Menggunakan Magnetometer

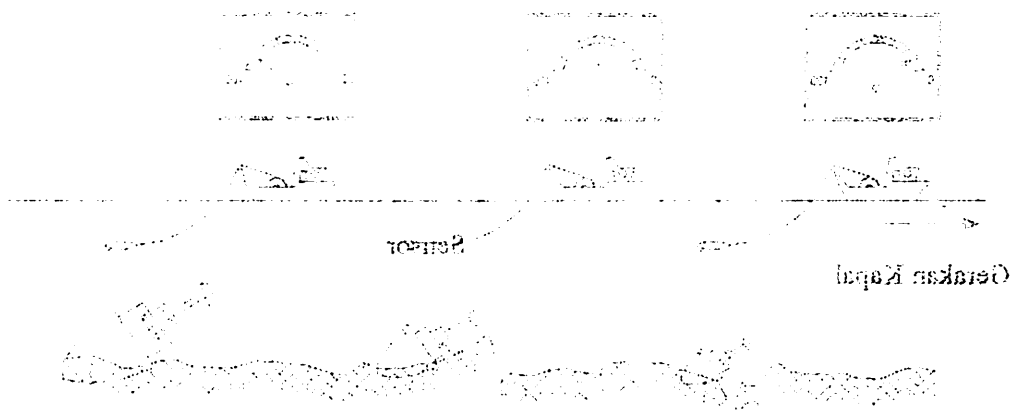
Instrumen detektor logam yang digunakan dalam survei ini disebut *magnetometer*, yaitu suatu alat yang dapat mengukur besarnya intensitas medan

(3) Anomali Magnetik Lokal

Terdapat dua perubahan dalam medan utama, perbedaannya dapat permukaan. Biasanya jalur lebih kecil dari medan utama, relatif konstan dalam waktu dan tempat. Perubahan ini dapat dibandingkan dengan kandungan mineral magnetik dalam batuan bekat permukaan. Umumnya anomali ini tidak menyebar dalam daerah yang luas karena sumbernya tidak terletak terlalu dalam, kadang-kadang cukup besar sehingga besar medan menjadi dua kali lipat. Anomali ini adalah asosiasi dalam eksplorasi geoteknik dengan metode magnet.

2.2.3.2. Teknik Pengukuran Dengan Magnetometer

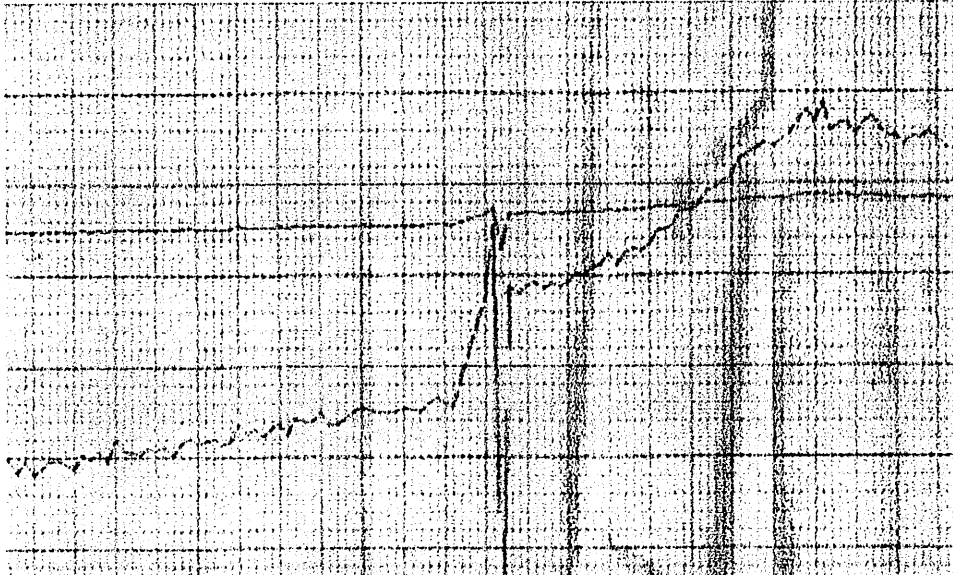
Sebelum survei magnetik dilaksanakan, perencanaan jalur survei dibuat terlebih dahulu dan biasanya dilakukan pada koridor/jalur yang sama dengan survei batimetri. Namun pekerjaannya dilakukan tersendiri dari survei batimetri, side scan sonar, dan sub bottom profiler karena dapat menyebabkan gangguan magnetis terhadap alat-alat survei tersebut.



Gambar 2.17. Survei Metal Menggunakan Magnetometer

Instrumen detektor logam yang digunakan dalam survei ini disebut magnetometer, yaitu suatu alat yang dapat mengukur besaran intensitas medan

magnet di suatu tempat dengan menggunakan bantuan suatu sensor yang dapat mengkonversikan intensitas medan magnet menjadi besaran yang dapat diukur.



Gambar 2.18: Data Anomali Magnetis

Cara kerjanya yaitu *magnetometer* ditaruh pada ketinggian tertentu di atas permukaan dasar laut dan ditarik dengan kabel oleh kapal survei di sepanjang jalur survei.

2.2.3.3. Offset Tow Fish Magnetometer

Pada umumnya penentuan *offset* dari 'tow fish' magnetometer sama dengan *offset* dari *side scan sonar*. *Offset* dari 'fish' dihitung terhadap posisi antenna GPS.

Rumus *Offset* memanjang adalah:

$$X = a + L \cdot \cos i - c \quad (11)$$

Rumus *Offset* menyamping adalah:

$$Y = b + (X - a) \tan F \quad (12)$$

dengan:

c = koreksi terhadap kurva kabel penarik (dari tabel untuk berbagai tipe kabel, panjang kabel dan kecepatan kapal, umumnya dapat

magnet di suatu tempat dengan menggunakan bantuan suatu sensor yang dapat mengukur intensitas medan magnet menjadi besaran yang dapat diukur.

Gambar 2.18: Data Anomali Magnetis

Cara kerjanya yaitu magnetometer ditarik pada ketinggian tertentu di atas permukaan dasar laut dan ditarik dengan kabel oleh kapal survei di sepanjang jalur survei.

2.2.3.3. Offset Tow Fish Magnetometer

Pada umumnya penentuan offset dari tow fish magnetometer sama dengan offset dari side scan sonar. Offset dari fish dihitung terhadap posisi antena GPS.

Rumus Offset memanjang adalah:

$$X = s + L \cos i - c \quad (11)$$

Rumus Offset menyamping adalah:

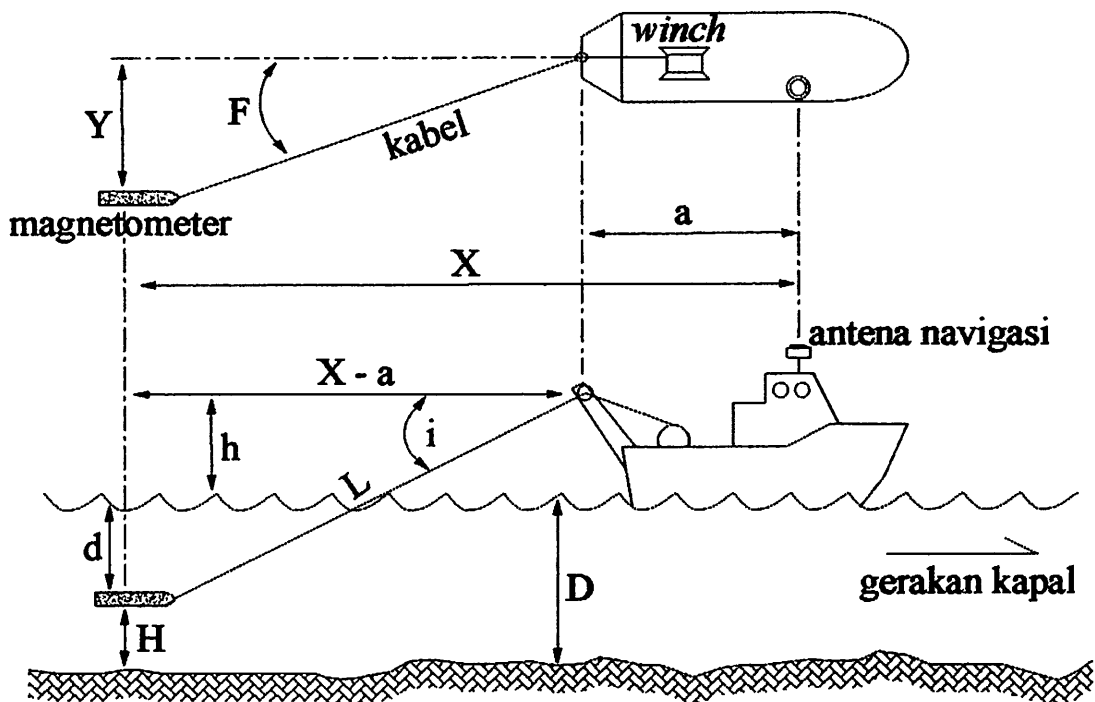
$$Y = b + (X - a) \tan E \quad (12)$$

dengan:

c = koreksi terhadap kurva kapal benak (dari tabel untuk berbagai tipe kapal, panjang kapal dan kecepatan kapal, umumnya dapat

diabaikan jika panjang kabel kurang dari 200 meter, dan kecepatan kapal lebih dari 3 knots)

d = kedalaman *fish* dibaca langsung dari rekaman *side scan sonar* jika sinyal kembali terdeteksi, atau diduga dari tinggi *fish* H (gema *fish* pada rekaman *sss*) dan kedalaman air D (dibaca dari rekaman *echosounder*): $d = D - H$.



Gambar 2.19: Offset Tow Fish Magnetometer Terhadap Antena GPS

dengan:

- Nilai yang dihitung untuk menentukan posisi *tow fish*:
 - X = Offset panjang dari posisi antena GPS (*layback* atau *backstep*)
 - Y = Offset menyamping dari posisi antena GPS
- Parameter yang diukur:
 - a = Offset panjang dari katrol
 - b = Offset menyamping dari katrol
 - h = Tinggi katrol di atas permukaan laut

h = Tinggi katrol di atas permukaan laut

b = Offset menyamping dari katrol

s = Offset panjang dari katrol

• Parameter yang diukur

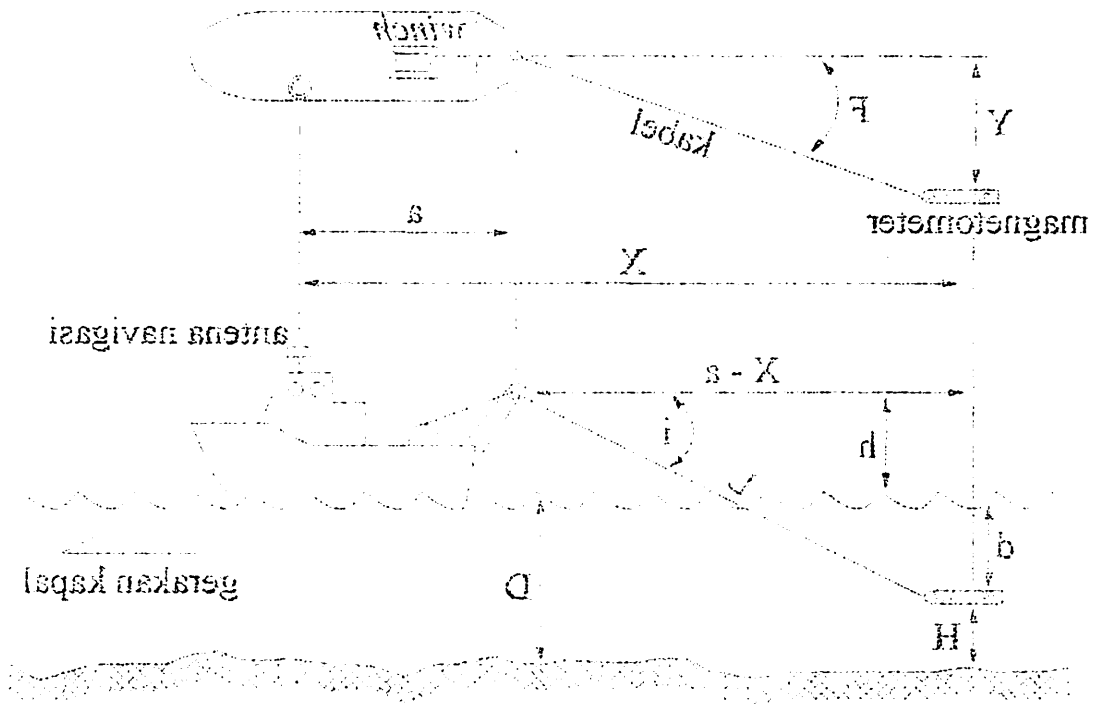
Y = Offset menyamping dari posisi antena GPS

X = Offset panjang dari posisi antena GPS (layback atau backstop)

• Nilai yang dihitung untuk menentukan posisi tow fish:

dengan:

Gambar 2.10: Offset Tow Fish Magnetometer Terhadap Antena GPS



echosounder) $d = D - H$.

beda tekaman ss) dan kedalaman air D (dibaca dari tekaman

sinjal kemudi terdeteksi) atau diduga dari tinggi H (dari ss)

d = kedalaman ss) dibaca langsung dari tekaman side scan sonar jika

kabel lebih dari 3 knots)

dibagikan jika panjang kabel kurang dari 200 meter dan kecepatan

L = Panjang kabel penarik dari katrol ke 'fish'

- Variabel yang direkam:

F = Sudut putar kabel penarik

i = Sudut kedalaman kabel penarik

D = Kedalaman air laut

d = Kedalaman 'fish' terhadap permukaan laut

H = Tinggi 'fish' di atas dasar laut

2.2.4. Penelitian Sifat Fisik Dan Kimia Air Laut

Penelitian sifat-sifat fisik dan kimia air laut dimaksudkan untuk memperoleh informasi, baik yang sifatnya kuantitatif maupun kualitatif tentang sifat-sifat fisik dan kimia air laut, seperti temperatur, salinitas, densitas, tekanan, konduktivitas, derajat keasaman (pH) serta kadar unsur-unsur atau zat-zat yang dikandungnya (oksigen, fosfat, nitrit, nitrat, silikat, chlorida, ammonia, dan lain sebagainya) dalam daerah survei yang bersangkutan, pada kedalaman-kedalaman yang diperlukan.

Di dalam survei hidrografi untuk perencanaan jalur pipa, penelitian sifat fisik dan kimia air laut bertujuan untuk mengetahui tingkat korosifitas air laut terhadap pipa dan pemilihan ukuran dan bahan pipa yang akan dipasang di dasar laut haruslah diperhitungkan nilai ketahanannya.

Penelitian ini dilakukan di beberapa stasiun pengamatan serta kedalaman-kedalaman tertentu yang diperkirakan dapat mewakili seluruh daerah survei yang bersangkutan. Terdapat beberapa jenis alat yang digunakan yakni antara lain botol air *nansen*, atau dengan alat *CTD* (*conductivity, temperature and dept*). Pengambilan air sebaiknya dipilih pada saat kondisi perairan tersebut tidak keruh untuk dapat mengambil air yang berkualitas. Metode yang dilaksanakan dalam penelitian sifat-sifat fisik dan kimia air laut, yaitu :

1. Pengambilan contoh air laut (*sea water sampling*); dimana contoh-contoh air laut ini selanjutnya dianalisa di laboratorium untuk mendapatkan informasi tentang sifat-sifat fisik dan kimianya.
2. Pengukuran langsung dengan menggunakan instrumen tertentu.

2.2.5. Penelitian Sedimen Dasar Laut

Metode geologi adalah metode penyelidikan secara langsung. Hal ini digunakan untuk menentukan komposisi dan struktur dari permukaan dan sub-permukaan geologi dengan mempelajari fakta-fakta yang dapat diamati, dan beberapa kasus yang ditangani oleh seorang ahli geologi. Contoh dari material yang berbeda banyak dihasilkan dan dapat diidentifikasi untuk ditentukan, sebagai contoh, apakah mereka dapat mewakili endapan dangkal atau batuan.

Tujuan pengambilan contoh material (*soil investigation*) dasar laut adalah untuk menentukan jenis, komposisi, serta distribusi materi-materi sedimen maupun batuan pada permukaan dasar laut dalam daerah survei yang bersangkutan. Untuk keperluan perencanaan jalur pipa, pengetahuan yang benar tentang jenis, komposisi, dan distribusi materi pada permukaan dasar laut dalam daerah surveinya adalah suatu hal yang sangat penting dan harus dimiliki, dimana pengetahuan tersebut antara lain berguna untuk :

1. Membantu mengoreksi data *sub bottom profiler* terutama untuk daerah yang menunjukkan kenampakan obyek tertentu secara signifikan.
2. Perencanaan desain dan konstruksi dari bangunan pipa serta fasilitas yang akan dibangun.
3. Perencanaan lego jangkar atau posisi jangkar baik dalam hal pemilihan lokasi maupun sifat dan karakteristik jangkar yang akan digunakan bagi kapal-kapal yang terlibat dalam pekerjaan rekayasa tersebut.

1. Pengambilan contoh air laut (see water sampling) dimana contoh-contoh air laut ini selanjutnya dianalisis di laboratorium untuk mendapatkan informasi tentang sifat-sifat fisik dan kimianya.
2. Pengukuran langsung dengan menggunakan instrumen tertentu.

3.2.3. Penelitian Sedimen Dasar Laut

Metode geologi adalah metode penyelidikan secara langsung. Hal ini digunakan untuk menentukan komposisi dan struktur dan permukaan dan sub-permukaan geologi dengan mempelajari fakta-fakta yang dapat diamati, dan beberapa kasus yang ditangani oleh seorang ahli geologi. Contoh dari material yang berbeda banyak dihasilkan dan dapat diidentifikasi untuk ditentukan, sebagai contoh, apakah mereka dapat mewakili endapan dengan satu atau lainnya.

Tujuan pengambilan contoh material (soil investigation) dasar laut adalah untuk menentukan jenis, komposisi, serta distribusi material-material sedimen maupun batuan pada permukaan dasar laut dalam daerah survei yang bersangkutan. Untuk kebutuhan perencanaan jalur pipa, pengetahuan yang benar tentang jenis, komposisi, dan distribusi material pada permukaan dasar laut dalam daerah suvainya adalah suatu hal yang sangat penting dan harus dimiliki, dimana pengetahuan tersebut antara lain berguna untuk :

1. Membantu mengoreksi data sub bottom profiler tertentu untuk daerah yang menunjukkan kenampakan objek tertentu secara signifikan.
2. Perencanaan desain dan konstruksi dari bangunan pipa serta fasilitas yang akan dibangun.
3. Perencanaan lego jangka satu posasi jangka baik dalam hal pemilihan lokasi maupun sifat dan karakteristik jangka yang akan digunakan bagi kapal-kapal yang terlibat dalam pekerjaan rekayasa tersebut.

Penelitian sedimen dilakukan dengan mencari lokasi-lokasi yang menandakan terdapat obyek-obyek yang mencurigakan seperti batuan singkapan atau gundukan yang besar. Lokasi ini di ditunjukkan secara grafis dari data *side scan sonar* dan *sub bottom profiling* yang menunjukkan adanya lokasi atau obyek yang mencurigakan tersebut misalnya singkapan batu karang.

Pengambilan contoh material dasar laut ini perlu disediakan beberapa sistem alat yang tepat untuk pengambilan contoh material dasar laut yaitu : ⁷⁾

1. *Dredger*, adalah tipe alat yang digunakan untuk mengeruk material lepas yang terdapat pada permukaan dasar laut, yaitu seperti sedimen halus, kerikil, batu-batuan, dan lain sebagainya.



Gambar 2.20: Pemasangan Dredger untuk Mengeruk Sedimen Dasar Laut

2. *Grab Sampler*, adalah tipe alat yang digunakan untuk mengambil material pembentuk permukaan dasar laut pada lokasi-lokasi tertentu, dan umumnya mempunyai daya tembus sampai sekitar 1 meter ⁸⁾.

⁷⁾ A. E. Ingham, *op cit*, page 96.

⁸⁾ *Ibid*.

Penelitian sedimen dilakukan dengan mencari lokasi-lokasi yang menandakan terdapat objek-objek yang mencurigakan seperti batuan singkapan atau gundukan yang besar. Lokasi ini di ditunjukkan secara grafis dari data side scan sonar dan sub bottom profiling yang menunjukkan adanya lokasi atau objek yang mencurigakan tersebut misalnya singkapan batu karang.

Pengambilan contoh material dasar laut ini perlu disediakan beberapa sistem alat yang tepat untuk pengambilan contoh material dasar laut yaitu :⁶¹

1. Dredger, adalah tipe alat yang digunakan untuk mengangkut material lepas yang terdapat pada permukaan dasar laut, yaitu seperti sedimen halus, kerikil, batu-batuan, dan lain sebagainya.



Gambar 2.20: Pemasangan Dredger untuk Mengambil Sedimen Dasar Laut

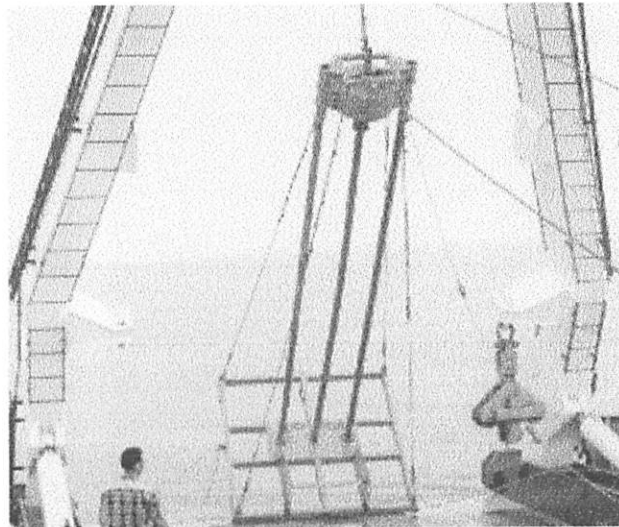
2. Grab Sampler, adalah tipe alat yang digunakan untuk mengambil material berbentuk permukaan dasar laut pada lokasi-lokasi tertentu, dan umumnya mempunyai daya tampung sampai sekitar 1 meter.⁶²

⁶¹ A. E. Ingham, op cit, page 22.
⁶² Ibid



Gambar 2.21: Grab Sampler

3. *Corer*, adalah tipe alat yang digunakan untuk mengambil material pembentuk dasar laut pada kedalaman satu sampai beberapa puluh meter⁹⁾ di lokasi-lokasi tertentu. Dengan alat *corer* ini contoh dasar laut diambil dalam arah vertikal, sehingga lapisan-lapisan material yang membentuk permukaan dasar lautnya dapat diketahui. Sedangkan daya tembus alat ini sangat tergantung pada tipenya dan juga keadaan dasar laut yang bersangkutan.



Gambar 2.22: Pemasangan Corer Jenis Vibro Core

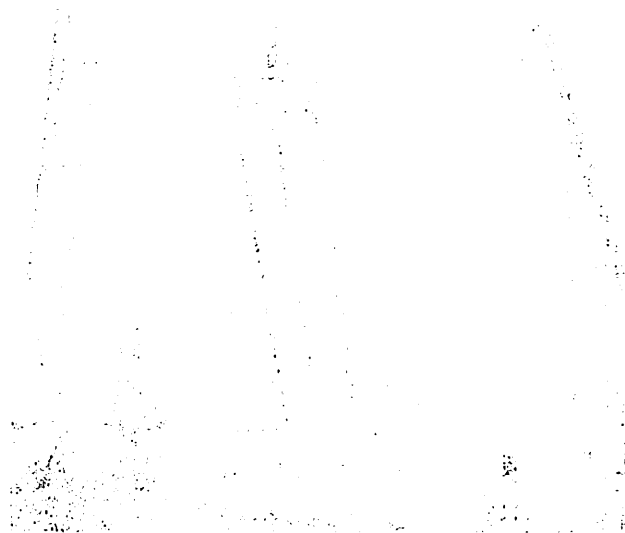
Contoh sedimen / material dasar laut dari setiap stasiun dalam daerah survei ini selanjutnya dianalisa di laboratorium pada setiap contoh material atau

⁹⁾ *Ibid.*



Gambar 2.21: Grab Sampler

3. Corer adalah tipe alat yang digunakan untuk mengambil material pembentuk dasar laut pada kedalaman satu sampai beberapa puluh meter⁹⁾ di lokasi-lokasi tertentu. Dengan alat corer ini contoh dasar laut diambil dalam arah vertikal, sehingga lapisan-lapisan material yang membentuk permukaan dasar lautnya dapat diketahui. Sedangkan daya tembus alat ini sangat tergantung pada tipenya dan juga keadaan dasar laut yang bersangkutan.



Gambar 2.22: Pemasangan Corer Jenis Vibro Core

Contoh sedimen / material dasar laut dan setiap stasiun dalam daerah survei ini selanjutnya dianalisa di laboratorium pada setiap contoh material satu

⁹⁾ ibid.

sedimen pengeboran dengan interval 1,5 meter. Tujuan analisa contoh material ini adalah untuk menentukan jenis serta sifat dan karakteristik contoh material atau sedimen, seperti warna, diameter butiran, tekstur, komposisi, tingkat kelembaban dan sebagainya.

2.2.6. Pengukuran Arus

Perubahan taraf permukaan air laut akibat pasang surut berpengaruh timbulnya arus air laut di beberapa lokasi bumi yang berbeda, mengakibatkan pergerakan air laut secara horisontal. Perpindahan air di bawah permukaan ini umumnya disebut arus pasut (*tidal stream/current*). Arah arus pasang umumnya berlawanan dengan arus surut. Kecepatan arus pasang dijabarkan:

$$V = V_{maks} \times \cos (\text{fase}) \dots\dots\dots (10)$$

Dalam hal ini:

V_{maks} adalah kecepatan maksimal arus yang terjadi pada suatu waktu.

Data yang diperlukan untuk mengamati gerakan horisontal dari air laut adalah kecepatan dan arah alirannya pada permukaan hingga dasar laut. Dengan mengamati arus di setiap interval baris kedalaman pada suatu kolom air akan memberikan perekaman menyeluruh mengenai setiap arus di bawah permukaan dan dapat dihitung untuk menghasilkan rata-rata seluruh nilai arus pada kedalaman seluruhnya. Untuk keperluan pemasangan pipa maka yang diukur adalah kecepatan dan arah aliran yang berada di dekat dasar laut. Untuk memperoleh sebaran informasi arus di sepanjang koridor survei maka alat pengukur arus ditempatkan di beberapa lokasi yang dapat mewakili pengamatan arus.

Di dalam survei hidrografi untuk perencanaan jalur pipa, pengamatan arus laut bertujuan untuk menguji kestabilan dan kekuatan pipa terhadap tekanan

lain bertujuan untuk menguji kestabilan dan kekuatan pipa terhadap tekanan
 (D) dalam survei hidrografi untuk perencanaan jalur pipa, pengamatan arus

arus

pengukur arus ditempatkan di beberapa lokasi yang dapat mewakili pengamatan
 mengenai sebaran informasi arus di sepanjang koridor survei maka saat
 diukur adalah kecepatan dan arah aliran yang berada di dekat dasar laut. Untuk
 pada kedalaman seluruhnya. Untuk keperluan pemasangan pipa maka yang
 permukaan dan dapat dituntut untuk mengidentifikasi rata-rata seluruh nilai arus
 akan memberikan petakaman menyeluruh mengenai setiap arus di bawah
 Dengan mengamati arus di setiap interval pada kedalaman pada suatu kolom air
 adalah kecepatan dan arah alirannya pada permukaan hingga dasar laut.
 Data yang dibutuhkan untuk mengamati gerakan horizontal dan air laut
 V_{maks} adalah kecepatan maksimal arus yang terjadi pada suatu waktu.

Dalam hal ini:

$$V = V_{maks} \times \cos(\alpha) \dots\dots\dots (10)$$

berlawanan dengan arus arus. Kecepatan arus pasang dijabarkan:

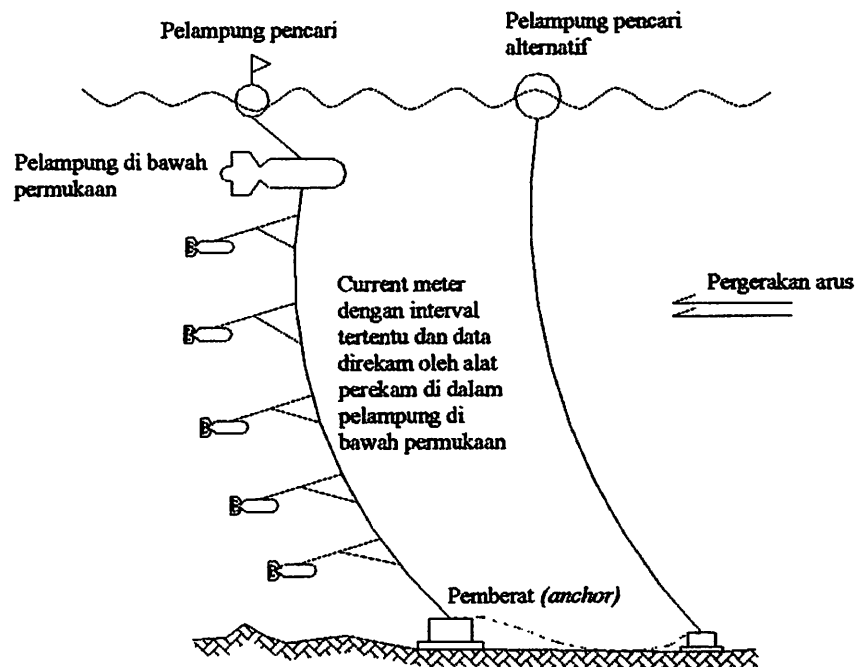
umumnya disebut arus pasang (tidal stream/current). Arah arus pasang umumnya
 bergerakkan air laut secara horizontal. Perindahan air di bawah permukaan ini
 timbulnya arus air laut di beberapa lokasi bumi yang berbeda, mengakibatkan

2.2.6. Pengukuran Arus

kelambatan dan sebagainya.

atau sedimen, seperti warna, diameter, butiran, tekstur, komposisi, tingkat
 ini adalah untuk menentukan jenis serta sifat dan karakteristik contoh material
 sedimen pengendapan dengan interval 1,5 meter. Tujuan analisis contoh material

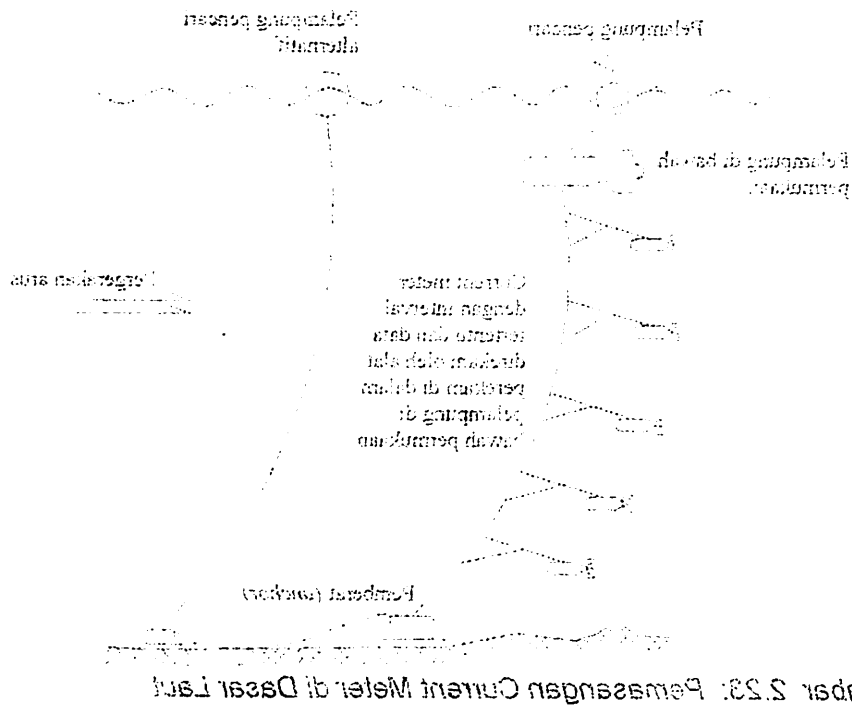
atau tarikan arus laut. Pipa yang akan dipasang dari kapal disambung antar pipa kemudian dijatuhkan secara melayang ke dasar laut sehingga juga harus mempertimbangkan faktor kecepatan dan arah arus pada saat itu. Salah satu peralatan yang digunakan untuk mengamati arus adalah *Current Meter (CM)*.



Gambar 2.23: Pemasangan Current Meter di Dasar Laut

Rangkaian alat ini secara berurutan terdiri dari pemberat (*anchor*), *acoustic release*, *current meter*, dan pelampung. Cara mengoperasikannya, yakni secara bersamaan rangkaian alat ini ditenggelamkan ke dasar laut dengan posisi pemberat di dasar laut dan posisi *acoustic release*, *current meter* dan pelampung melayang. Waktu pemasangan alat ini akan mengambil data selama 1 bulan.

Waktu pemasangan alat ini akan mengambil data selama 1 bulan.



Gambar 2.23: Pemassangan Current Meter di Dasar Laut

BAB 3
PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1. Perencanaan Survei Hidrografi

Perencanaan survei hidrografi merupakan pekerjaan yang sangat penting agar suatu proyek yang akan dilaksanakan dapat berjalan secara efektif dan efisien serta akan dapat mencapai hasil yang diinginkan. Untuk itu, maka setiap perencanaan harus mengacu kepada Spesifikasi Teknis Pekerjaan (*Term of Reference*). Hal-hal umum yang perlu diperhatikan dari suatu Spesifikasi Teknis Survei yakni:

- a. Tujuan survei untuk:
Perencanaan jalur pipa dasar laut.
- b. Wilayah yang akan disurvei:

Wilayah yang akan disurvei yaitu Laut Jawa, dengan menentukan koordinat awal dan koordinat terakhir *Center Line* dimulai dari pantai Maringgai, Sumatera Selatan hingga Teluk Banten, Jawa Barat. Koordinat-koordinat *Intersection Point* disepanjang *Center Line* rencana jalur pipa tersebut dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut:

Titik	Timur (m)	Utara (m)	Lintang	Bujur
Sumatera Selatan (L.F.1)	592186.783	9415051.421	5° 17' 40 " S	105° 50' 12" E
I.P.1	601565.856	9409185.453	5° 20' 40 " S	105° 55' 00" E
I.P.2 (1)	631973.394	9375964.067	5° 38' 40 " S	106° 11' 30" E
I.P.3 (1)	631929.953	9355079.617	5° 50' 00 " S	106° 11' 30" E
Jawa Barat (L.F.3)	622972.694	9336210.104	6° 00' 15 " S	106° 06' 40" E

Tabel 3.1: Koordinat Center Line Jalur Pipa

Panjang rute yang ditempuh:
 $LF.1 - IP.1 - IP.2(1) - IP.3(1) - IP.3(2) - LF.3 = 66,91 \text{ NM} = 120,438$
kilometer.

BAB 3
PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1. Perencanaan Survei Hidrografi

Perencanaan survei hidrografi merupakan pekerjaan yang sangat penting agar suatu proyek akan dilaksanakan dapat berjalan secara efektif dan efisien serta akan dapat mencapai hasil yang diinginkan. Untuk itu, maka setiap perencanaan harus mengacu kepada Spesifikasi Teknis Pekerjaan (Term of Reference). Hal-hal umum yang perlu diperhatikan dan suatu Spesifikasi Teknis Survei yakni:

- a. Tujuan survei untuk:
 - Perencanaan jalur pipa dasar laut.
 - b. Wilayah yang akan disurvei
- Wilayah yang akan disurvei yaitu Laut Jawa, dengan menentukan koordinat awal dan koordinat terakhir Center Line dimulai dari pantai Mangrove, Sumatara Selatan hingga Teluk Banten, Jawa Barat. Koordinat-koordinat Intersection Point disamping Center Line rencana jalur pipa tersebut dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut.

Titik	Timur (m)	Utara (m)	Lintang	Bujur
Sumatera Selatan (L.F.1)	652186.783	641303.421	5° 17' 40" S	105° 50' 13" E
I.P.1	601605.856	640918.453	5° 20' 40" S	105° 55' 00" E
I.P.2 (1)	631873.384	637594.097	5° 38' 40" S	106° 11' 30" E
I.P.3 (1)	631829.653	635073.917	5° 50' 00" S	106° 11' 30" E
Jawa Barat (L.F.3)	632923.664	636210.164	6° 00' 15" S	106° 06' 40" E

Tabel 3.1: Koordinat Center Line Jalur Pipa

Panjang rute yang dihitung:

$$L.F.1 - I.P.1 - I.P.2(1) - I.P.3(1) - I.P.3(2) - L.F.3 = 69,91 \text{ NM} = 120,438$$

kilometer.

c. Jenis peralatan yang akan digunakan:

- 1) Penentuan posisi horisontal menggunakan receiver C-NAV, sedangkan navigasi kapal menggunakan sistem Navrec (*Navigation Record*).
- 2) Pengamatan pasang surut menggunakan *automatic tide gauge* ANDERAA dan palem ukur sebagai *back up* data pasut.
- 3) Survei batimetri menggunakan echosounder HONEY WELL ELAC LAZ 4700 (dual frequency 12 kHz/120 kHz dan 15 kHz/150 kHz) tipe *Hull Mounted Transducer*.
- 4) Survei side scan sonar menggunakan tow fish GEO ACOUSTIC dengan dua frekuensi (100 kHz / 500 kHz) yang dapat mencatat kecepatan laju kapal dan koreksi *slant range* (lebar pancaran).
- 5) Survei sub-bottom profile menggunakan GEO-ACOUSTIC tipe *boomer* beresolusi tinggi yang dapat mendeteksi lapisan tanah dan batuan hingga 30 meter di bawah permukaan dasar laut.
- 6) Survei magnetometer menggunakan tipe 'tow' ELSEC PROTON Magnetometer model 7706 yang dilengkapi dengan unit pencatat atau unit kontrol dengan panjang kabel penarik 300 meter.
- 7) Penelitian sifat fisik dan kimia air laut menggunakan CTD (*Conductivity, Temperature, Depth*).
- 8) Pengamatan arus menggunakan *Current Meter* ANDERAA dengan model RCM 7. Alat ini mampu merekam sendiri datanya dan dilengkapi dengan satu unit *acoustic release*, 4 buah pelampung, dan pemberat (500 kg).

d. Hasil akhir yang diinginkan; berupa peta batimetri dengan skala 1:2000 yang di overlay dengan data hasil interpretasi dari side scan sonar, sub

- bottom profiling, magnetometer, dan dilengkapi dengan analisa sedimentasi dan air laut, dan sebagainya.
- e. Data-data penunjang yang tersedia; hasil-hasil survei sebelumnya, data-data titik kontrol horisontal dan vertikal yang telah ada, dan sebagainya.
 - f. Penjadwalan waktu survei dimulai sejak tanggal 30 Juli 2003 sampai dengan 25 Agustus 2003. Dan lain sebagainya.

3.1.1. Penentuan Datum

Penentuan datum horisontal dan datum vertikal mendasari seluruh pengukuran posisi horisontal dan kedalaman laut dari titik-titik pemeruman.

Datum horisontalnya adalah:

Elipsoid	: WGS-84
Sumbu Semi Mayor (a)	: 6378137,00 meter
Pemampatan (f)	: $\frac{1}{298.257222932869}$
Sistem Proyeksi	: Universal Transverse Mercator (UTM)
Meredian Pusat (CM)	: 105° Timur (Zona 48 Selatan)
Faktor Skala di CM	: 0,9996
False Origin Easting	: 500.000 meter
False Origin Northing	: 10.000.000 meter
Satuan Ukur	: Meter Internasional

Datum vertikalnya adalah:

Chart Datum	: 0.6 meter di bawah Duduk Tengah (MSL)
-------------	---

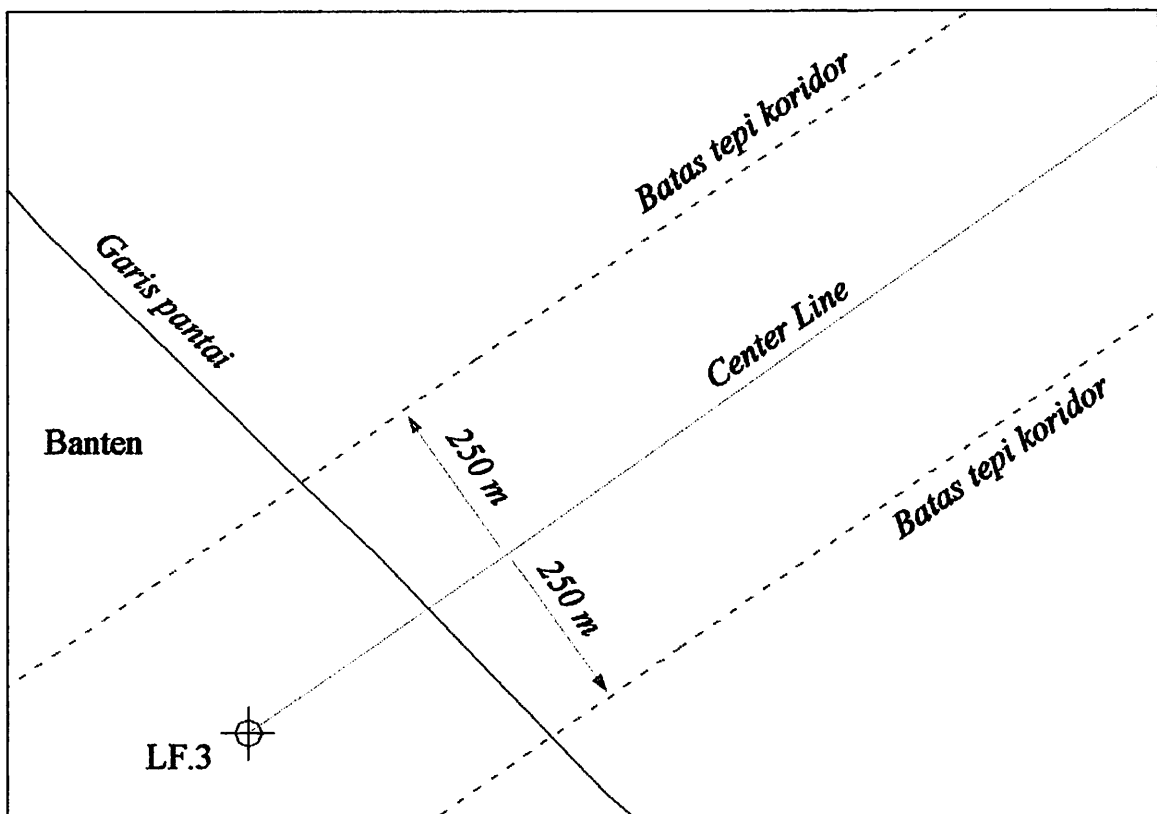
3.1.2. Penyediaan Peta Petunjuk Survei

Penyediaan peta petunjuk survei meliputi daerah yang akan dijadikan sebagai tempat kerja atau pengambilan data hidrografi. Sumber petanya berasal dari peta laut Dishidros TNI-AL dengan pemilihan nomor lembar peta 86, 87, 88, dan 89. (Lihat gambar 3.1.)

3.1.3. Penentuan Koridor Dan Jalur Survei

Untuk keperluan pemetaan hidrografi maka perlu dibuat koridor rencana survei sebagai batasan lokasi pemetaan dasar laut. Lebar koridor survei ditentukan dari *center line* jalur pipa. Panjang koridor rencana yaitu dimulai dari koordinat awal hingga koordinat terakhir *center line* lajur pipa. Sedangkan lebar koridor rencana yaitu masing-masing sebesar 250 meter di sebelah kanan dan 250 meter di sebelah kiri *center line*. (Lihat gambar 3.2.)

Selanjutnya pada koridor rencana survei ditentukan interval lajur survei sebesar 20 meter. Lajur-lajur survei tersebut disebut *Wing Line*. Sedangkan lajur survei melintang (*cross line*) ditentukan intervalnya sebesar 100 meter dan tegak lurus terhadap *Center Line* di sepanjang koridor rencana survei. (Lihat gambar 3.3.)

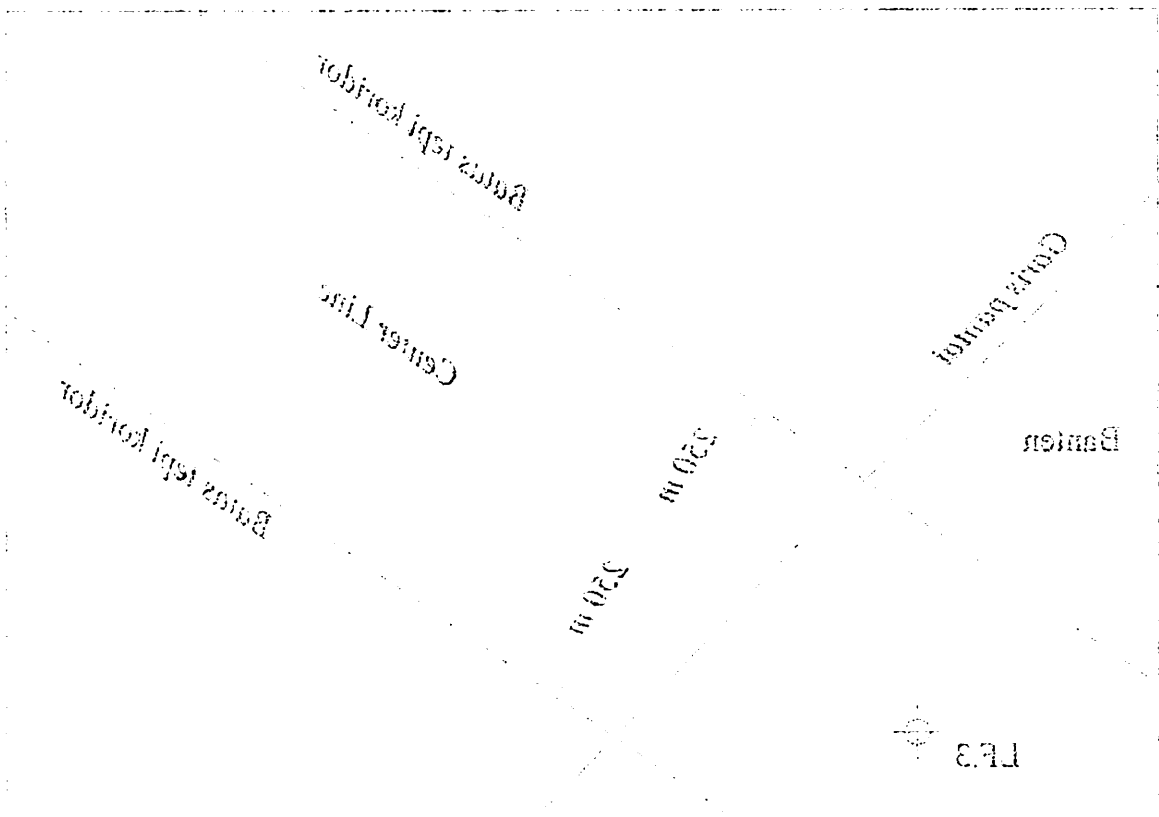


Gambar 3.2: Koridor Survei

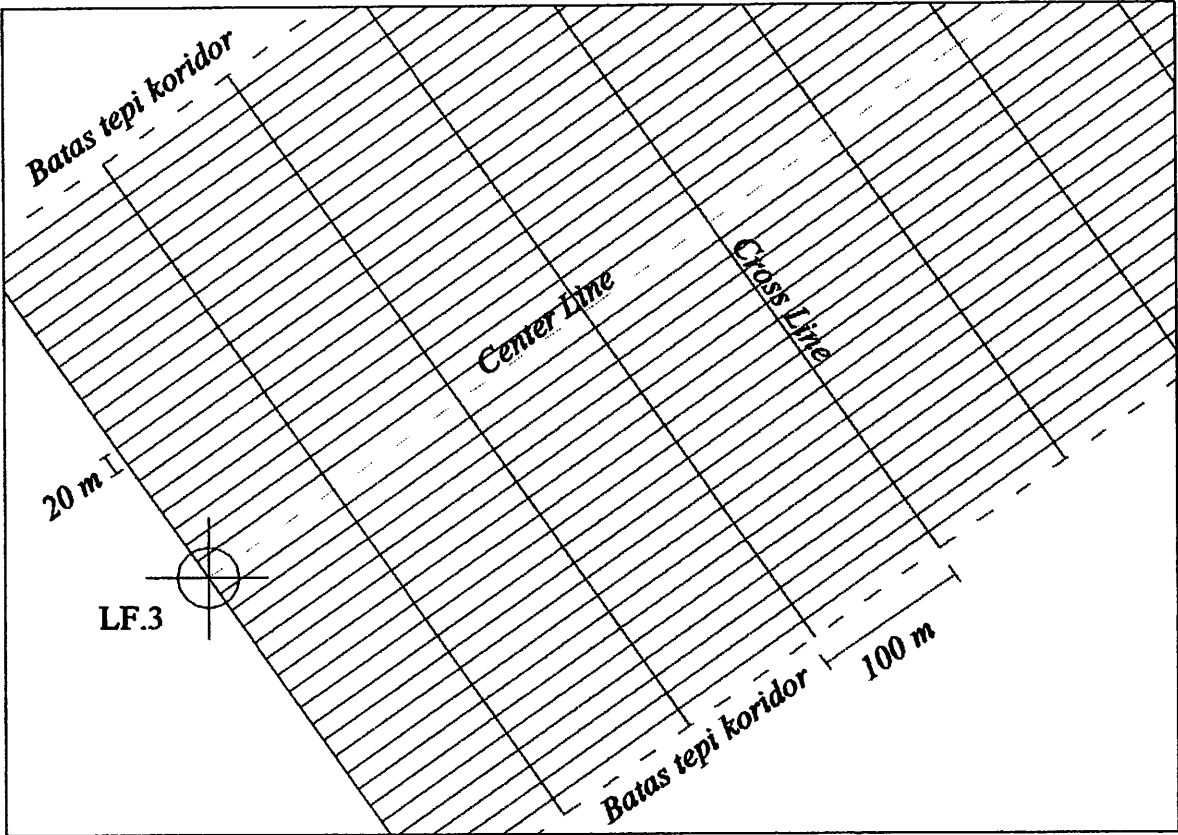
3.1.3. Penentuan Koridor Dan Jalur Survei

Untuk keperluan pemetaan hidrografi maka perlu dibuat koridor rencana survei sebagai batasan lokasi pemetaan dasar laut. Lebar koridor survei ditentukan dari center line jalur pipa. Panjang koridor rencana yaitu dimulai dari koordinat awal hingga koordinat terakhir center line jalur pipa. Sedangkan lebar koridor rencana yaitu masing-masing sebesar 250 meter di sebelah kanan dan 250 meter di sebelah kiri center line. (Lihat gambar 3.2.)

Selanjutnya pada koridor rencana survei ditentukan interval jalur survei sebesar 20 meter. Jalur-jalur survei tersebut disebut Wing Line. Sedangkan jalur survei melintang (cross line) ditentukan intervalnya sebesar 100 meter dan tidak lurus terhadap Center Line di sepanjang koridor rencana survei. (Lihat gambar 3.3.)



Gambar 3.2. Koridor Survei



Gambar 3.3: Interval Lajur Survei

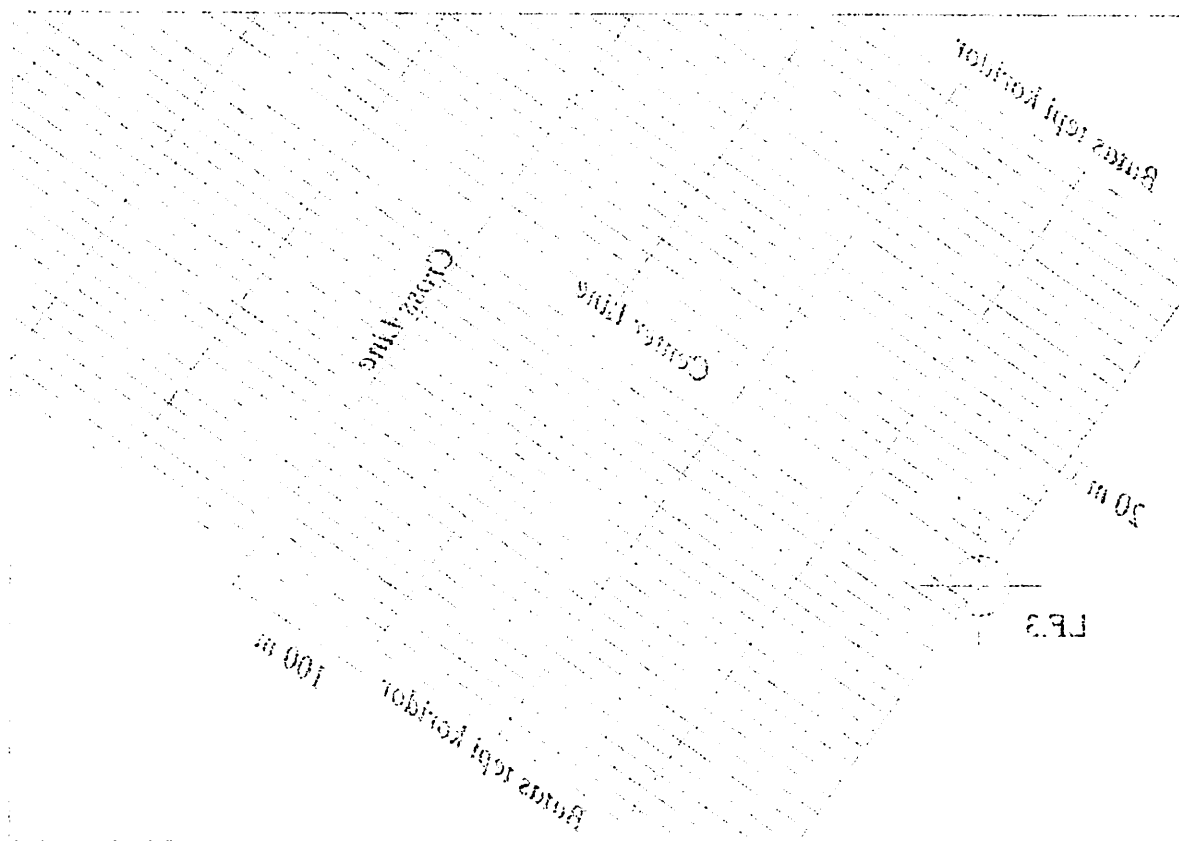
3.1.4. Penentuan Lokasi Pengamatan Pasang Surut

Untuk melakukan pengamatan pasang surut air laut maka dibangun dua buah stasion pengamatan pasang surut yang masing-masing terletak di pantai Labuan Maringgai, Sumatera Selatan dan di pantai Teluk Banten, Jawa Barat. Waktu pengamatan pasang surut yaitu selama 29 pianto dengan interval pengamatan 10 menit.

Koordinat stasion pengamatan pasang surut yaitu:

No.	Lokasi	Koordinat Geodetik	
		Lintang	Bujur
1.	Maringgai	5° 20' 4.3" S	105° 53' 11.79" T
2.	Banten	5° 59' 39.98" S	106° 06' 29.39" T

Tabel 3.2 : Koordinat Stasion Pengamatan Pasut



Gambar 3.3: Interval Jalur Survei

3.1.4. Penentuan Lokasi Pengamatan Pasang Surut

Untuk melakukan pengamatan pasang surut air laut maka digunakan dua buah station pengamatan pasang surut yang masing-masing terletak di pantai Labuan Mahinggai, Sumatera Selatan dan di pantai Teluk Banten, Jawa Barat. Waktu pengamatan pasang surut yaitu selama 29 pantai dengan interval pengamatan 10 menit.

Koordinat station pengamatan pasang surut yaitu:

No.	Lokasi	Koordinat Geodetik	
		Lintang	Bujur
1.	Mahinggai	5° 20' 43" S	105° 58' 11.79" T
2.	Banten	5° 59' 39.98" S	106° 03' 29.39" T

Tabel 3.2 : Koordinat Station Pengamatan Pasang

3.1.5. Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Air Laut

Untuk mengambil contoh air laut (*sea water sampling*) maka ditentukan koordinat lokasi-lokasi stasion pengambilan contoh air laut di sepanjang koridor jalur survei. (Lihat tabel 3.3.)

No.	Stasion	Timur (m)	Utara (m)	Lintang	Bujur
1	Ws.1	594404.3661	9413665.0321	5° 18' 14".46 S	105° 51' 07".13 T
2	Ws.2	597795.5830	9411543.7947	5° 19' 23".38 S	105° 52' 57".40 T
3	Ws.3	601186.7999	9409422.5573	5° 20' 32".30 S	105° 54' 47".67 T
4	Ws.4	603964.6890	9406564.6386	5° 22' 05".22 S	105° 56' 18".06 T
5	Ws.5	606665.3957	9403614.0143	5° 23' 41".17 S	105° 57' 45".96 T
6	Ws.6	609366.1023	9400663.3901	5° 25' 17".11 S	106° 59' 13".86 T
7	Ws.7	612066.8090	9397712.7658	5° 26' 53".04 S	106° 00' 41".77 T
8	Ws.8	614767.5157	9394762.1416	5° 28' 28".97 S	106° 02' 09".69 T
9	Ws.9	617468.2224	9391811.5173	5° 30' 04".89 S	106° 03' 37".62 T
10	Ws.10	620168.9290	9388860.8931	5° 31' 40".81 S	106° 05' 05".55 T
11	Ws.11	622869.6357	9385910.2688	5° 33' 16".73 S	106° 06' 33".50 T
12	Ws.12	625570.3424	9382959.6446	5° 34' 52".63 S	106° 08' 01".45 T
13	Ws.13	628271.0491	9380009.0203	5° 36' 28".54 S	106° 09' 29".41 T
14	Ws.14	630971.7557	9377058.3961	5° 38' 04".43 S	106° 10' 57".37 T
15	Ws.15	631968.1602	9373447.5943	5° 40' 01".94 S	106° 11' 30".00 T

Tabel 3.3: Stasion Pengambilan Contoh Air Laut

3.1.6. Penentuan Lokasi Pengambilan Sedimen

Pengambilan sedimentasi di dasar laut dilakukan dengan berdasarkan beberapa metode pengambilan sedimentasi antara lain dengan menggunakan alat pengeruk sedimen halus (*dredger*), pengeruk sedimen atau material kasar (*graber*), dan pengebor (*corer*). (Lihat tabel 3.4., tabel 3.5., dan tabel 3.6.)

No.	Stasion	Timur (m)	Utara (m)	Lintang	Bujur
1	Cr.1	601186.7998	9409422.5572	5° 20' 32".30 S	105° 54' 47".67 T
2	Cr.2	602614.3356	9409422.5572	5° 21' 17".25 S	105° 55' 34".12 T
3	Cr.3	603964.6889	9408039.9506	5° 22' 05".22 S	105° 56' 18".86 T
4	Cr.4	605315.0423	9406564.6385	5° 22' 53".20 S	105° 57' 02".01 T
5	Cr.5	606665.3956	9405089.3264	5° 23' 41".17 S	105° 57' 45".96 T
6	Cr.6	608015.7489	9403614.0143	5° 24' 29".14 S	105° 58' 29".91 T

3.1.6. Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Air Laut

Untuk mengambil contoh air laut (sea water sampling) maka ditentukan koordinat lokasi-lokasi stasiun pengambilan contoh air laut di sepanjang koridor

jalur survei. (Lihat tabel 3.3.)

No.	Stasiun	Timur (m)	Utara (m)	Lintang	Bujur
1	Wa.1	604404.3881	6413885.0321	5° 18' 14" 48 S	105° 51' 07" 13 T
2	Wa.2	603795.8830	6411543.7847	5° 19' 23" 38 S	105° 52' 57" 40 T
3	Wa.3	601186.7989	6406422.5573	5° 20' 32" 30 S	105° 54' 47" 07 T
4	Wa.4	603964.6890	6406664.6889	5° 22' 05" 22 S	105° 56' 18" 08 T
5	Wa.5	606965.3957	6403614.0143	5° 23' 41" 17 S	105° 57' 45" 66 T
6	Wa.6	609366.1023	6400663.3901	5° 25' 17" 11 S	105° 59' 13" 88 T
7	Wa.7	612066.8090	6397712.7658	5° 26' 53" 04 S	103° 00' 41" 77 T
8	Wa.8	614767.6157	6394762.1416	5° 28' 28" 97 S	105° 02' 09" 69 T
9	Wa.9	617468.2324	6391811.5173	5° 30' 04" 89 S	105° 03' 37" 62 T
10	Wa.10	620168.9290	6388890.8631	5° 31' 40" 81 S	105° 05' 05" 55 T
11	Wa.11	622869.6357	6385910.2688	5° 33' 16" 73 S	105° 06' 33" 50 T
12	Wa.12	625570.3424	6382959.0443	5° 34' 52" 63 S	105° 08' 01" 45 T
13	Wa.13	628271.0491	6380009.0203	5° 36' 28" 54 S	105° 09' 29" 41 T
14	Wa.14	630971.7557	6377058.9931	5° 38' 04" 43 S	105° 10' 57" 37 T
15	Wa.15	631968.1902	6373447.5643	5° 40' 01" 94 S	105° 11' 30" 00 T

Tabel 3.3. Stasiun Pengambilan Contoh Air Laut

3.1.6. Penentuan Lokasi Pengambilan Sedimen

Pengambilan sedimen di dasar laut dilakukan dengan berdasarkan beberapa metode pengambilan sedimen antara lain dengan menggunakan alat penguk sedimen halus (dredge), penguk sedimen stu material kasar (grabber), dan penguk (core). (Lihat tabel 3.4, tabel 3.5, dan tabel 3.6.)

No.	Stasiun	Timur (m)	Utara (m)	Lintang	Bujur
1	Cr.1	601183.7998	6406422.5572	5° 20' 32" 30 S	105° 54' 47" 07 T
2	Cr.2	602314.3359	6406422.5572	5° 21' 17" 25 S	105° 55' 34" 12 T
3	Cr.3	603964.6890	6408039.9906	5° 22' 05" 22 S	105° 56' 18" 08 T
4	Cr.4	605315.0423	6406664.6885	5° 23' 53" 20 S	105° 57' 02" 01 T
5	Cr.5	606965.3959	6405080.3264	5° 23' 41" 17 S	105° 57' 45" 66 T
6	Cr.6	608015.7489	6403614.0143	5° 24' 29" 14 S	105° 58' 29" 91 T

7	Cr.7	609366.1023	9402138.7021	5° 25' 17".11 S	105° 59' 13".86 T
8	Cr.8	610716.4556	9400663.3900	5° 26' 05".07 S	105° 59' 57".82 T
9	Cr.9	612066.8090	9399188.0779	5° 26' 53".04 S	105° 00' 41".77 T
10	Cr.10	613417.1623	9397712.7658	5° 27' 41".01 S	105° 01' 25".73 T
11	Cr.11	614767.5156	9396237.4536	5° 28' 28".97 S	105° 02' 09".69 T
12	Cr.12	616117.8690	9394762.1415	5° 29' 16".93 S	105° 02' 53".65 T
13	Cr.13	617468.2223	9393286.8294	5° 30' 04".89 S	105° 03' 37".62 T
14	Cr.14	618818.5756	9391811.5173	5° 30' 52".85 S	105° 04' 21".59 T
15	Cr.15	620168.9290	9390336.2051	5° 31' 40".81 S	105° 05' 05".55 T

Tabel 3.4: Koordinat Stasion Pengeboran (Coring)

No.	Stasion	Timur (m)	Utara (m)	Lintang	Bujur
1	Drd.1	605645.9960	9404727.7469	5° 23' 04".95 S	105° 57' 12".78 T
2	Drd.2	606305.4057	9404007.3169	5° 23' 28".38 S	105° 57' 34".24 T
3	Drd.3	618818.5756	9390336.2051	5° 30' 52".85 S	106° 04' 21".59 T
4	Drd.4	619138.1174	9389987.0936	5° 31' 04".20 S	106° 04' 31".99 T
5	Drd.5	626920.6957	9381484.3324	5° 35' 40".59 S	106° 08' 45".43 T
6	Drd.6	627919.9905	9380392.5650	5° 36' 16".07 S	106° 09' 17".97 T

Tabel 3.5: Koordinat Stasion Pengerukan (Dredging)

No.	Stasion	Timur (m)	Utara (m)	Lintang	Bujur
1	Grb.1	601767.2639	9408714.1348	5° 20' 55".34 S	105° 55' 06".57 T
2	Grb.2	603838.6792	9406879.5906	5° 21' 54".97 S	105° 56' 13".95 T
3	Grb.3	605017.5337	9405213.3534	5° 22' 49".77 S	105° 56' 52".34 T
4	Grb.4	606971.0636	9403429.3013	5° 23' 47".17 S	105° 57' 55".90 T
5	Grb.5	608217.2809	9401729.4026	5° 24' 42".46 S	105° 58' 36".48 T
6	Grb.6	609850.8363	9400332.4561	5° 25' 27".86 S	105° 59' 29".63 T
7	Grb.7	610844.4424	9398834.5255	5° 26' 16".58 S	106° 00' 01".99 T
8	Grb.8	612663.2461	9397269.2723	5° 27' 07".45 S	106° 01' 01".18 T
9	Grb.9	614222.1240	9395084.6815	5° 28' 18".50 S	106° 01' 51".95 T
10	Grb.10	616866.1257	9392661.0635	5° 29' 37".27 S	106° 03' 18".01 T

Tabel 3.6: Koordinat Stasion Grabing

3.1.7. Penentuan Lokasi Pengukuran Arus

Stasion pengamatan arus akan dibangun sebanyak tiga buah stasion di sepanjang koridor jalur survei. Besar waktu pengamatan arus di setiap lokasi yaitu 30 hari.

jalur 30 hari.

sepanjang koridor jalur survei. Berdasarkan pengamatan awal di setiap lokasi stasiun pengamatan awal akan digunakan sebanyak tiga buah stasiun di

3.1.7. Penentuan Lokasi Pengukuran Arah

Tabel 3.6: Koordinat Stasiun Grading

No.	Stasiun	Timur (m)	Utara (m)	Lintang	Bujur
1	Gp.1	801787.2839	8408714.1848	8° 20' 58".34 S	108° 58' 08".57 T
2	Gp.2	808838.8782	8408878.5908	8° 21' 54".97 S	108° 58' 13".85 T
3	Gp.3	808017.5387	8408213.3834	8° 22' 48".77 S	108° 58' 52".34 T
4	Gp.4	808871.0888	8408428.3018	8° 23' 47".17 S	108° 57' 52".90 T
5	Gp.5	808217.2809	8401728.4028	8° 24' 42".48 S	108° 58' 38".48 T
6	Gp.6	808850.8888	8400332.4281	8° 25' 27".88 S	108° 58' 28".83 T
7	Gp.7	810844.4424	8388834.8225	8° 26' 18".88 S	108° 00' 01".99 T
8	Gp.8	812883.2481	8387288.2728	8° 27' 07".45 S	108° 01' 01".18 T
9	Gp.9	814222.1240	8385084.8812	8° 28' 18".50 S	108° 01' 51".95 T
10	Gp.10	818888.1287	8382681.0885	8° 29' 37".27 S	108° 03' 18".01 T

Tabel 3.5: Koordinat Stasiun Pengukuran (Dredging)

No.	Stasiun	Timur (m)	Utara (m)	Lintang	Bujur
1	Dp.1	802842.5880	8404727.7489	8° 28' 04".85 S	108° 57' 12".78 T
2	Dp.2	808308.4087	8404007.3189	8° 28' 38".38 S	108° 57' 34".24 T
3	Dp.3	818818.8758	8380338.2081	8° 30' 52".85 S	108° 04' 21".88 T
4	Dp.4	819138.1174	8388887.0888	8° 31' 04".20 S	108° 04' 31".99 T
5	Dp.5	828820.8887	8381484.3324	8° 36' 48".58 S	108° 08' 42".43 T
6	Dp.6	827818.8888	8380382.8880	8° 38' 18".07 S	108° 08' 17".97 T

Tabel 3.4: Koordinat Stasiun Pengukuran (Coning)

15	Ct.15	820188.8280	8380338.2081	8° 31' 40".81 S	108° 08' 08".88 T
14	Ct.14	818818.8758	8381811.8173	8° 30' 52".85 S	108° 04' 21".88 T
13	Ct.13	817488.2223	8383288.8284	8° 30' 04".88 S	108° 03' 37".82 T
12	Ct.12	818117.8880	8384782.1418	8° 29' 18".93 S	108° 02' 53".82 T
11	Ct.11	814787.5188	8388237.4888	8° 28' 28".97 S	108° 02' 08".88 T
10	Ct.10	813417.1823	838712.7888	8° 27' 41".01 S	108° 01' 28".73 T
9	Ct.9	812888.8088	8389188.0778	8° 26' 53".04 S	108° 00' 41".77 T
8	Ct.8	810718.4888	8400882.3800	8° 26' 05".07 S	108° 58' 57".82 T
7	Ct.7	808388.1023	8402138.7021	8° 25' 17".11 S	108° 58' 13".88 T

No.	Stasion	Timur (m)	Utara (m)	Lintang	Bujur
1	CM.1	601365.9716	9408918.7598	05° 20' 48".7 S	105° 54' 53".5 E
2	CM.2	618462.7324	9391214.5687	05° 30' 24".3 S	106° 04' 09".9 E
3	CM.3	630267.7540	9378294.8447	05° 37' 24".2 S	106° 10' 34".4 E

Tabel 3.7: Koordinat Stasion Current Meter

3.2. Pelaksanaan Survei Hidrografi

Sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat sebelumnya, maka akan dijelaskan pelaksanaan survei hidrografi meliputi beberapa pekerjaan antara lain:

- 1. Pengamatan pasang surut laut
- 2. Survei batimetri
- 3. Survei *side scan sonar*
- 4. Survei *sub-bottom profile*
- 5. Survei *magnetometer*
- 6. Pengambilan contoh air laut
- 7. Pengambilan contoh sedimen
- 8. Pengukuran arus laut

3.2.1. Pengamatan Dan Analisa Pasang Surut

Pengamatan pasang surut dilaksanakan selama 29 piantan (1 piantan = 24 jam 50 menit). Data pengamatan pasut ini dihitung dengan menggunakan metode *Least Square* dan menghasilkan beberapa konstanta harmonik pasut.

NO	TANGGAL	WAKTU	REKAMAN
1	3	12 : 19 : 53	0.779874793 m
2	3	12 : 29 : 54	0.785342748 m
3	3	12 : 39 : 53	0.794253632 m
4	3	12 : 49 : 54	0.786355409 m
5	3	12 : 59 : 53	0.787975489 m
6	3	13 : 9 : 54	0.790203185 m
7	3	13 : 19 : 53	0.785950364 m
8	3	13 : 29 : 54	0.796278756 m
9	3	13 : 39 : 53	0.796886273 m
10	3	13 : 49 : 53	0.808227426 m

11	3	13 : 59 : 54	0.817340485	m
12	3	14 : 9 : 53	0.822606066	m
...	...		...	...

Tabel 3.8: Data Pengamatan Pasut di Stasiun Pasut Maringgai

Konstanta	Frekuensi (derajad/360°)	Amplitudo (cm)	Fase (derajad)
*K1	0.0417807	20.8011	143.54
*O1	0.0387307	13.4213	118.3
*S2	0.0833333	6.9323	285.86
*M2	0.0805114	6.3242	337.56
*Q1	0.0372185	3.6852	112.43
J1	0.0432929	2.1868	225.04
MM	0.0015122	1.7435	254.77
N2	0.0789992	1.6646	295.72
MSF	0.0028219	1.5836	286.18
MU2	0.0776895	1.3541	169.98
OO1	0.0448308	1.2986	196.55
*SK3	0.1251141	1.0695	333.48

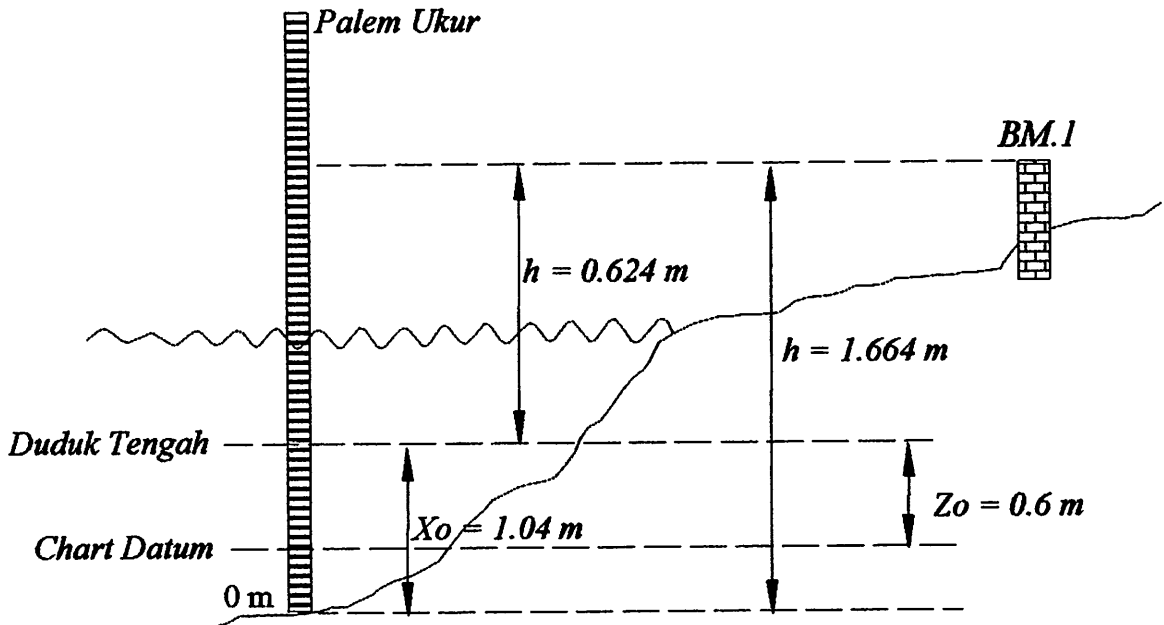
Tabel 3.9: Konstanta Harmonik Pasut di Maringgai

Dari data pengamatan pasut dihitung nilai Z_0 di Maringgai, Sumatera Selatan dan di teluk Banten, Jawa Barat.

Contoh perhitungan Z_0 di Maringgai:

$$Z_0 = M_2 + S_2 + K_1 + O_1 + \text{toleransi}$$
$$Z_0 = 0.0805114 + 0.0833333 + 0.0417807 + 0.0387307 + (0.3556439)$$
$$Z_0 = \sim 0.6 \text{ meter}$$

Gambar 3.4. berikut ini menunjukkan kedudukan vertikal dari BM.1 terhadap *chart datum* pada stasion pengamatan pasut di Maringgai, Sumatera Selatan.



Gambar 3.4: Kedudukan BM.1 Terhadap Chart Datum di Stasiun Pasut Maringgai

3.2.2. Pelaksanaan Survei Batimetri

Pada pelaksanaan survei batimetri akan menjelaskan beberapa pekerjaan yakni:

1. Penentuan posisi titik perum dan navigasi
2. Frekuensi Perekaman data
3. Survei topometri
4. Pengolahan data

3.2.2.1. Penentuan Posisi Titik Perum Dan Navigasi

Peralatan yang digunakan untuk navigasi kapal dan penentuan posisi horisontal titik-titik (fix) pemeruman adalah *GPS C-NAV receiver system* dengan metode pengukuran *Real Time - Differential GPS* dan dibantu dengan peralatan perekam (akuisisi) data yaitu *Navrec (Navigation Record)*.

(Lihat gambar 3.5.)

(Lihat gambar 3.5.)

rekam (akuisisi) data yaitu Navtec (Navigation Record).

metode pengukuran Real Time - Differential GPS dan dibantu dengan peralatan horizontal titik-titik (fix) permukaan adalah GPS C-MAV receiver system dengan Peralatan yang digunakan untuk navigasi kapal dan penentuan posisi

3.2.3.4. Penentuan Posisi Titik Permukaan Dan Navigasi

4. Pengolahan data

3. Survei topometri

2. Frekuensi perekaman data

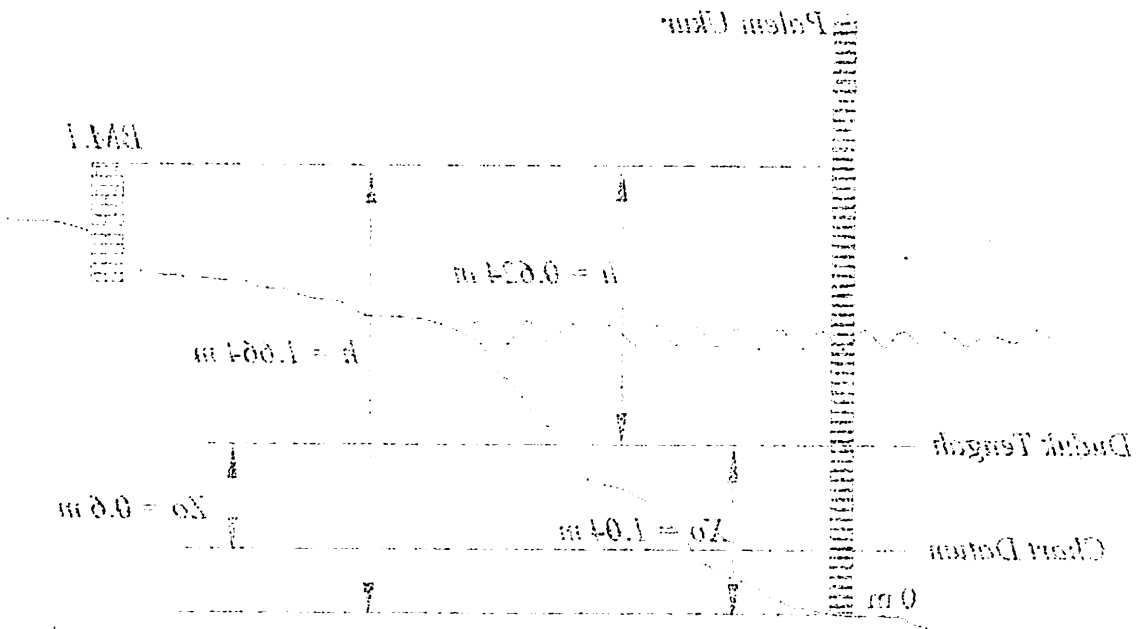
1. Penentuan posisi titik permukaan dan navigasi

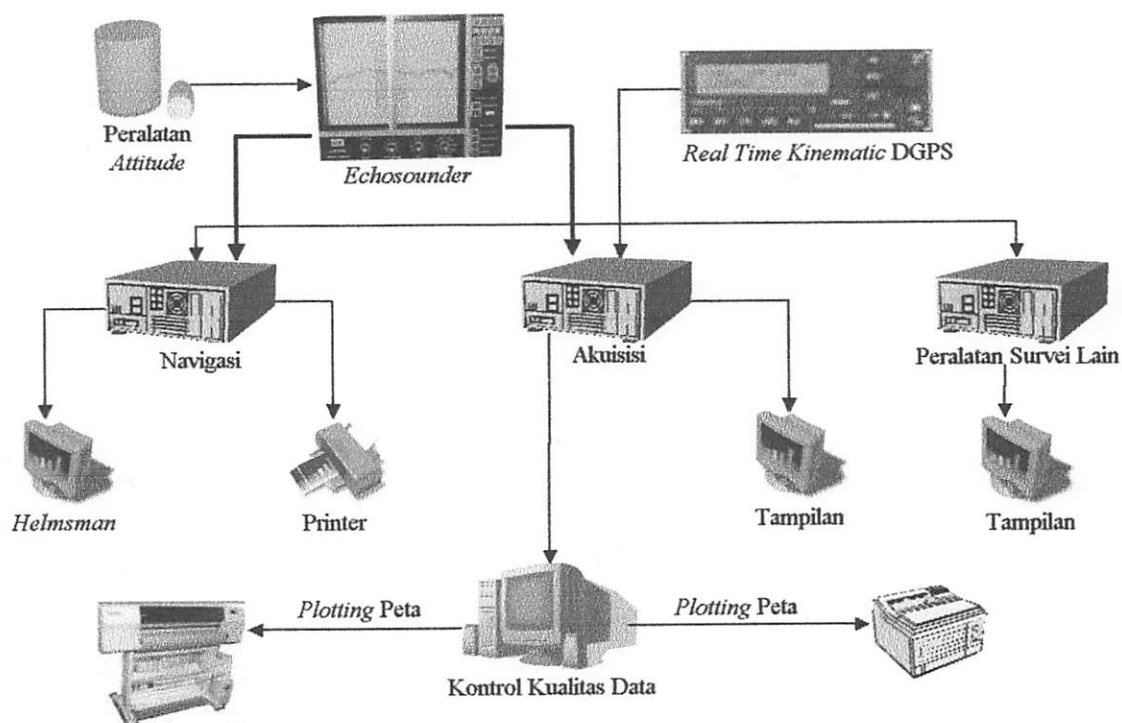
yakni

Pada pelaksanaan survei batimetri akan menjelaskan beberapa pekerjaan

3.2.3. Pelaksanaan Survei Batimetri

Gambar 3.4: Kedudukan BM 1 Terhadap Chart Datum di Stasiun Pasut Meninggal



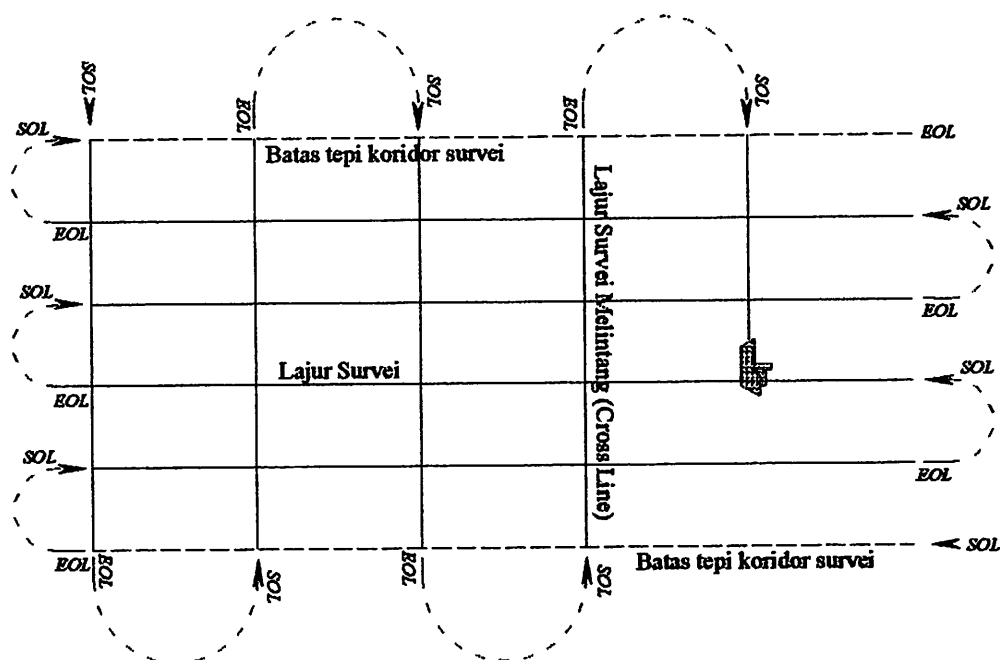


Gambar 3.5: Sistem Navrec

Sistem Navrec merupakan sistem yang dikembangkan untuk membantu dan mempermudah proses akuisisi data batimetri (posisi horisontal dan kedalaman) secara *real time*. Dengan demikian, fungsi Sistem Navrec adalah sebagai alat bantu navigasi, dan untuk pengambilan data titik fix pada proses akuisisi data batimetri yang menggabungkan peralatan *C-NAV receiver system* dan *echosounder*. Sistem Navrec ini menjadi pemandu manuver kapal agar tetap pada lajur survei yang telah direncanakan.

Penentuan posisi titik (fix) pemeruman dimulai dari titik awal (*Start of Line / SOL*) dan diakhiri pada titik akhir (*End of Line / EOL*) di sepanjang tiap-tiap lajur survei. (Lihat gambar 3.6.)

Selama kapal berjalan perekaman titik fix ditentukan berdasarkan waktu setiap 5 menit.



Gambar 3.6: Penentuan Start of Line Dan End of Line di Jalur Survei

3.2.2.2. Frekuensi Perekaman Data

Frekuensi perekaman data batimetri sangat menentukan resolusi atau kerapatan data yang dihasilkan. Saat ini sudah banyak peralatan yang mampu menghasilkan data dengan frekuensi lebih baik dari 1 Hz, atau satu set data setiap detik. Untuk mendeteksi obyek yang berdimensi kecil, faktor resolusi/kerapatan data dalam ruang sangat menentukan. (Lihat gambar 3.7.)

04-01-2004	33858	-6.078984000	106.810080333	10.0	6.08	333.5
04-01-2004	33859	-6.078957333	106.810067167	10.0	6.35	333.8
04-01-2004	33900	-6.078931333	106.810054667	10.0	6.20	334.3
04-01-2004	33902	-6.078879000	106.810029167	10.2	6.30	333.9
04-01-2004	33903	-6.078853167	106.810016667	10.2	6.19	334.3
04-01-2004	33904	-6.078826167	106.810004167	10.1	6.38	335.0
04-01-2004	33905	-6.078800333	106.809991667	10.1	6.17	334.3
04-01-2004	33906	-6.078774667	106.809978333	10.2	6.21	332.7
04-01-2004	33908	-6.078722167	106.809953667	10.2	6.07	335.2

Gambar 3.7: Rekaman Set Data Batimetri Setiap Detik

Selain itu resolusi/kerapatan data dalam ruang selain dipengaruhi oleh frekuensi perekaman juga dipengaruhi oleh faktor kecepatan kapal. Untuk

mendapatkan kerapatan data sekitar 2 meter dengan frekuensi perekaman data 1 Hz maka kecepatan kapal tidak boleh melebihi 4 knots. Data mentah (*Raw Data*) batimetri direkam ke dalam format ASCII dengan parameter datum WGS'84. Data mentah ini terdiri dari kolom-kolom parameter yang dipisahkan oleh spasi. Struktur kalimat data mentah tersebut yaitu:

tanggal, jam, lintang, bujur, kedalaman laut, kecepatan kapal, arah.

3.2.2.3. Survei Topometri

Survei topometri adalah pengukuran data batimetri pada wilayah survei dengan kedalaman kurang dari 1 meter hingga batas garis pantai beserta detail topografi di lokasi titik *Land Fall* dengan luas wilayah sekitar 100 meter x 500 meter. Penentuan posisi dilaksanakan dengan metode *DGPS kinematic (post processing)*. Untuk pengukuran kedalaman menggunakan metode *Sounding Pole*.

3.2.2.4. Pengolahan Data

Pengolahan data batimetri dimaksudkan untuk mengeliminir noise/bising, menyamakan referensi dengan mengeliminir pengaruh pasut, mengoreksi *offset* transduser terhadap antena GPS, mengoreksi kecepatan suara, transformasi koordinat, untuk menghasilkan kualitas data yang baik. Beberapa tahap pengolahan data batimetri akan dijelaskan beserta diagram alirnya. (Lihat gambar 3.8.)

mendapatkan kecepatan data sekitar 2 meter dengan frekuensi pemukiman data 1 Hz maka kecepatan kapal tidak boleh melebihi 4 knot. Data mentah (Raw Data) disimpan di dalam ke dalam format ASCII dengan parameter datum WGS'84. Data mentah ini terdiri dari kolom-kolom parameter yang dipisahkan oleh spasi. Struktur kalimat data mentah tersebut yaitu:

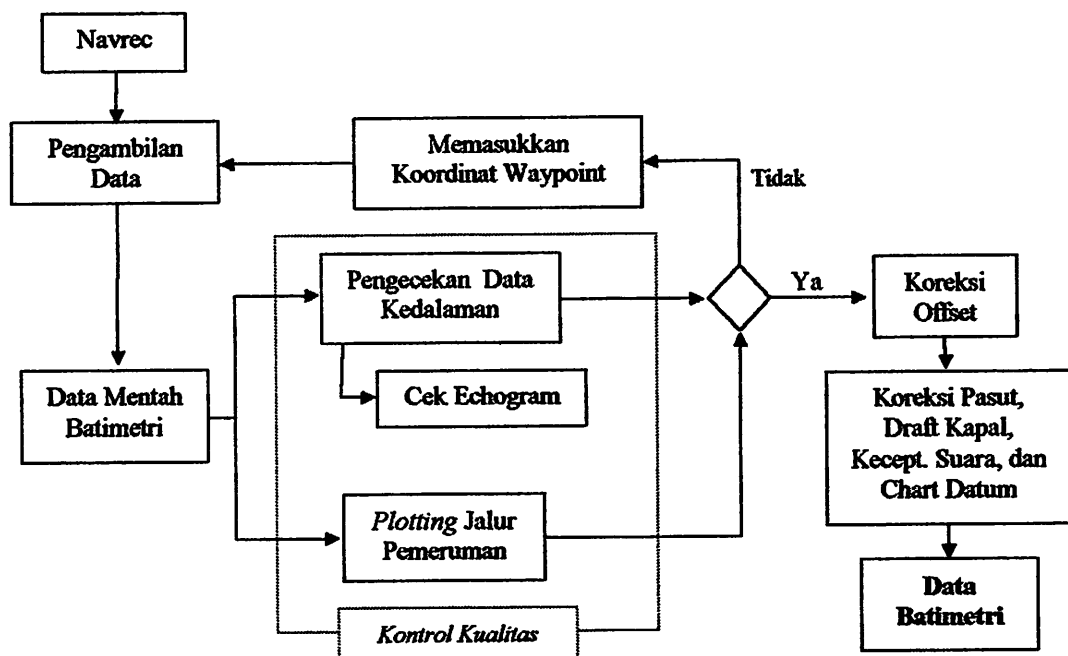
tanggal, jam, lintang, bujur, kedalaman laut, kecepatan kapal, arah.

3.2.3.3. Survei Topometri

Survei topometri adalah pengukuran data bathimetri pada wilayah survei dengan kedalaman kurang dari 1 meter hingga batas garis pantai beserta detail topografi di lokasi titik Land Fall dengan luas wilayah sekitar 100 meter x 500 meter. Penentuan posisi dilaksanakan dengan metode DGPS kinematic (post processing). Untuk pengukuran kedalaman menggunakan metode Sounding Pole.

3.2.3.4. Pengolahan Data

Pengolahan data bathimetri dimaksudkan untuk menghilangkan noise/noise, menyamakan referensi dengan menghilangkan pengaruh pasang, mengoreksi offset transduser terhadap antena GPS, mengoreksi kecepatan arus, transformasi koordinat untuk menghasilkan kualitas data yang baik. Beberapa tahap pengolahan data bathimetri akan dijelaskan beserta diagram alirannya. (Lihat gambar 3.8.)



Gambar 3.8: Diagram Alir Pengolahan Data Batimetri

a. Pengecekan Data Kedalaman

Pengecekan data kedalaman merupakan proses *filtering* terhadap anomali data kedalaman yang disebabkan bising (*noise*). Keberadaan *noise* pada data tidak bisa dihindari karena disebabkan gangguan transmisi sinyal data dari alat (*echosounder* atau dari *receiver* GPS) ke komputer akuisisi atau bisa juga ditimbulkan karena kondisi lapangan.

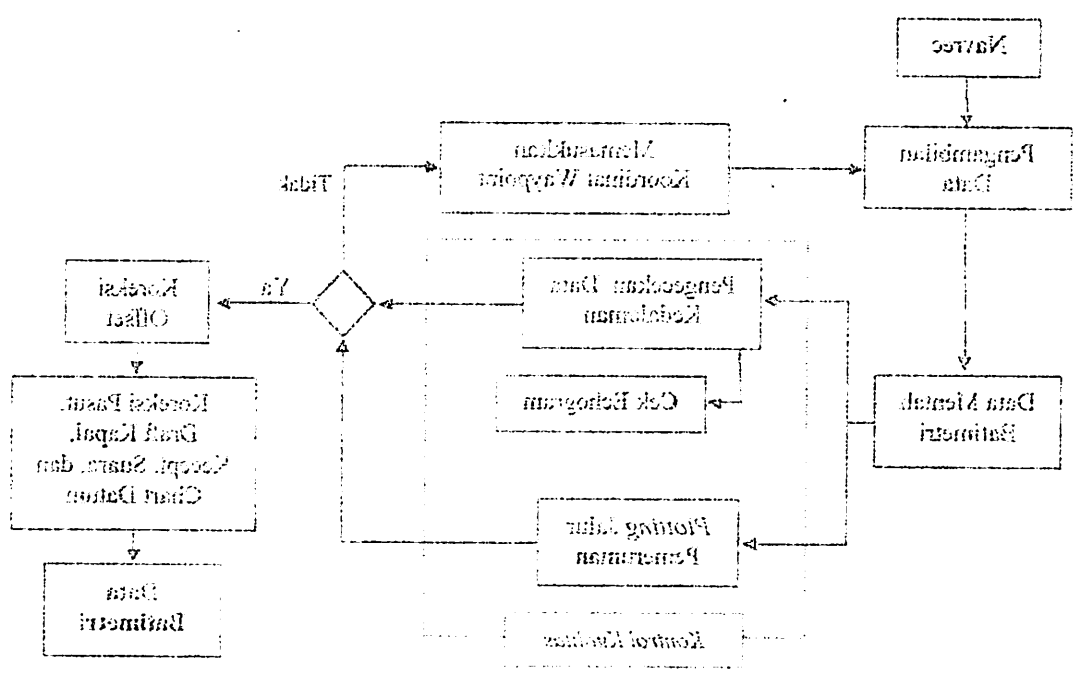
Umumnya kesalahan data terjadi pada data kedalaman sedangkan kesalahan pada data posisi horisontal jarang sekali terjadi. Untuk mengoreksi, jika ada satu data kedalaman yang perbedaannya besar dengan data kedalaman sebelum dan sesudahnya, maka data kedalaman ini dicurigai sebagai data kedalaman yang salah. (Lihat gambar 3.9.) Hal ini ditandai dengan adanya suatu grafik berfluktuasi tinggi pada satu data kedalaman tersebut. Secara otomatis data ini dihilangkan. Jika terdapat suatu grafik berfluktuasi tinggi pada lebih dari satu data kedalaman secara berurutan yang perbedaannya besar

pada lebih dari satu data kedalaman secant peruntukan yang perbedaannya besar secara otomatis data ini diabaikan. Jika terdapat suatu grafik perfukansi tinggi adanya suatu grafik perfukansi tinggi pada satu data kedalaman tersebut sebagai data kedalaman yang salah. (Lihat gambar 3.9). Hal ini ditandai dengan kedalaman sebelum dan sesudahnya, maka data kedalaman ini dianggap jika ada satu data kedalaman yang perbedaannya besar dengan data kedalaman pada posisi horizontal yang sama. Untuk mengoreksi umumnya kesalahan data terjadi pada data kedalaman sedangkan ditimbulkan karena kondisi lapangan.

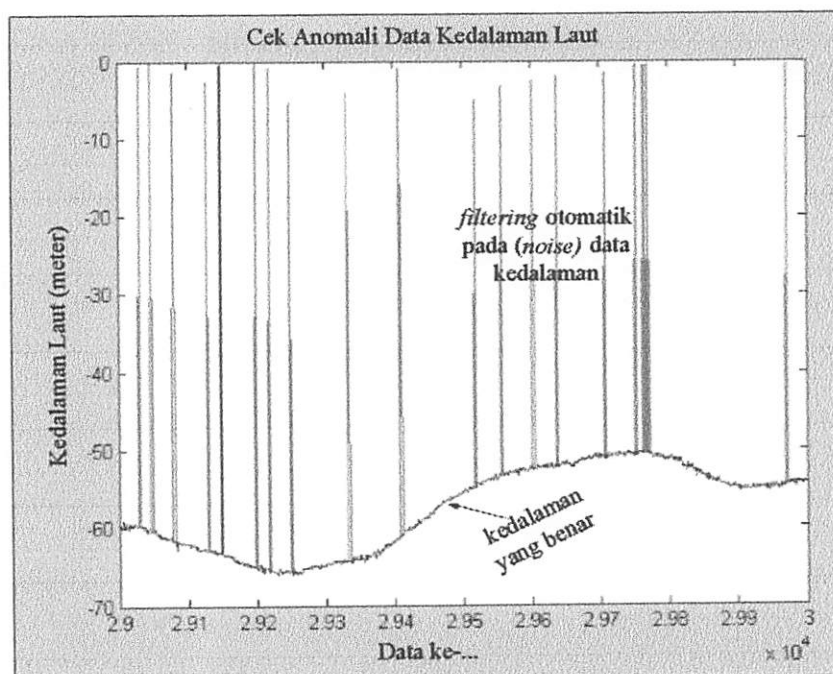
(echosounder atau dari receiver GPS) ke komputer akuisisi atau bisa juga tidak bisa dihindari karena disebabkan gangguan transmisi sinyal data dari alat data kedalaman yang disebabkan piling (noise). Keberadaan noise pada data Pengoreksi data kedalaman merupakan proses filtering terhadap anomali

a. Pengoreksi Data Kedalaman

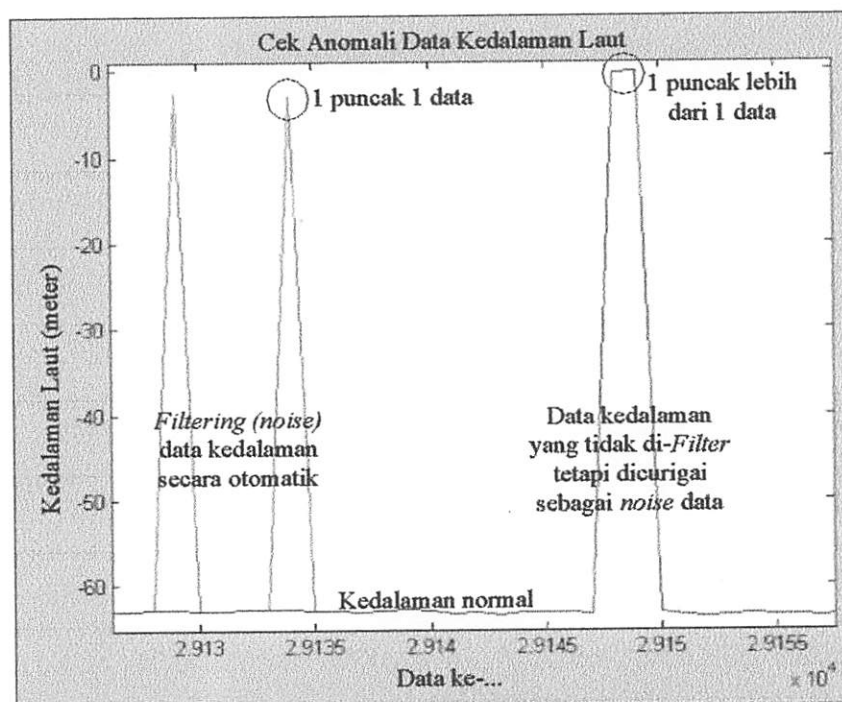
Gambar 3.8: Diagram Alir Pengolahan Data Batimetri



dari data kedalaman sebelum dan sesudahnya, maka data ini mempunyai kemungkinan benar atau salah (*noise*) sehingga tidak secara langsung dihilangkan oleh program komputer.

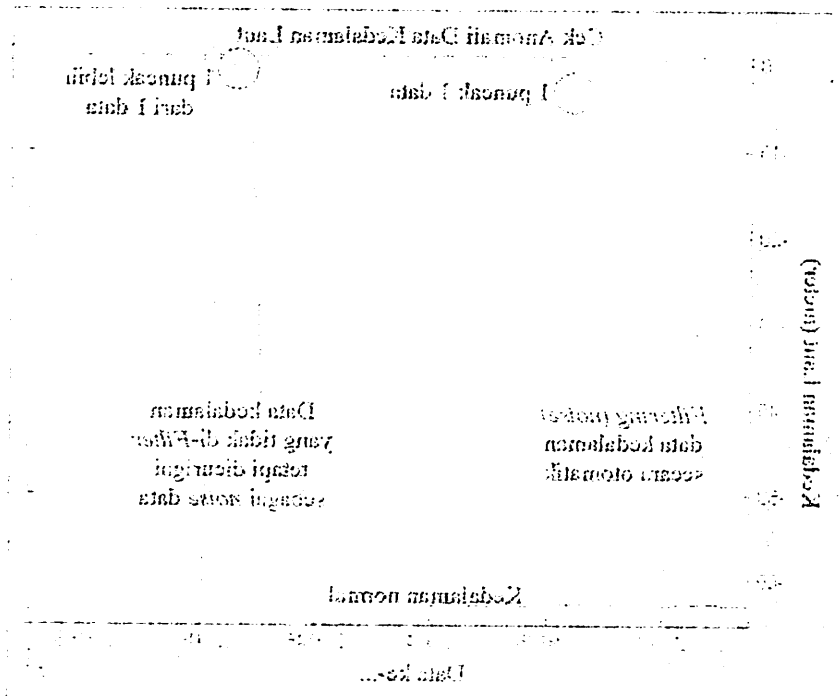


Gambar 3.9: Grafik Anomali Data Kedalaman

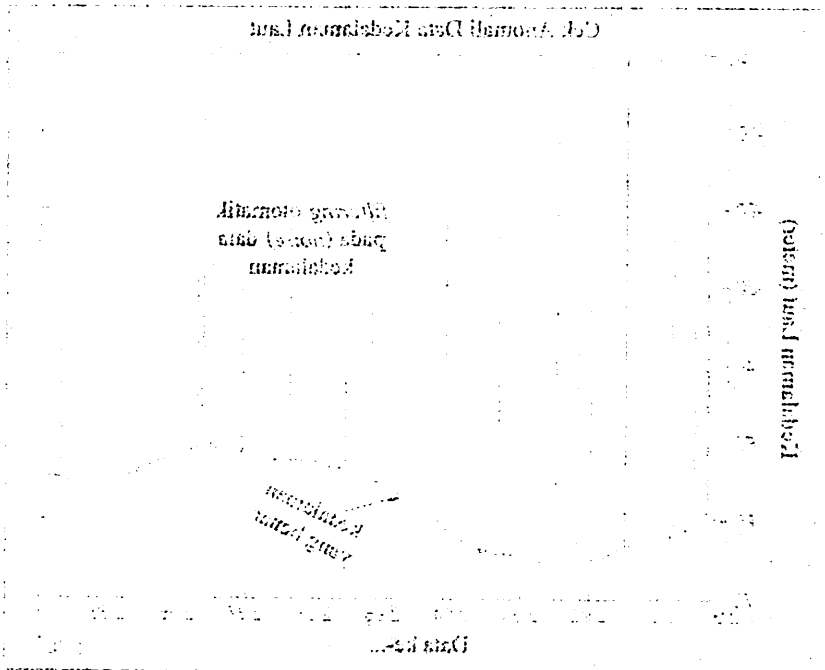


Gambar 3.10: Data Kedalaman yang Dicurigai Sebagai Kesalahan Memiliki 2 Grafik Puncak

Gambar 3.10: Data Kedalaman yang Dicurigai Sebagai Kesalahan Memiliki Grafik Puncak



Gambar 3.9: Grafik Anomali Data Kedalaman



dilakukan oleh program komputer.

kemungkinan besar atau salah (noise) sehingga tidak secara langsung dari data kedalaman sebelum dan sesudahnya, maka data ini mempunyai

Yang harus dilakukan adalah mengecek data digital tersebut dengan data yang direkam oleh kertas *echograph*. Dengan menyesuaikan waktu perekaman data antara data digital dan data kertas *echograph*, dapat ditentukan kondisi kedalaman tersebut apakah benar (sesuai antara data digital dan data pada kertas *echograph*) atau merupakan *noise* sinyal data.

No.	Timur (meter)	Utara (meter)	Kedalaman (meter)	Waktu
29140	6.3218291290000000e+005	9.3726463364000004e+006	6.289999999999999e+001	6.55170e+004
29141	6.3218111380000005e+005	9.3726484777000006e+006	6.329999999999997e+001	6.55180e+004
29142	6.3218112769999995e+005	9.3726552259000000e+006	6.3100000000000001e+001	6.55210e+004
29143	6.3218113210000005e+005	9.3726573633999992e+006	6.339999999999999e+001	6.55220e+004
29144	6.3218114130000002e+005	9.3726618616000004e+006	6.3200000000000003e+001	6.55240e+004
29145	6.3218114599999995e+005	9.3726641116000004e+006	6.3100000000000001e+001	6.55250e+004
29146	6.3218115040000004e+005	9.3726662473000009e+006	6.3200000000000003e+001	6.55260e+004
29147	6.3217935149999999e+005	9.3726685010000002e+006	6.329999999999997e+001	6.55270e+004
29148	6.3217935609999998e+005	9.3726707510000002e+006	4.0000000000000002e-001	6.55280e+004
29149	6.3217936979999999e+005	9.3726773867000006e+006	2.0000000000000001e-001	6.55310e+004
29150	6.3217937439999997e+005	9.3726796348999999e+006	6.3200000000000003e+001	6.55320e+004
29151	6.3217937890000001e+005	9.3726817723999992e+006	6.339999999999999e+001	6.55330e+004
29152	6.3217938350000000e+005	9.3726840223999992e+006	6.3600000000000001e+001	6.55340e+004
29153	6.3217938809999998e+005	9.3726862723999992e+006	6.339999999999999e+001	6.55350e+004
29154	6.3217939249999996e+005	9.3726884081999995e+006	6.329999999999997e+001	6.55360e+004
29155	6.3217759550000005e+005	9.3726906619000006e+006	6.339999999999999e+001	6.55370e+004

Gambar 3.11: Nomor Urut dan Data Kedalaman yang Dicurigai (font tebal)

b. Plotting Jalur Pemeruman

Penyajian (*plotting*) data batimetri untuk mengetahui secara langsung pada layar monitor jalur *sounding* yang telah ditempuh oleh kapal. Penyajian sistem koordinat titik-titik pemeruman dikonversi dari WGS'84 ke sistem koordinat UTM. (Lihat gambar 3.12).

Kedalaman tersebut apakah benar (sesuai antara data digital dan data pada data antara data digital dan data kertas echograph, dapat ditentukan kondisi yang diberikan oleh kertas echograph. Dengan menyesuaikan waktu perekaman yang harus dilakukan adalah mengecek data digital tersebut dengan data kertas echograph) atau merupakan noise sinyal data.

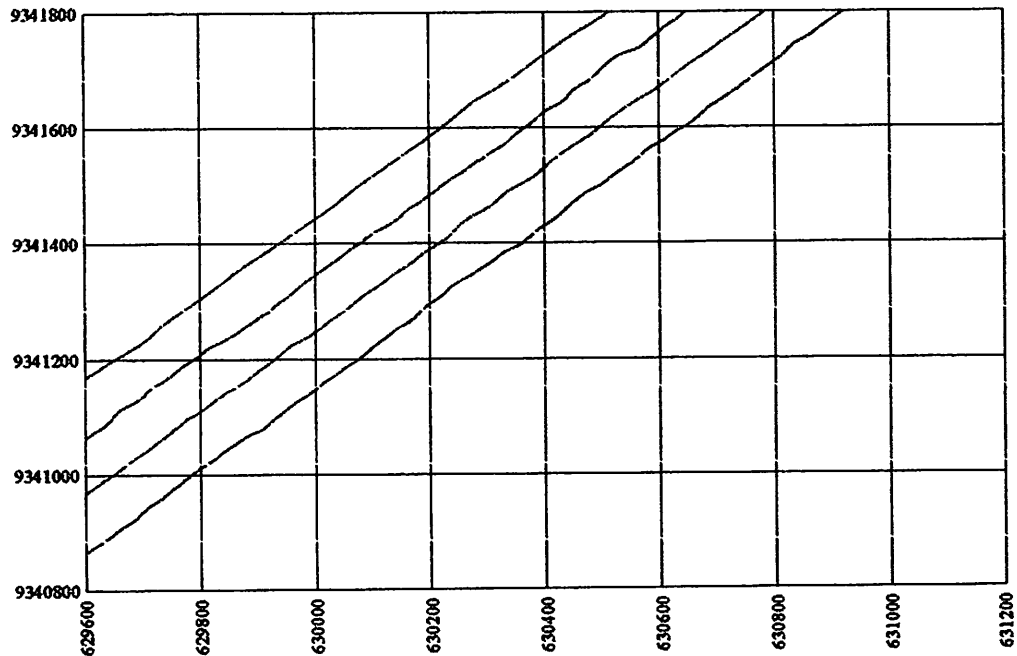
No.	Timur (meter)	Utara (meter)	Kedalaman (meter)	Waktu
29140	0.3218291290000000e+002	0.3235466840000000e+002	0.3300000000000000e+001	0.55170e+004
29141	0.3218111980000000e+002	0.3235461770000000e+002	0.3299999999999999e+001	0.55180e+004
29142	0.3218111370000000e+002	0.3235523250000000e+002	0.3100000000000000e+001	0.55210e+004
29143	0.3218113210000000e+002	0.3235573630000000e+002	0.3300000000000000e+001	0.55220e+004
29144	0.3218114130000000e+002	0.3235818610000000e+002	0.3200000000000000e+001	0.55240e+004
29145	0.3218114590000000e+002	0.3235841180000000e+002	0.3100000000000000e+001	0.55250e+004
29146	0.3218115040000000e+002	0.3235892470000000e+002	0.3200000000000000e+001	0.55260e+004
29147	0.3217981490000000e+002	0.3235885010000000e+002	0.3200000000000000e+001	0.55270e+004
29148	0.3217983090000000e+002	0.3235707510000000e+002	0.0000000000000000e+001	0.55280e+004
29149	0.3217983790000000e+002	0.3235738670000000e+002	0.0000000000000000e+001	0.55310e+004
29150	0.3217987400000000e+002	0.3235738634800000e+002	0.3200000000000000e+001	0.55320e+004
29151	0.3217987500000000e+002	0.3235817720000000e+002	0.3200000000000000e+001	0.55330e+004
29152	0.3217987500000000e+002	0.3235840220000000e+002	0.3300000000000000e+001	0.55340e+004
29153	0.3217987500000000e+002	0.3235892720000000e+002	0.3200000000000000e+001	0.55350e+004
29154	0.3217987400000000e+002	0.3235840810000000e+002	0.3200000000000000e+001	0.55360e+004
29155	0.3217987500000000e+002	0.3235892190000000e+002	0.3200000000000000e+001	0.55370e+004

Gambar 3.11: Nomor Urut dan Data Kedalaman yang Diinput (font tebal)

d. Plotting Jalur Pemeraman

Penyajian (plotting) data bathimetri untuk mengetahui secara langsung pada layar monitor jalur sounding yang telah ditempuh oleh kapal. Penyajian sistem koordinat titik-titik pemeraman dikonversi dari WGS'84 ke sistem koordinat UTM.

(Lihat gambar 3.12).



Gambar 3.12: Plotting Jalur Pemeruman

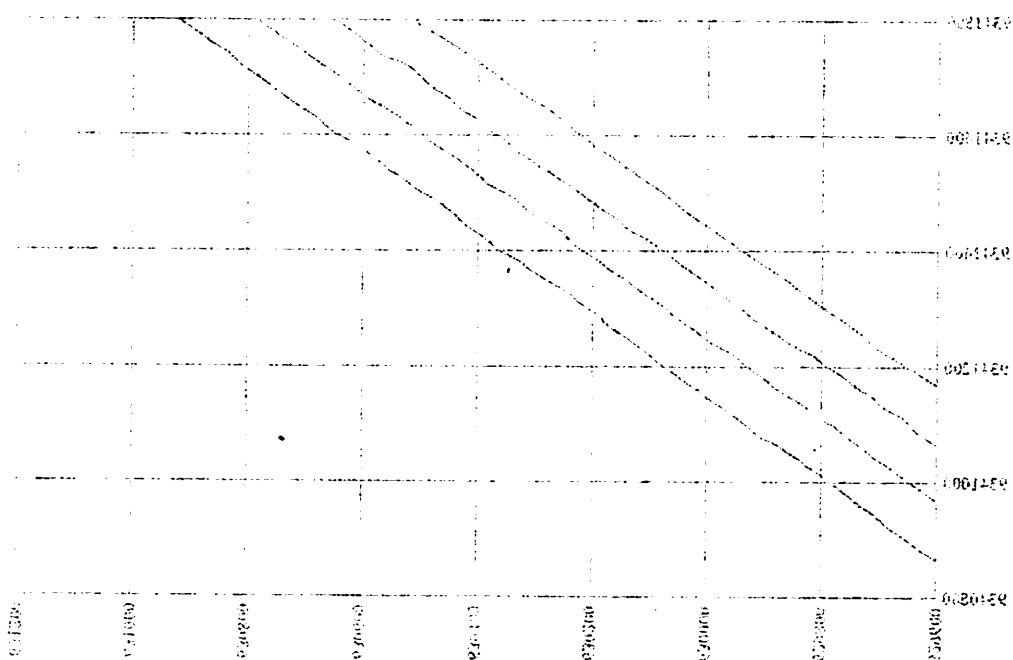
3.2.3. Pelaksanaan Penelitian Dasar Laut

Selain data kedalaman laut (batimetri) secara kuantitatif, maka diperlukan data-data kualitatif yang dapat menunjangnya. Investigasi atau penelitian dasar laut sangat dibutuhkan untuk keperluan perencanaan jalur pipa dasar laut. Untuk itu, dilakukan beberapa survei, yakni:

1. Survei side scan sonar
2. Survei sub-bottom profiling
3. Survei magnetometer
4. Pengukuran arus
5. Pengambilan contoh sedimen dan contoh air laut

3.2.3.1. Pelaksanaan Survei Side Scan Sonar

Survei *Side Scan Sonar* dilaksanakan secara bersama dengan survei batimetri. Survei ini melalui lajur survei yang sama dengan lajur survei batimetri dengan interval 20 meter tetapi tidak dilaksanakan pada lajur survei melintang (*cross section*). Lebar sapuan sonar (*slant range*) dapat diatur sesuai dengan



Gambar 3.12: Plotting Jalur Pergerakan

3.2.3. Pelaksanaan Penelitian Dasar Laut

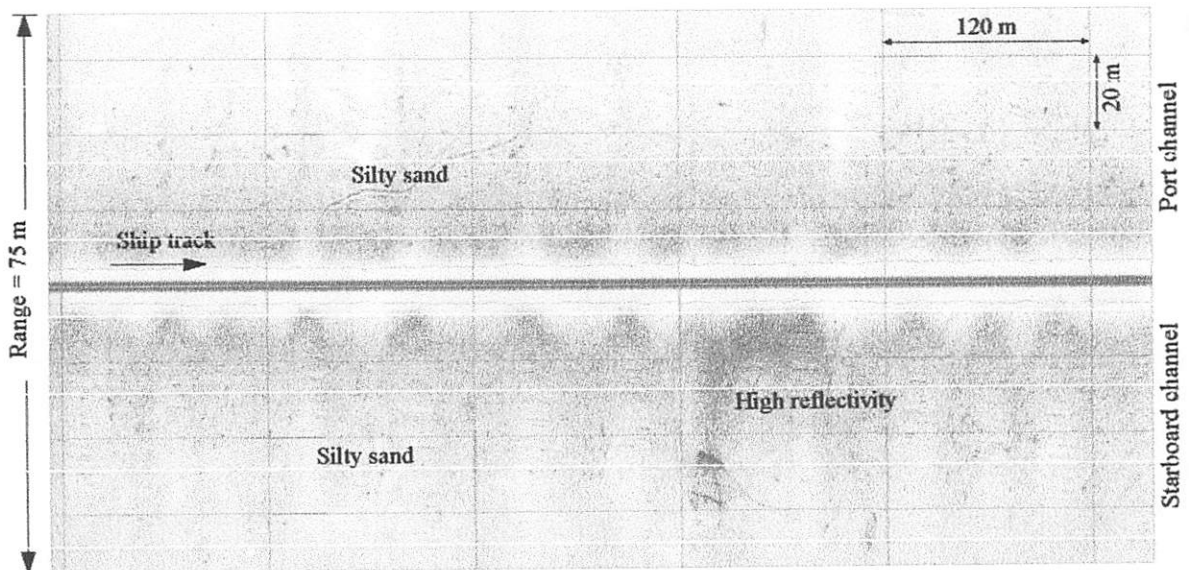
Selain data kedalaman laut (batimetri) secara kualitatif, maka dibutuhkan data-data kualitatif yang dapat menunjangnya. Investigasi atau penelitian dasar laut sangat dibutuhkan untuk kebutuhan perencanaan jalur pipa dasar laut. Untuk itu, dilakukan beberapa survei, yakni:

1. Survei side scan sonar
2. Survei sub-bottom profiling
3. Survei magnetometer
4. Pengukuran arus
5. Pengambilan contoh sedimen dan contoh air laut

3.2.3.1. Pelaksanaan Survei Side Scan Sonar

Survei Side Scan Sonar dilaksanakan secara bersama dengan survei batimetri. Survei ini melalui jalur survei yang sama dengan jalur survei batimetri dengan interval 20 meter tetapi tidak dilaksanakan pada jalur survei melintang (cross section). Lebar sapuan sonar (swath range) dapat diatur sesuai dengan

kedalaman dan kemiringan permukaan dasar laut agar menghasilkan data yang saling bertampakan dengan data yang ada di lajur survei di sampingnya. (Lihat gambar 3.13.)



Gambar 3.13: Rekaman Side Scan Sonar di KP.96

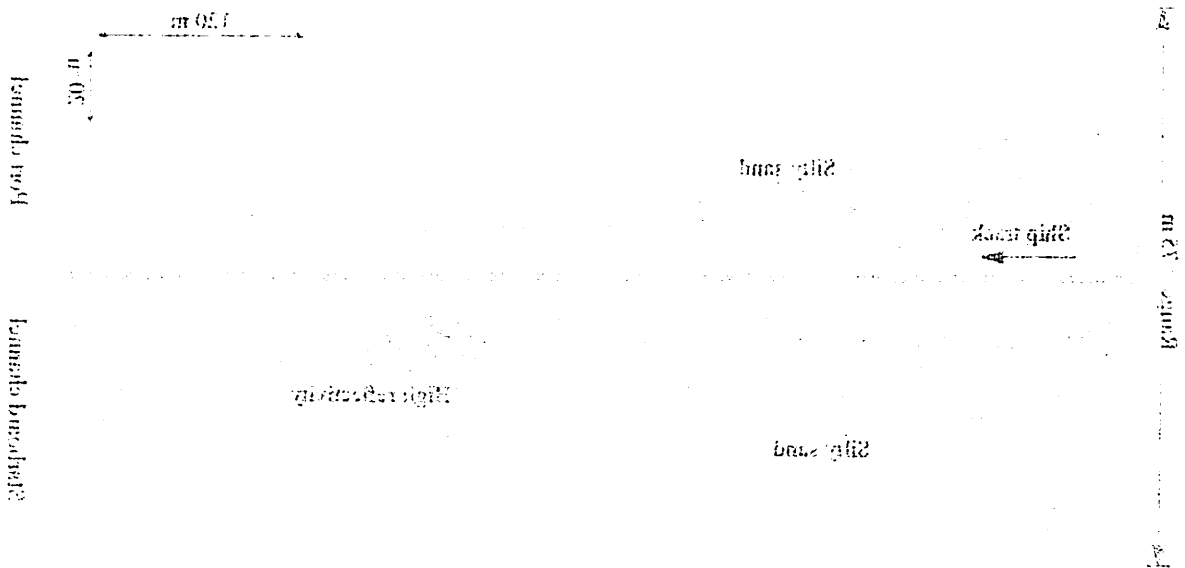
Cara pengoperasian 'tow fish' side scan sonar yakni ditarik oleh kapal survei dengan menggunakan kabel yang dapat diatur (ditarik atau diulur) panjangnya. Ketika dioperasikan, 'tow fish' dijaga agar tidak kandas atau tidak terlalu tinggi dari permukaan dasar laut dengan cara mengatur laju kapal survei sebesar 4 knots. Jika *slant range* pendek dan ketinggian 'tow fish' terhadap permukaan dasar laut rendah maka daerah yang diliput oleh pancaran sonar pada lajur survei semakin kecil dan besar pertampakan dengan data liputan pada lajur di sampingnya juga semakin kecil.

3.2.3.2. Pelaksanaan Survei Sub-Bottom Profiling

Sebagai data penunjang (geologi), maka dilaksanakan survei *sub-bottom profiling* yang dilaksanakan secara bersamaan dengan survei batimetri dan

kedalaman dan kemiringan permukaan dasar laut agar menghasilkan data yang saling berimbang dengan data yang ada di jalur survei di sampingnya. (Lihat

Gambar 3.13.)



Gambar 3.13. Rangkaian Side Scan Sonar di KP.98

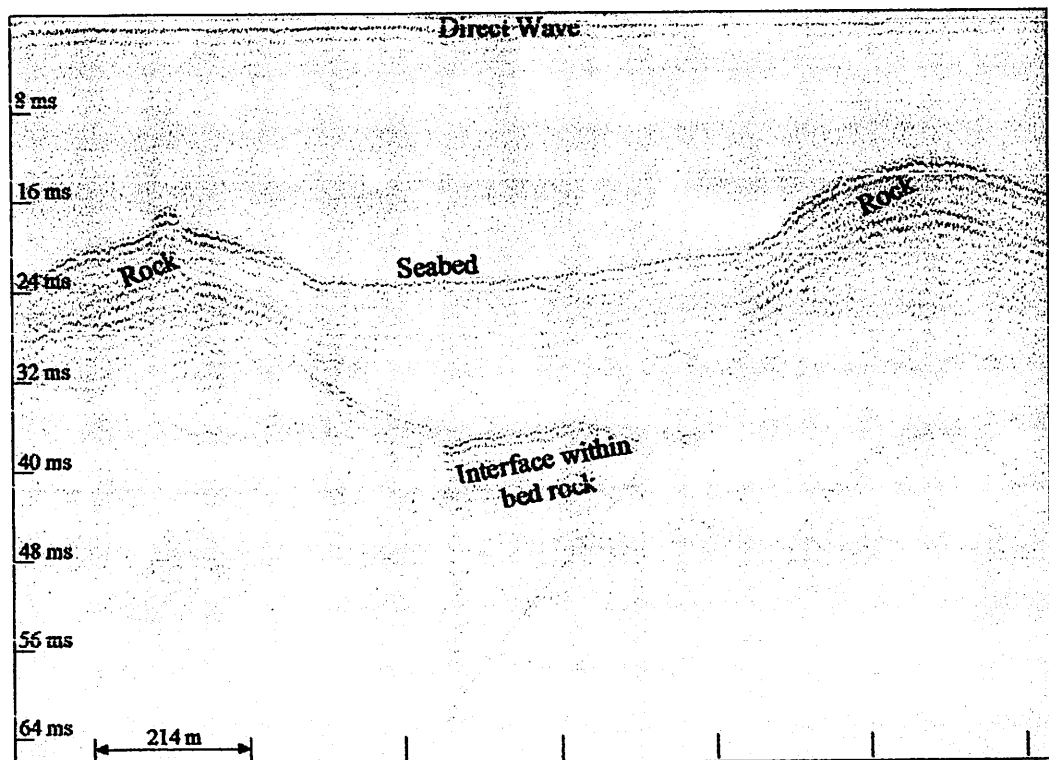
Cara pengoperasian 'tow fish' side scan sonar yakni ditarik oleh kapal survei dengan menggunakan kabel yang dapat ditarik (ditarik atau ditarik) penjurangnya. Ketika dioperasikan 'tow fish' dijangka agar tidak kandas atau tidak terhalang tinggi dari permukaan dasar laut dengan cara mengatur jalur kabel survei sebesar 4 knot. Jika lambat sangat pendek dan ketegangan 'tow fish' terhadap permukaan dasar laut rendah maka daerah yang diliput oleh pancaran sonar pada jalur survei semakin kecil dan besar pertambahan dengan data liputan pada jalur di sampingnya juga semakin kecil.

3.2.3.2. Pelaksanaan Survei Sub-Bottom Profiling

Seperti data penjurang (geologi) maka dilaksanakan survei sub-bottom profiling yang dilaksanakan secara bersamaan dengan survei bathimetri dan

survei *side scan sonar*. Jadi lajur survei ini sama dengan lajur survei yang ditempuh oleh *echosounder* dan *side scan sonar*.

Pengoperasian alat *sub-bottom profiler* dengan cara ditarik oleh kapal survei menggunakan kabel penarik dengan panjang tertentu. Alat ini terdiri dari dua bagian, yakni sumber suara (*source*) dan detektor suara (*hydrophone*). Prinsip kerja alat ini ialah sumber suara memancarkan gelombang akustik ke dasar laut dengan frekuensi rendah, kemudian gelombang akustik tersebut sebagian akan dibiaskan dan sebagian lagi dipantulkan kembali oleh lapisan-lapisan tanah atau batuan dengan sudut tertentu ke arah *hydrophone* dan direkam oleh rangkaian *hydrophone* tersebut. (Lihat gambar 3.14.)



Gb. 3.14: Rekaman Sub-Bottom Profiler di KP.17

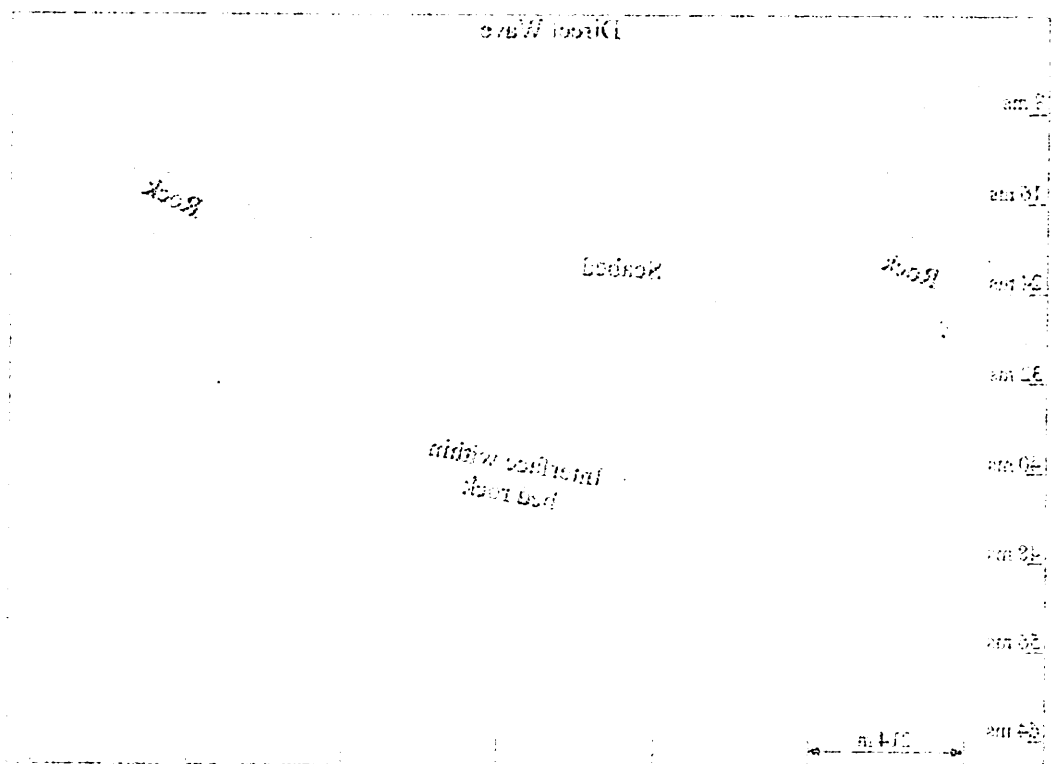
3.2.3.3. Pelaksanaan Survei Magnetometer

Sebagai data penunjang (geofisika), maka dilakukan survei *magnetometer*. Survei ini tidak dilakukan secara bersama dengan survei *side scan sonar*

Survei ini tidak dilakukan secara bersama dengan survei side scan sonar. Sebagai data penunjang (geofisika), maka dilakukan survei magnetometer.

3.2.3.3. Pelaksanaan Survei Magnetometer

Gd. 3.14: Rekaman Sub-Bottom Profiler di KP.17

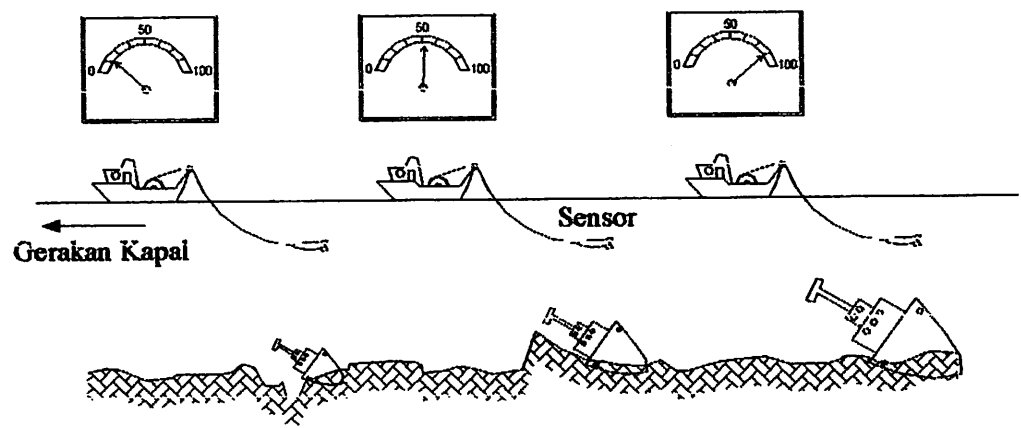


direkam oleh tangkalian hydrophone tersebut. (Lihat gambar 3.14.)

Isolasi tanah atau batuan dengan sudut tertentu ke arah hydrophone dan sebagian akan dipantulkan dan sebagian lagi dipantulkan kembali oleh lapisan-lapisan laut dengan frekuensi rendah, kemudian gelombang akustik tersebut ke prinsip kerja alat ini ialah sumber suara memancarkan gelombang akustik ke dua bagian, yakni sumber suara (source) dan detektor suara (hydrophone). Survei menggunakan kabel penarik dengan panjang tertentu. Alat ini terdiri dari Pengoperasian alat sub-bottom profiler dengan cara ditarik oleh kapal dilempuri oleh echosounder dan side scan sonar.

survei side scan sonar. Jadi jalur survei ini sama dengan jalur survei yang

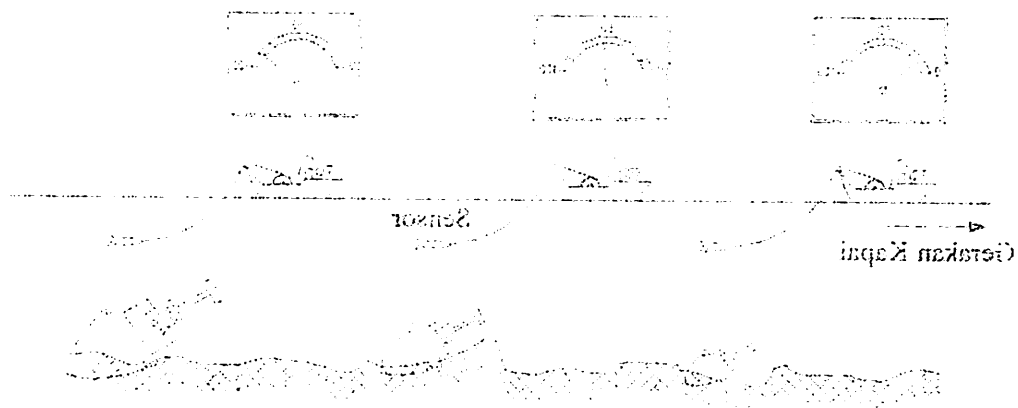
maupun *sub-bottom profiling* melainkan dilaksanakan secara tersendiri. Hal ini disebabkan karena radiasi magnetik yang dipancarkan oleh *magnetometer* dapat mengganggu sensor peralatan lainnya. *Magnetometer* dengan sensitifitas deteksi ± 1 gamma dijalankan pada lajur tertentu yang telah dipilih. Prinsip kerja *magnetometer* sama dengan *side scan sonar* yakni *tow fish* ditarik menggunakan kabel oleh kapal survei dengan kecepatan sekitar 4 knots agar '*fish*' tidak kandas atau tidak berada di permukaan air laut. Ketika kapal berjalan pada lajur-lajur survei yang telah ditentukan, radiasi magnetik dari *magnetometer* mendeteksi adanya benda-benda atau obyek-obyek berlogam yang ada di sepanjang lajur survei. Anomali-anomali yang berhasil dideteksi secara signifikan selanjutnya diidentifikasi dan ditandai lokasinya. (Lihat gambar 3.15.)



Gambar 3.15: Anomali Magnetik yang Terekam Oleh Sensor Magnetometer

Easting	Northing	Field	Signal Level	Depth (m)	Altitude (m)	Date	Line Number
786602.77	9147044.30	45101.98	520.00	0.000000	0.000000	16.013420	102026,0
786603.71	9147046.16	45100.99	520.00	0.000000	0.000000	16.013891	102026,0
786606.13	9147047.67	45099.58	516.00	0.000000	0.000000	16.014456	102026,0
786611.07	9147046.25	45098.77	520.00	0.000000	0.000000	16.015005	102026,0
786616.67	9147044.03	45098.10	516.00	0.000000	0.000000	16.015556	102026,0
786620.47	9147043.83	45097.43	512.00	0.000000	0.000000	16.016119	102026,0
786622.13	9147046.91	45096.54	512.00	0.000000	0.000000	16.016670	102026,0
786619.66	9147057.17	45095.84	512.00	0.000000	0.000000	16.017233	102026,0
786624.09	9147055.56	45093.37	512.00	0.000000	0.000000	16.017784	102026,0
786635.68	9147046.58	45092.13	512.00	0.000000	0.000000	16.018333	102026,0

maupun sub-bottom profiling melainkan dilaksanakan secara tersendiri. Hal ini disebabkan karena radiasi magnetik yang dipancarkan oleh magnetometer dapat mengganggu sensor sistem lainnya. Magnetometer dengan sensitivitas defekasi ± 1 gamma dilaksanakan pada jalur tertentu yang telah dipilih. Misalnya ketika magnetometer sama dengan side scan sonar yakni tow fish ditarik menggunakan kabel oleh kapal survei dengan kecepatan sekitar 4 knots agar tidak terdampar atau tidak berada di permukaan air laut. Ketika kapal berjalan pada jalur survei yang telah ditentukan, radiasi magnetik dari magnetometer mendeteksi adanya benda-benda atau objek-objek berlogam yang ada di sepanjang jalur survei. Anomali-anomali yang terdeteksi secara signifikan selanjutnya diidentifikasi dan ditandai lokasinya. (Lihat Gambar 3.15).

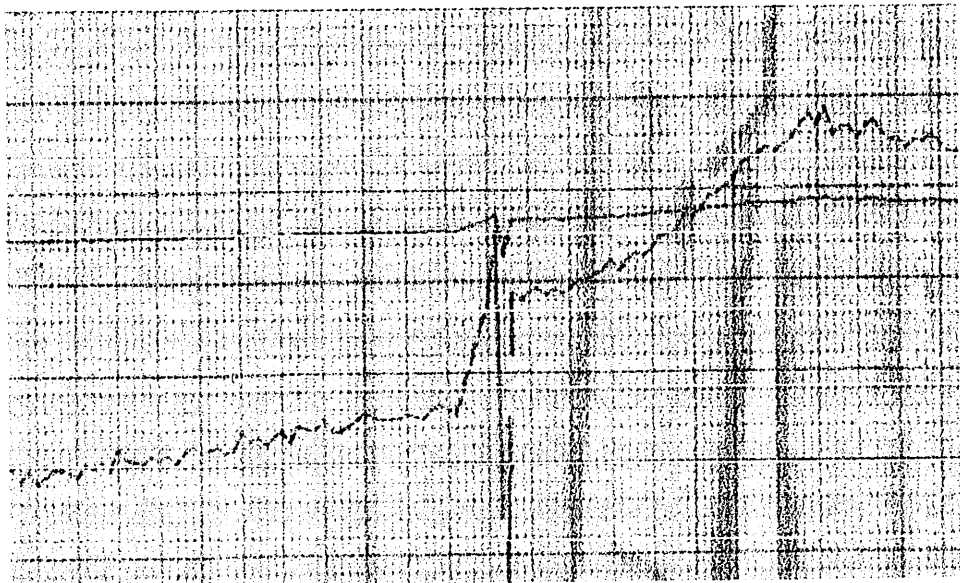


Gambar 3.15: Anomali Magnetik yang Terdeteksi oleh Sensor Magnetometer

Line Number	Date	Altitude (m)	Depth (m)	Signal (Ave)	Field	Northing	Eastng
102028.0	18.01.1983	0.00000	0.00000	520.00	45101.98	9147044.30	788802.77
102029.0	18.01.1983	0.00000	0.00000	520.00	45100.99	9147046.19	788803.71
102029.0	18.01.1983	0.00000	0.00000	518.00	45099.98	9147047.07	788804.13
102029.0	18.01.1983	0.00000	0.00000	520.00	45098.77	9147048.25	788811.07
102029.0	18.01.1983	0.00000	0.00000	516.00	45098.10	9147044.09	788816.87
102029.0	18.01.1983	0.00000	0.00000	512.00	45097.43	9147043.83	788820.47
102029.0	18.01.1983	0.00000	0.00000	512.00	45096.54	9147046.91	788822.13
102029.0	18.01.1983	0.00000	0.00000	512.00	45095.84	9147057.17	788819.98
102029.0	18.01.1983	0.00000	0.00000	512.00	45093.37	9147052.58	788824.09
102029.0	18.01.1983	0.00000	0.00000	512.00	45092.13	9147046.58	788832.98

786640.96	9147046.46	45090.65	520.00	0.000000	0.000000	16.018898	102026,0
786641.27	9147050.83	45089.45	516.00	0.000000	0.000000	16.019447	102026,0
786639.07	9147057.72	45087.97	520.00	0.000000	0.000000	16.020012	102026,0
786637.75	9147066.42	45086.35	524.00	0.000000	0.000000	16.020557	102026,0
786641.21	9147066.33	45082.79	524.00	0.000000	0.000000	16.021126	102026,0
786651.71	9147058.64	45081.59	512.00	0.000000	0.000000	16.021671	102026,0
.....							

Tabel 3.10: Data Rekaman Magnetometer



Gambar 3.16: Anomali Magnetik

3.2.4. Pengambilan Dan Analisa Contoh Air Laut

Sebagai data penunjang (lingkungan) maka dilakukan pengambilan contoh air laut pada lokasi-lokasi stasion pengambilan air laut (*sea water sampling*) yang telah ditentukan. Contoh air diambil dari kolom air dengan jumlah minimum 1 liter kemudian dikemas sedemikian rupa sehingga aman dan dapat dianalisa di laboratorium. Data yang perlu dicantumkan pada botol penyimpanan air adalah:

- Nomor contoh
- Tanggal dan waktu pengambilan contoh
- Lokasi contoh
- Keadaan pengambilan

78840.88	9147046.48	45090.85	520.00	0.000000	0.000000	16.018898	102028.0
78841.27	9147050.83	45059.45	518.00	0.000000	0.000000	16.019447	102028.0
78839.07	9147057.72	45087.97	520.00	0.000000	0.000000	16.020512	102028.0
78837.75	9147066.42	45086.35	524.00	0.000000	0.000000	16.020527	102028.0
78841.21	9147068.33	45082.79	524.00	0.000000	0.000000	16.021128	102028.0
78851.71	9147058.64	45081.59	512.00	0.000000	0.000000	16.021671	102028.0

Tabel 3.10: Data Rekaman Magnetometer

Gambar 3.16: Anomali Magnetik

3.2.4. Pengambilan Dan Analisa Contoh Air Laut

Sebagai data penunjang (lingkungan) maka dilakukan pengambilan contoh air laut pada lokasi-lokasi stasiun pengambilan air laut (see water sampling) yang telah ditentukan. Contoh air diambil dari kolom air dengan jumlah minimum 1 liter kemudian dikemas sedemikian rupa sehingga aman dan dapat dianalisa di laboratorium. Data yang perlu dicantumkan pada botol penyimpanan air adalah:

- Nomor contoh
- Tanggal dan waktu pengambilan contoh
- Lokasi contoh
- Keadaan pengambilan

3.2.5. Pengambilan Dan Analisa Contoh Sedimen

Sebagai data penunjang (lingkungan) maka dilakukan penyelidikan dan pengambilan sedimentasi di sepanjang jalur survei dengan beberapa metode. Metode pengambilan contoh sedimen tersebut antara lain: *Dredging*, *Coring*, dan *Grabing*.

Pada saat pengambilan contoh sedimen dengan metode *coring*, data *boring hole* harus dicatat di dalam *log sheet* lapangan yang mencakup:

- Tanggal dan waktu mulai serta selesai pengambilan contoh sedimen
- Nomor referensi dari rencana lokasi setiap *boring*
- Nomor contoh
- Bagan kemiringan (elevasi) permukaan dasar laut dari lokasi *boring*
- Sistem klasifikasi sedimen
- Kedalaman pengambilan contoh sedimen
- Tes penetrasi mata *boring (cone)*
- Tes penetrasi standar dari contoh *undisturbed* pada masing-masing interval
- Elevasi air sedimen terukur pada saat *boring* dan 24 jam sesudahnya

Pada saat penyelesaian dan penerimaan pekerjaan lapangan pada masing-masing lokasi, *bore hole* harus diisi dengan material yang tergal sehingga lubang tersebut tidak berbahaya. Areal tempat bekerja hendaknya ditinggalkan dalam keadaan bersih dan diusahakan agar seperti kondisi awal. Kedalaman *boring* ditambah sampai tes penetrasi standar mencapai 50 meter.

Analisa laboratorium untuk masing-masing contoh pengeboran, harus diambil contoh sedimen dengan interval 1.5 meter. Jika contoh kurang dari 1.5 meter, interval dapat disesuaikan. Contoh sedimen sebaiknya disimpan selama 1

meter interval dapat disesuaikan. Contoh sedimen sedangkannya disimpan selama 1

dipambil contoh sedimen dengan interval 1,5 meter. Jika contoh kurang dari 1,5

Analisa laboratorium untuk masing-masing contoh dipercepat, harus

poning diambil sampai tes penetasi standar mencapai 50 meter.

dalam keadaan bersih dan diusahakan agar sebetulnya kondisi awal. Keseluruhan

lubang tersebut tidak berbahaya. Area tempat pengeboran harusnya dilindungi

masing lokasi, bore hole harus diisi dengan material yang tergelati sehingga

Pada saat penyelesaian dan penempatan pekerjaan lapangan pada masing-

- Elevasi air sedimen terukur pada saat poning dan 24 jam sesudahnya

interval

- Tes penetasi standar dari contoh undisturbed pada masing-masing

- Tes penetasi mata poning (cone)

- Keseluruhan pengambilan contoh sedimen

- Sistem klasifikasi sedimen

- Bagian kemiringan (elevation) permukaan dasar laut dan lokasi poning

- Nomor contoh

- Nomor referensi dari rencana lokasi setiap poning

- Tanggal dan waktu mulai serta selesai pengambilan contoh sedimen

poning hole harus dicatat di dalam log sheet lapangan yang mencakup:

Pada saat pengambilan contoh sedimen dengan metode cone, data

Grading.

Metode pengambilan contoh sedimen tersebut antara lain: Dredging, Coning, dan

pengambilan sedimentasi di sepanjang jalur survei dengan beberapa metode.

Sedagai data penunjang (lingkungan) maka dilakukan penyelidikan dan

3.2.5. Pengambilan Dan Analisa Contoh Sedimen

tahun di laboratorium kecuali jika diperlukan oleh *Owner*. Pengujian laboratorium yang baik dilakukan untuk mendapatkan data-data sebagai berikut:

- Tipe sedimen
- Tingkat kelembaban
- Berat unit
- Analisis besar butir
- *Specific gravity*
- *Bearing capacity*
- *Attenberg limits*
- *Shear strength*
- *Permeability*
- Konsolidasi
- *Unconfined compression*
- *Drained/undrained triaxial test*

3.2.6. Pengukuran Dan Analisa Arus

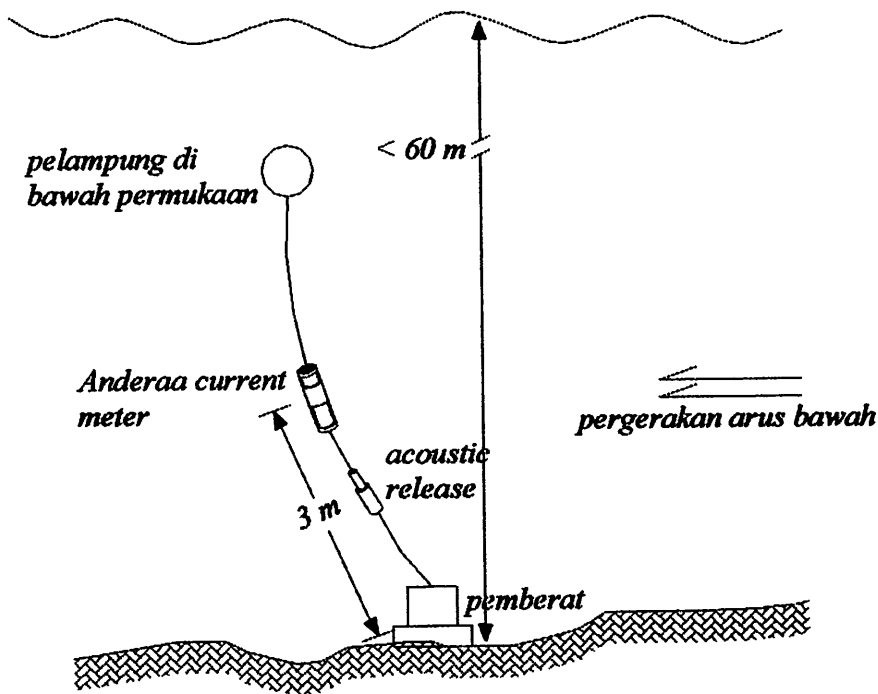
Untuk mengetahui kondisi arus di wilayah pelaksanaan survei hidrografi maka ditentukan beberapa buah lokasi stasion pengukuran arus di sepanjang koridor survei. Lama pengukuran yaitu selama 30 hari sejak survei hidrografi dilaksanakan. Pengukuran arus menggunakan alat yang disebut *Current Meter* tipe *MOHRS*. Alat pengukur arus ini juga dilengkapi dengan sensor konduktifitas, salinitas, dan suhu air laut. Untuk keperluan pemasangan pipa di dasar laut maka yang terpenting adalah mengetahui kondisi arus di dekat permukaan dasar laut. Pengoperasian pengukuran arus ini yaitu dengan merangkaikan pemberat, *acoustic release*, *current meter*, dan pelampung kemudian diturunkan ke dasar laut pada koordinat yang telah ditentukan. (Lihat gambar 3.17.)

tahun di laboratorium kecuali jika diberikan oleh Owner. Penelitian laboratorium yang baik dilakukan untuk mendapatkan data-data sebagai berikut.

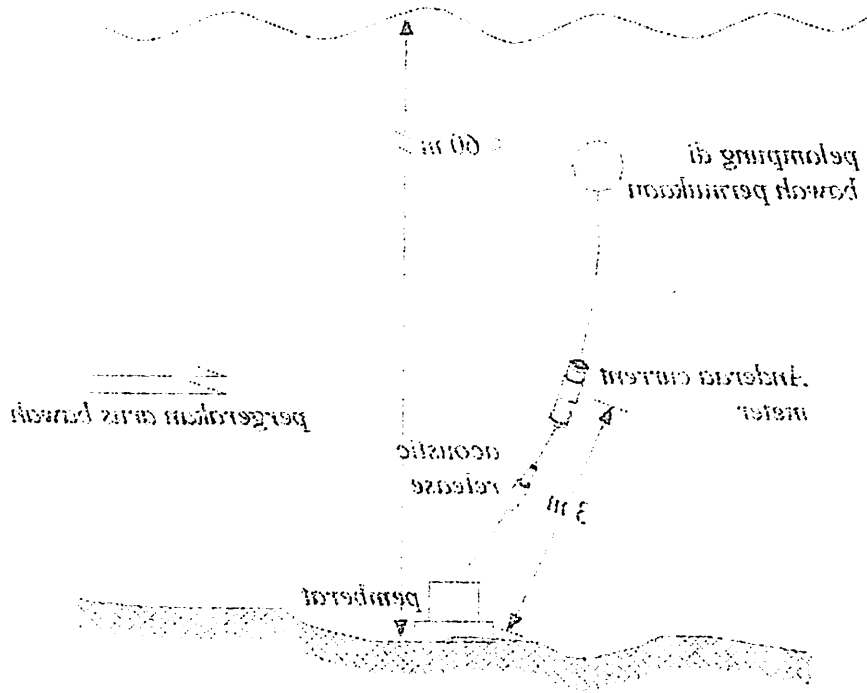
- Tipe sedimen
- Tingkat kelembaban
- Berat unit
- Analisis pasir butir
- Specific gravity
- Bearing capacity
- Atterberg limits
- Shear strength
- Permeability
- Konsolidasi
- Unconfined compression
- Drained/undrained triaxial test

3.2.6. Pengukuran Dan Analisa Arus

Untuk mengetahui kondisi arus di wilayah pelaksanaan survei hidrografi maka ditentukan beberapa buah lokasi stasiun pengukuran arus di sepanjang koridor survei. Lama pengukuran yaitu selama 30 hari sejak survei hidrografi dilaksanakan. Pengukuran arus menggunakan alat yang disebut Current Meter tipe MORA. Alat pengukur arus ini juga dilengkapi dengan sensor konduktifitas, salinitas, dan suhu air laut. Untuk keperluan pemasangan pipa di dasar laut maka yang terpenting adalah mengetahui kondisi arus di dekat permukaan dasar laut. Pengoperasian pengukuran arus ini yaitu dengan menggunakan pemberat acoustic release, current meter, dan belampung kemudian diturunkan ke dasar laut pada koordinat yang telah ditentukan. (Lihat gambar 3.17.)



Gambar 3.17: Pengamatan Arus di Dasar Laut



Gambar 3.17: Pengambilan Air di Desa Laut

BAB 4

ANALISA HASIL

Pada bab ini, akan dipaparkan analisa hasil pekerjaan survei hidrografi untuk keperluan perencanaan jalur pipa dasar laut. Untuk keperluan analisa tersebut maka terlebih dahulu harus diperhatikan kriteria dari pemasangan pipa di dasar laut. Guna melengkapi analisa hasil survei tersebut, maka dibuat peta batimetri yang dilengkapi dengan kontur kedalaman, profil kedalaman, data side scan sonar dan data sub-bottom profiling.

4.1. Perencanaan Jalur Pipa Di Dasar Laut

Perencanaan jalur pipa di dasar laut membutuhkan pekerjaan survei hidrografi untuk memetakan kondisi topografi dasar laut pada suatu wilayah di dasar laut yang akan dipasang pipa. Perencanaan ini dilaksanakan dengan pengumpulan data batimetri yang dilengkapi dengan data geologi, geofisika, dan kimia, dan biologi sebagai referensi atau data penunjang analisa lingkungan pada pekerjaan pemasangan konstruksi pipa di dasar laut. Agar pemasangan konstruksi pipa dapat berjalan baik maka sangat penting memahami peranan survei hidrografi.

Manfaat survei hidrografi dalam perencanaan jalur pipa di dasar laut antara lain adalah:

1. Digunakan untuk menyusun suatu spesifikasi pekerjaan (*terms of reference*) yang efektif dan efisien.
2. Perencanaan koridor atau jalur pipa yang paling sesuai, sehubungan dengan kemungkinan timbulnya masalah-masalah potensial, antara lain :
 - a. Adanya halangan atau gangguan terhadap pemasangan pipa di dasar laut, misalnya adanya kerangka kapal, batu-batu besar atau

BAB 4 ANALISA HASIL

Pada bab ini, akan dipaparkan analisis hasil pekerjaan survei hidrografi untuk keperluan perencanaan jalur pipa dasar laut. Untuk keperluan analisis tersebut maka terlebih dahulu harus diperhatikan kriteria dan permasalahan pipa di dasar laut. Untuk melengkapi analisis hasil survei tersebut, maka dibuat peta bathimetri yang dilengkapi dengan kontur kedalaman, profil kedalaman, data side scan sonar dan data sub-bottom profiling.

4.1. Perencanaan Jalur Pipa Di Dasar Laut

Perencanaan jalur pipa di dasar laut membutuhkan pekerjaan survei hidrografi untuk memastikan kondisi topografi dasar laut pada suatu wilayah di dasar laut yang akan dipasang pipa. Perencanaan ini dilaksanakan dengan pengumpulan data bathimetri yang dilengkapi dengan data geologi, geofisika, dan kimia, dan biologi sebagai referensi atau data penunjang analisis lingkungan pada pekerjaan pemasangan konstruksi pipa di dasar laut. Agar pemasangan konstruksi pipa dapat berjalan baik maka sangat penting memahami peranan survei hidrografi.

Manfaat survei hidrografi dalam perencanaan jalur pipa di dasar laut antara

lain adalah:

1. Digunakan untuk menyusun suatu spesifikasi pekerjaan (terms of reference) yang efektif dan efisien.
2. Perencanaan koridor atau jalur pipa yang paling sesuai, sehubungan dengan kemungkinan timbulnya masalah-masalah potensial, antara lain :
 - a. Adanya halangan atau gangguan terhadap pemasangan pipa di dasar laut, misalnya adanya karang-karang, kabel, ban-ban besar atau

benda-benda lainnya yang mungkin dapat merusak pipa pada waktu kegiatan pemasangan nanti, yang dapat menyebabkan pergeseran berlebihan atau mengakibatkan pipa akan menggantung bebas pada tempat-tempat tertentu, sehingga ada kemungkinan pipa terputus atau retak yang nantinya akan menghambat proses produksi dan penyaluran.

- b. Jenis sedimen, ketebalan lapisan struktur tanah sedalam 2 sampai 10 meter di bawah permukaan dasar laut yang dapat menentukan metode pengerukan atau penggalian saluran atau kanal (*trench*) dan penimbunan (*burial*) pipa.
 - c. Topografi dasar laut dan bentuk-bentuk batimetris yang mungkin menunjukkan kemiringan (*slope*) yang kurang baik dan akan mengakibatkan pipa-pipa yang tidak fleksibel akan menggantung bebas pada tempat-tempat tertentu dan kemudian akan putus atau retak sehingga mengakibatkan kerusakan pada pipa dan polusi laut.
3. Untuk mengetahui kondisi dan kedalaman dasar laut pada seluruh koridor/rute jalur pipa sehingga dapat ditentukan lokasi pemasangan pipa di atas dasar laut atau ditimbun sesuai dengan kedalaman yang disyaratkan.
 4. Untuk menentukan alur-alur pelayaran dan memetakan posisi dari seluruh bahaya pelayaran di dalam batas daerah pelayaran.

4.2. Analisa Pasang Surut Untuk Perencanaan Jalur Pipa

Hasil perhitungan konstanta pasut pada stasion pasut Maringgai, diperoleh nilai Duduk Tengah (*Mean Sea Level*) sebesar 1,04 m dari dasar palem ukur di lokasi tersebut. (Lihat gambar 3.5). Selanjutnya dihitung nilai Z_0 menggunakan rumus Indiana Spring Datum.

rumus Indiana Spring Datum.

lokasi tersebut (lihat gambar 3.2). Selanjutnya dihitung nilai Z_0 menggunakan nilai Duduk Tengah (Mean Sea Level) sebesar 1,04 m dan dasar palam ukur di Hasil perhitungan konstanta pusat pada stasiun pusat (Manding), diperoleh

4.2. Analisa Pasang Surut Untuk Perencanaan Jalur Pipa

seluruh bahaya baysaran di dalam batas daerah baysaran.

4. Untuk menentukan alur-alur baysaran dan menetapkan posisi dari

disyaratkan.

di atas dasar laut atau ditinjau sesuai dengan keadaan yang

koordinat jalur pipa sehingga dapat ditentukan lokasi pemasangan pipa

3. Untuk mengetahui kondisi dan keadaan dasar laut pada seluruh

retak sehingga mengakibatkan kerusakan pada pipa dan polusi laut.

pada pada tempat-tempat tertentu dan kemudian akan dibuat atau

mengakibatkan pipa-pipa yang tidak terakibel akan mengganggu

menunjukkan kemiringan (slope) yang kurang baik dan akan

6. Topografi dasar laut dan bentuk-bentuk batimetri yang mungkin

dan benamuran (buntal) pipa.

metode pengurukan atau pengaliran saluran atau kanal (trench)

10 meter di bawah permukaan dasar laut yang dapat menentukan

d. Jenis sedimen, ketebalan lapisan struktur tanah sedimen 2 sampai

produksi dan penyuturan.

terputus atau retak yang nantinya akan menghambat proses

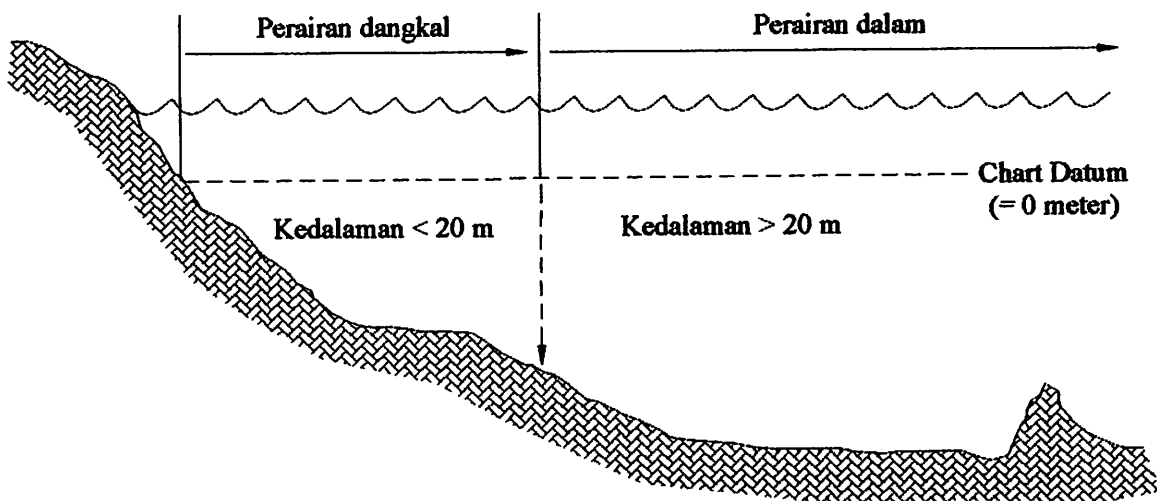
pada tempat-tempat tertentu, sehingga ada kemungkinan pipa

belahbujur atau mengakibatkan pipa akan mengganggu pada

kegiatan pemasangan nanti yang dapat menyebabkan kegagalan

berda-benda lainnya yang mungkin dapat merusak pipa pada waktu

Hasil perhitungan Z_0 diperoleh nilai Muka Surutan (*Chart Datum*) sebesar 0,6 meter di bawah bidang MSL. Nilai *chart datum* ini diperlukam sebagai bidang referensi (kedalaman 0 meter) untuk mereduksi seluruh nilai kedalaman laut pada peta batimetri. Selain hal itu, dengan adanya *Chart Datum* dapat dihitung dan diketahui pembagian wilayah perairan dalam dan wilayah perairan dangkal, dalam hal ini dapat diketahui dari garis kontur kedalaman pada peta batimetri. (Lihat gambar 4.1.)



Gambar 4.1: Pembagian Wilayah Kedalaman Laut

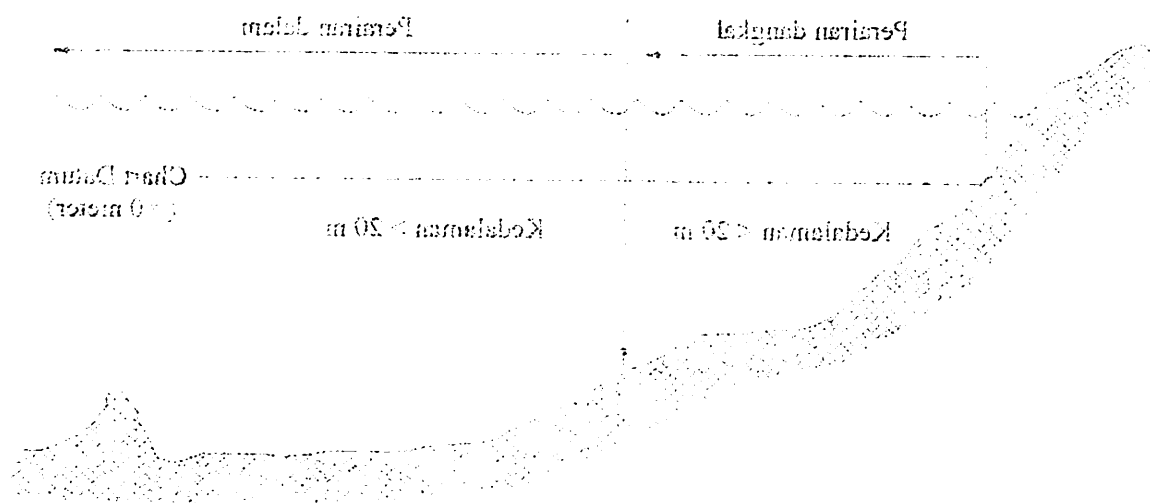
4.3. Analisa Data Batimetri Untuk Perencanaan Jalur Pipa

Data batimetri digunakan untuk menggambarkan peta batimetri yang dilengkapi garis-garis kontur yang mewakili setiap nilai kedalaman laut dengan interval tertentu. Peta batimetri digunakan juga untuk menggambarkan profil kedalaman dasar laut pada setiap lajur survei di sepanjang koridor rencana survei. Dari peta batimetri dan profil kedalaman tersebut dijadikan dasar untuk merencanakan:

- Kedalaman pipa yang dipasang di sepanjang koridor rencana tersebut.
- Perhitungan panjang pipa yang dibutuhkan.

Hasil perhitungan Δ diperoleh nilai Muka Surutan (Chart Datum) sebesar 0,6 meter di bawah bidang MSL. Nilai chart datum ini dibutuhkan sebagai bidang referensi (kedalaman 0 meter) untuk mereduksi seluruh nilai kedalaman laut pada peta batimetri. Selain hal itu, dengan adanya Chart Datum dapat dihitung dan diketahui pembagian wilayah perairan dalam dan wilayah perairan dangkal, dalam hal ini dapat diketahui dari garis kontur kedalaman pada peta batimetri.

(Lihat gambar 4.1.)



Gambar 4.1: Pembagian Wilayah Kedalaman Laut

4.3. Analisis Data Batimetri Untuk Perencanaan Jalur Pipa

Data batimetri digunakan untuk menggambarkan peta batimetri yang dilengkapi garis-garis kontur yang mewakili setiap nilai kedalaman laut dengan interval tertentu. Peta batimetri digunakan juga untuk menggambarkan profil kedalaman dasar laut pada setiap jalur survei di sepanjang koridor rencana survei. Dari peta batimetri dan profil kedalaman tersebut dijadikan dasar untuk merencanakan:

- Kedalaman pipa yang dipasang di sepanjang koridor rencana tersebut.
- Perhitungan panjang pipa yang dibutuhkan.

- Cara pemasangan pipa pada kedalaman tertentu; apakah diletakkan saja, dipendam atau menggantung / melayang dari permukaan dasar laut.
- Perhitungan pengerukan tanah pada permukaan dasar laut yang memiliki kedalaman dangkal (kurang dari 20 meter) untuk keamanan peletakan pipa di dasar laut dari gangguan kapal-kapal yang melintas di atas pipa tersebut.
- Dan lain sebagainya.

4.4. Peranan Data Side Scan Sonar Dalam Perencanaan Jalur Pipa

Hasil rekaman data *side scan sonar* menggambarkan kondisi topografi permukaan dasar laut seperti halnya suatu foto dari permukaan dasar laut. Data ini digunakan untuk mendeteksi obyek-obyek di permukaan dasar laut seperti pipa, kapal karam, pola pasir laut, karang dan lain-lain. Jika data *side scan sonar* digabungkan dengan peta kontur, maka dapat dilakukan indentifikasi lebih teliti pada obyek-obyek penghalang tersebut pada suatu lokasi di dasar laut yang dapat disajikan di dalam peta kontur. Dengan demikian, peletakan pipa dapat direncanakan menghindari atau dibelokkan dari lokasi obyek-obyek penghalang tersebut.

4.5. Peranan Data Sub-Bottom Profiling Dalam Perencanaan Jalur Pipa

Survei *Sub-Bottom Profiling* merupakan kajian di bidang ilmu geologi dan geofisika. Data ini dibutuhkan sebagai data penunjang dalam survei hidrografi. Data *sub-bottom profiling* digunakan untuk menganalisa ketebalan dan kekerasan lapisan-lapisan tanah atau batuan di dasar laut, misalnya berupa batuan lunak, keras atau berpasir serta digunakan untuk menganalisa kemungkinan adanya kandungan minyak dan gas alam yang terdeteksi pada lapisan-lapisan tersebut. Data tersebut akan diinformasikan kepada bagian

perencanaan konstruksi pipa, jika di dasar laut tersebut terdapat lapisan (*layer*) yang membahayakan untuk suatu kegiatan pemasangan pipa maka perencanaan peletakan pipa harus dibelokkan atau menghindari wilayah tersebut.

4.6. Peranan Data Magnetometer Dalam Perencanaan Jalur Pipa

Survei *Magnetometer* merupakan kajian di bidang ilmu geologi dan geofisika. Survei ini berperan dalam mendeteksi adanya logam atau metal di dasar laut yang dapat menjadi halangan atau bahaya bagi pemasangan dan perawatan pipa di dasar laut, misalnya adanya pipa yang lain, kerangka kapal, kabel, atau ranjau dan lain-lain yang berada pada wilayah survei tersebut.

Data ini juga berperan sebagai data penunjang dalam survei hidrografi. Biasanya data *magnetometer* digunakan juga untuk memperkuat identifikasi terhadap obyek-obyek logam yang menjadi penghalang dalam perencanaan pemasangan pipa yang tampak pada rekaman data *side scan sonar*.

4.7. Analisa Contoh Air Laut dan Sedimentasi Dalam Perencanaan Pemasangan Pipa

Data analisa contoh air laut dan contoh sedimentasi di dasar laut yang diambil dari stasion-stasion pengambilannya berperan dalam memberikan informasi tentang jenis partikel-partikel yang terkandung dalam air laut dan jenis sedimentasi yang terdapat pada wilayah survei tersebut, misalnya jenis batuan dan jenis tanahnya.

Data ini sangat berguna untuk mengetahui adanya kemungkinan pipa akan terkubur oleh sedimen pada jangka waktu tertentu. Selain itu dapat dihitung besarnya daya korosifitas air laut terhadap pipa pada jangka waktu tertentu, sehingga harus diperhitungkan nilai ketahanan pipa dengan melakukan

perencanaan konstruksi pipa, jika di dasar laut tersebut terdapat lapisan (layar) yang memisahkan untuk suatu kegiatan pemasangan pipa maka perencanaan pelatikan pipa harus dibelokkan atau menghindari wilayah tersebut.

4.6. Peranan Data Magnetometer Dalam Perencanaan Jalur Pipa

Survei Magnetometer merupakan kajian di bidang ilmu geologi dan geofisika. Survei ini berperan dalam mendeteksi adanya logam atau metal di dasar laut yang dapat menjadi halangan atau bahaya bagi pemasangan dan perawatan pipa di dasar laut, misalnya adanya pipa yang lain, kawat-kawat kapal, atau tawar dan lain-lain yang berada pada wilayah survei tersebut.

Data ini juga berperan sebagai data penunjang dalam survei hidrografi. Biasanya data magnetometer digunakan juga untuk memperkuat identifikasi terhadap objek-objek logam yang menjadi penghalang dalam perencanaan pemasangan pipa yang tampak pada rekaman data side scan sonar.

4.7. Analisa Kondisi Air Laut dan Sedimentasi Dalam Perencanaan

Pemasangan Pipa

Data analisa kondisi air laut dan kondisi sedimentasi di dasar laut yang diambil dari station-station pengambilannya berperan dalam memberikan informasi tentang jenis partikel-partikel yang terkandung dalam air laut dan jenis sedimentasi yang terdapat pada wilayah survei tersebut, misalnya jenis batuan dan jenis tanahnya.

Data ini sangat berguna untuk mengetahui adanya kemungkinan pipa akan terkubur oleh sedimen pada jangka waktu tertentu. Selain itu dapat dihitung besarnya daya korosiitas air laut terhadap pipa pada jangka waktu tertentu, sehingga harus diperhatikan nilai ketahanan pipa dengan melakukan

pemilihan ukuran serta bahan pipa yang akan dipasang di dasar laut. Tentunya hal ini terkait dengan masalah perawatan pipa tersebut.

4.8. Peranan Data Arus Dalam Perencanaan Pemasangan Pipa

Data pengukuran arus sangat diperlukan untuk mengetahui vektor (kecepatan dan arah) arus pada wilayah survei hidrografi atau wilayah perencanaan pemasangan jalur pipa. Dengan data kecepatan dan arah arus tersebut maka dapat dibuat peta arus laut pada wilayah survei, khususnya yang diukur adalah arus pada dasar laut untuk keperluan perencanaan pemasangan pipa.

Jika kecepatan arus di dekat dasar laut pada wilayah survei tersebut lambat maka akan mempercepat terjadinya sedimentasi oleh partikel-partikel tanah di dasar laut tersebut. Akibatnya pipa yang dipasang akan cepat terpendam oleh partikel-partikel tanah tersebut. Tetapi jika kecepatan arus besar maka akan mengurangi terjadinya sedimentasi pada pipa yang dipasang di dasar laut tersebut.

Peranan lain dari data arus ini adalah penentuan metode atau cara pemasangan pipa dengan memperhitungkan kekuatan dan fleksibilitas jenis bahan pembuat pipa yang akan dipasang di dasar laut serta ukuran kapal yang akan digunakan untuk pemasangan pipa nantinya. Kekuatan arus akan mendorong kapal pada saat pemasangan pipa, maka dengan mengetahui nilai kekuatan arus pada wilayah kerja pemasangan pipa dapat dipilih jenis dan ukuran kapal yang akan digunakan untuk memasang pipa.

pengambilan ukuran serta bahan pipa yang akan dipasang di dasar laut. Tentunya hal ini terkait dengan masalah perawatan pipa tersebut.

4.8. Peranan Data Arus Dalam Perencanaan Pemancangan Pipa

Data pengukuran arus sangat diperlukan untuk mengetahui vektor (kecepatan dan arah) arus pada wilayah survei hidrografi atau wilayah perencanaan pemancangan jalur pipa. Dengan data kecepatan dan arah arus tersebut maka dapat dibuat peta arus laut pada wilayah survei khususnya yang diukur adalah arus pada dasar laut untuk keperluan perencanaan pemancangan pipa.

Jika kecepatan arus di dekat dasar laut pada wilayah survei tersebut lambat maka akan mempengaruhi terjadinya sedimentasi oleh partikel-partikel tanah di dasar laut tersebut. Akibatnya pipa yang dipasang akan cepat terpendam oleh partikel-partikel tanah tersebut. Tetapi jika kecepatan arus besar maka akan mengurangi terjadinya sedimentasi pada pipa yang dipasang di dasar laut tersebut.

Peranan lain dari data arus ini adalah penentuan metode atau cara pemancangan pipa dengan memperhatikan kekuatan dan efisiensi jenis bahan membuat pipa yang akan dipasang di dasar laut serta ukuran kapal yang akan digunakan untuk pemancangan pipa nantinya. Kekuatan arus akan mendorong kapal pada saat pemancangan pipa, maka dengan mengetahui nilai kekuatan arus pada wilayah kerja pemancangan pipa dapat dipilih jenis dan ukuran kapal yang akan digunakan untuk memasang pipa.

BAB 5

PENUTUP

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya tentang pekerjaan survei hidrografi untuk perencanaan jalur pipa dasar laut, maka pada bab kelima ini akan dipaparkan kesimpulan dan saran yang akan menjadi penutup dari penulisan laporan skripsi ini dan mudah-mudahan bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

5.1. Kesimpulan

1. Analisa data pasang surut air laut digunakan untuk menghitung nilai Z_0 dalam penentuan nilai *chart datum* (muka surutan). Di dalam peta batimetri, maka seluruh nilai kedalaman hasil ukuran direduksi dengan nilai muka surutan tersebut.
2. Peta batimetri serta profil kedalaman laut di sepanjang lajur-lajur survei merupakan dasar untuk merencanakan:
 - a. Kedalaman pipa yang akan dipasang di sepanjang koridor rencana tersebut.
 - b. Perhitungan panjang pipa yang dibutuhkan.
 - c. Cara pemasangan atau peletakan pipa di dasar laut.
 - d. Perhitungan pengerukan tanah pada permukaan dasar laut untuk keamanan peletakan pipa di dasar laut dari gangguan kapal-kapal yang melintas di atas pipa tersebut.
 - e. Dan lain-lain.
3. Data *side scan sonar* berperan untuk menggambarkan kondisi topografi permukaan dasar laut. Jika digabungkan dengan peta kontur, maka dapat

BAB 2 PENUTUP

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya tentang pekerjaan survei hidrografi untuk perencanaan jalur pipa dasar laut, maka pada kelima ini akan dibahas kesimpulan, pembahasan dan saran yang akan menjadi penutup dari penulisan laporan ekripsi ini dan mudah-mudahan bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

2.1. Kesimpulan

1. Analisis data pasang surut air laut digunakan untuk menghitung nilai Δz dalam penentuan nilai chart datum (muka surutair). Di dalam peta bathimetri, maka seluruh nilai kedalaman hasil ukuran direduksi dengan nilai muka surutair tersebut.
2. Peta bathimetri serta profil kedalaman laut di sepanjang jalur-laut survei merupakan dasar untuk merencanakan:
 - a. Kedalaman pipa yang akan dipasang di sepanjang koridor rencana tersebut.
 - b. Perhitungan panjang pipa yang dibutuhkan.
 - c. Cara pemasangan atau peletakan pipa di dasar laut.
 - d. Perhitungan pergerakan tanah pada permukaan dasar laut untuk keamanan peletakan pipa di dasar laut dan gangguan kapal-kapal yang melintas di atas pipa tersebut.
 - e. Dan lain-lain.
3. Data side scan sonar berperan untuk menggambarkan kondisi topografi permukaan dasar laut. Jika digabungkan dengan peta kontur, maka dapat

dilaksanakan identifikasi secara lebih teliti terhadap obyek-obyek penghalang pemasangan pipa tersebut yang disajikan dalam peta kontur.

4. Data *sub-bottom profiling* digunakan untuk menganalisa ketebalan dan kekerasan lapisan-lapisan tanah atau batuan di dasar laut. Data tersebut diinformasikan kepada bagian perencanaan konstruksi pipa agar memperhatikan lokasi-lokasi lapisan (*layer*) tersebut supaya tidak membahayakan untuk suatu kegiatan pemasangan pipa dengan cara dibelokkan atau menghindari wilayah tersebut.
5. Survei *magnetometer* berperan untuk mendeteksi adanya logam atau metal di dasar laut yang dapat menjadi halangan bahaya bagi pemasangan dan perawatan pipa di dasar laut. Data ini juga digunakan untuk memperkuat identifikasi obyek-obyek penghalang dalam pemasangan pipa yang tampak di dalam rekaman *side scan sonar*.
6. Analisa terhadap data contoh air dan contoh sedimentasi berperan untuk mengetahui jenis dan besar kandungan partikel-partikel tanah dan jenis dari sedimentasi, misalnya jenis batuan dan jenis tanahnya. Dengan adanya data ini dapat diperhitungkan kecepatan terjadinya sedimentasi pada pipa yang dipasang di dasar laut. Selain itu, dapat diperhitungkan daya korosivitas air laut terhadap pipa, sehingga dapat dipilih bahan yang kuat untuk membuat pipa dan cara perawatan pipa tersebut.
7. Data pengukuran arus diperlukan untuk mengetahui vektor (kecepatan dan arah) arus pada wilayah survei hidrografi. Jika kecepatan arus di dasar laut tersebut lambat maka akan mempercepat terjadinya sedimentasi (pengendapan) oleh partikel-partikel tanah tersebut, demikian pula sebaliknya. Selain itu, data ini diperlukan untuk menentukan metode atau cara pemasangan pipa dengan memperhitungkan kekuatan dan fleksibilitas

jenis bahan pipa serta pemilihan ukuran kapal yang akan digunakan untuk pemasangan pipa agar tidak mudah terdorong arus.

8. Terdapat beberapa disiplin ilmu yang secara eksplisit dan implisit mempunyai peran dalam survei dan pemetaan laut untuk keperluan perencanaan jalur pipa dasar laut, meskipun dengan tingkat dan skala yang berbeda-beda. Disiplin ilmu yang mempunyai peran tersebut adalah Geodesi, Geofisika dan Meteorologi, Geologi, Elektronik, Matematika, Fisika, Kimia, dan Informatika. Dari beberapa disiplin ilmu tersebut, yang mempunyai peranan paling besar dan paling eksplisit adalah disiplin-disiplin ilmu Geodesi, Geofisika dan Meteorologi, dan Geologi. Selanjutnya, tanpa mengabaikan peranan-peranan disiplin ilmu lainnya, ketiga disiplin ilmu ini masing-masing punya peranan dan warna yang sangat menonjol pada modul-modul teknis tertentu, seperti tertabel di bawah ini.

Modul	Disiplin Ilmu		
	Geodesi	Geofisika & Meteorologi	Geologi
Perencanaan survei	Diperlukan		
Pengamatan pasut	Diperlukan		
Survei batimetri	Diperlukan		
Survei side scan sonar	Diperlukan		Diperlukan
Survei sub-bottom profiling			Diperlukan
Survei magnetik		Diperlukan	
Pengukuran arus		Diperlukan	
Pengambilan contoh sedimen			Diperlukan
Pengambilan contoh air		Diperlukan	

5.2. Saran

Mengingat dewasa ini pekerjaan-pekerjaan rekayasa di laut, baik laut dangkal, laut menengah, maupun laut dalam telah semakin tinggi frekuensi pelaksanaannya disamping juga jenis pekerjaannya yang semakin beraneka ragam, mau tidak mau pekerjaan-pekerjaan rekayasa tersebut memerlukan jasa

jenis bahan pipa serta pemilihan ukuran kabel yang akan digunakan untuk pemasangan pipa agar tidak mudah terdorong arus.

8. Terdapat beberapa disiplin ilmu yang secara eksplisit dan implisit mempunyai peran dalam survei dan pemetaan laut untuk keperluan perencanaan jalur pipa dasar laut, meskipun dengan tingkat dan skala yang berbeda-beda. Disiplin ilmu yang mempunyai peran tersebut adalah Geodesi, Geofisika dan Meteorologi, Geologi, Elektronik, Matematika, Fisika, Kimia, dan Informatika. Dari beberapa disiplin ilmu tersebut, yang mempunyai peranan paling besar dan paling eksplisit adalah disiplin-disiplin ilmu Geodesi, Geofisika dan Meteorologi, dan Geologi. Selanjutnya, tanpa mengabaikan peranan-peranan disiplin ilmu lainnya, ketiga disiplin ilmu ini masing-masing punya peranan dan warna yang sangat menonjol pada modul-modul teknis tertentu, seperti terdapat di bawah ini.

Modul	Geodesi	Geofisika & Meteorologi	Disiplin ilmu Geologi
Perencanaan survei	Dibutuhkan		
Pengamatan dasar	Dibutuhkan		
Survei bathimetri	Dibutuhkan		
Survei side scan sonar	Dibutuhkan		Dibutuhkan
Survei sub-bottom			Dibutuhkan
profiling			
Survei magnetik		Dibutuhkan	
Pengukuran arus		Dibutuhkan	
Pengambilan contoh sedimen			Dibutuhkan
Pengambilan contoh air	Dibutuhkan		

5.2.2. Saran

Mengingat bahwa ini pekerjaan-pekerjaan rekayasa di laut baik laut dangkal, laut menengah, maupun laut dalam telah semakin tinggi frekuensinya belakasanannya disamping juga jenis pekerjaannya yang semakin berbeda-beda, maka tidak heran pekerjaan-pekerjaan rekayasa tersebut memerlukan jasa

survei dan pemetaan laut, maka sebaiknya dan memang sudah seharusnya institusi-institusi pendidikan tinggi maupun lembaga-lembaga penelitian yang ada di Indonesia memberikan perhatian yang lebih besar, lebih dalam serta lebih terarah, terhadap ilmu pengetahuan serta teknologi yang berkaitan dengan survei dan pemetaan laut.

Pada institusi-institusi pendidikan tinggi, hal ini sebaiknya dimulai dengan meninjau kembali kurikulum matakuliah maupun jenjang pendidikan yang sudah ada. Sedangkan pada lembaga-lembaga penelitian, hal ini sebaiknya dimulai dengan memperhatikan kembali program-program penelitian yang telah disusun sebelumnya. Dan sehubungan dengan hal tersebut, maka untuk mendapatkan hasil yang maksimal, sebaiknya dalam melaksanakan langkah-langkah pembaharuannya, masing-masing institusi pendidikan tinggi maupun lembaga penelitian tersebut bergerak menuju suprastruktur yang sama dengan seintegratif dan sekoordinatif mungkin.

survei dan pemetaan laut maka sebaliknya dan memang sudah seharusnya institusi-institusi pendidikan tinggi maupun lembaga-lembaga penelitian yang ada di Indonesia memberikan perhatian yang lebih besar, lebih dalam serta lebih terarah, terhadap ilmu pengetahuan serta teknologi yang berkaitan dengan survei dan pemetaan laut.

Pada institusi-institusi pendidikan tinggi, hal ini sebaiknya dimulai dengan menjalin kembali kurikulum matematika maupun jenjang pendidikan yang sudah ada. Sedangkan pada lembaga-lembaga penelitian, hal ini sebaiknya dimulai dengan mengembangkan kembali program-program penelitian yang telah diurus sebelumnya. Dan hubungan dengan hal tersebut, maka untuk mendapatkan hasil yang maksimal, sebaiknya dalam melaksanakan langkah-langkah pembahasannya, masing-masing institusi pendidikan tinggi maupun lembaga penelitian tersebut bergerak menuju substruktur yang sama dengan sinergisitas dan koordinasi yang mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ingham, A. E., *Hydrography For The Surveyor And Engineer*, Granada Publishing Ltd, London, 1984.
2. Ingham, A. E., *Sea Surveying (Text)*, Jhon Wiley And Sons, London-New York-Toronto-Sydney, 1975.
3. Ingham, A. E., *Sea Surveying (Illustration)*, Jhon Wiley And Sons, London-New York-Toronto-Sydney, 1975.
4. Parluhutan Manurung, *Informasi Pasang Surut*, Bakosurtanal, Cibinong, 2002.
5. Bambang Herunadi, *Menguak Potensi Benua Maritim Indonesia*, UPT Baruna Jaya-Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi, Jakarta, 2002.
6. Ilyas M., *Teknologi Survei Laut*, Direktorat Teknologi Inventarisasi Sumberdaya Alam – Deputi Bidang Pengembangan Kekayaan Alam – Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi, Jakarta, 1996.
7. Bakosurtanal, *Diklat Kuliah Pendidikan Survei Laut Rekayasa*, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 13 Mei – 13 Agustus 1985.
8. Foreman M. G. G., *Manual For Tidal Heights Analysis And Prediction*, Institute of Ocean Sciences - Patricia Bay, Sydney, 1977.
9. Abidin H. Z., *Survei Dengan GPS*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, Desember 1995.
10. Peter H. Dana, *Geodetic Datum Overview*, Department of Geography – University of Texas, Austin, 1995.
11. Peter H. Dana, *Coordinate Systems Overview*, Department of Geography – University of Texas, Austin, 1995.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ingham, A. E., *Hydrography For The Surveyor And Engineer*, Granada Publishing Ltd, London, 1984.
2. Ingham, A. E., *Sea Surveying (Text)*, John Wiley And Sons, London-New York-Toronto-Sydney, 1975.
3. Ingham, A. E., *Sea Surveying (Illustration)*, John Wiley And Sons, London-New York-Toronto-Sydney, 1975.
4. *Pelabuhan Maritim, Informasi Pasang Surut*, Bakosurtanal, Cirebon, 2002.
5. Bambang Heruadi, *Menyoal Potensi Benua Maritim Indonesia*, UPT Bina Jaya-Badan Penelitian Dan Penerapan Teknologi, Jakarta, 2002.
6. Ilyas M., *Teknologi Survei Laut*, Direktorat Teknologi Inventarisasi Sumberdaya Alam – Deputi Bidang Pengembangan Kebijakan Alam – Badan Penelitian Dan Penerapan Teknologi, Jakarta, 1999.
7. Bakosurtanal, *Diklat Kuliah Pendidikan Survei Laut Rekrutasi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 13 Mei – 13 Agustus 1985.
8. Foreman M. G. G., *Manual For Tidal Heights Analysis And Prediction*, Institute of Ocean Sciences - Patricia Bay, Sydney, 1977.
9. Abidin H. Z., *Survei Dengan GPS*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, Desember 1995.
10. Peter H. Dana, *Geodetic Datum Overview*, Department of Geography – University of Texas, Austin, 1995.
11. Peter H. Dana, *Coordinate Systems Overview*, Department of Geography – University of Texas, Austin, 1995.

12. Peter H. Dana, *Global Positioning System Overview*, Department of Geography – University of Texas, Austin, 1994.
13. Irfan M, *Aspek Teknologi Dalam Survei Hidrografi*, Pertemuan Ilmiah Tahunan – Ikatan Sarjana Oseanografi Indonesia, Desember 2003.
14. Ali M., *Pasang Surut Laut*, Kursus Intensif Oseanografi Bagi Perwira TNI-AL, ITB, Bandung, 1994.

12. Peter H. Dana, Global Positioning System Overview, Department of Geography – University of Texas, Austin, 1984.
13. Ihsan M, Aspek Teknologi Dalam Sumber Hidrografi, Perencanaan Ilmiah Tahanan – Ikatan Sarjana Oseanografi Indonesia, Desember 2003.
14. Ali M., Pasang Surut Laut, Kuis Intensi Oseanografi Bagi Pemuda TNI-AL, ITB, Bandung, 1994.

LAMPIRAN

LAMPIRAN

LAMPIRAN – A

Daily log sheet

UPT Baruna jaya

II. Thamrin No. 8

Jakarta 10340

Sheet of

[illegible]

**TABEL PENGUKURAN TOPOMETRI
TRIMBLE 4000 SSI/SSE**

Hari/Tanggal :

Lokasi :

[illegible]

: Hantusdag
: Lokasi

[illegible]

Survey Line Log

Navigation / Bathymetry

UPT Baruna Jaya - BPPT
Jl. Thamrin No. 8
Jakarta 10340

Sheet of

[illegible]

201 011 10702

T998 - 6760 500163 T99

8.05 01000000 10

04201 516061

to ... read

[illegible]

Survey Line Log

Grab Sampler

Sheet of

UPT Baruna Jaya - BPPT
Jl. Thamrin No. 8
Jakarta 10340

[illegible]

Survey Line Log

Gravity Corer

UPT Baruna Jaya - BPPT
Jl. Thamrin No. 8
Jakarta 10340

Sheet of

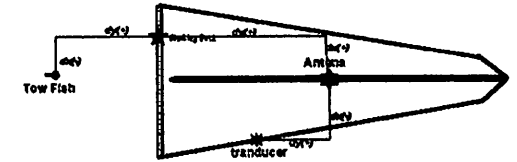
[illegible]

Survey Line Log
Side Scan Sonar

Sheet of

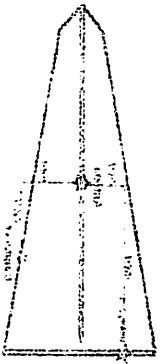
[illegible]

Survey Line Log
Sub Bottom Profiler



Sheet of

[illegible]



2nd BOTTOM BLOWER.
2nd SURVEY THE ROD

to 100 feet

Notes

Edinburgh (a):

Chief (m/y/d/a):

DATE: FEB

2nd SURVEY THE ROD

AREA: 2nd SURVEY

Blow

2nd BOTTOM BLOWER

Remarks

Edinburgh

Date

(a) (m/y/d/a)

(a) (m/y/d/a)

(a) (m/y/d/a)

(a) (m/y/d/a)

(a) (m/y/d/a)

(a) (m/y/d/a)

(a) (m/y/d/a)

(a) (m/y/d/a)

(a) (m/y/d/a)

(a) (m/y/d/a)

(a) (m/y/d/a)

(a) (m/y/d/a)

(a) (m/y/d/a)

(a) (m/y/d/a)

(a) (m/y/d/a)

(a) (m/y/d/a)

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

not given

Survey Line Log

Magnetometer

Sheet of

[illegible]

FOR THE YEAR 2000

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

Page 1 of 1

LAMPIRAN – B

LAMPIRAN - B

DATA BATIMETRI

Tanggal	waktu	Lintang	Bujur	Kedalaman	Kecepatan	Arah
09-12-2003	071029.00	0558.701767 S	10609.090753 E	9.10	2.70	55
09-12-2003	071030.00	0558.701379 S	10609.091380 E	9.00	2.70	59
09-12-2003	071031.00	0558.700931 S	10609.092010 E	9.00	2.70	57
09-12-2003	071032.00	0558.700495 S	10609.092634 E	9.10	2.60	54
09-12-2003	071033.00	0558.700039 S	10609.093228 E	9.20	2.70	56
09-12-2003	071034.00	0558.699593 S	10609.093846 E	9.10	2.70	55
09-12-2003	071035.00	0558.699127 S	10609.094456 E	9.30	2.80	49
09-12-2003	071036.00	0558.698585 S	10609.095040 E	9.10	2.90	46
09-12-2003	071037.00	0558.698046 S	10609.095617 E	9.10	2.80	49
09-12-2003	071038.00	0558.697527 S	10609.096214 E	9.10	2.90	47
09-12-2003	071039.00	0558.696968 S	10609.096769 E	0.00	2.90	43
09-12-2003	071040.00	0558.696100 S	10609.097264 E	9.00	2.80	44
09-12-2003	071041.00	0558.695529 S	10609.097840 E	9.20	2.80	46
09-12-2003	071042.00	0558.694937 S	10609.098406 E	9.10	2.90	44
09-12-2003	071043.00	0558.694341 S	10609.098964 E	9.00	2.90	43
09-12-2003	071044.00	0558.693728 S	10609.099509 E	9.20	2.90	42
09-12-2003	071045.00	0558.693150 S	10609.100093 E	9.20	2.90	45
09-12-2003	071046.00	0558.692918 S	10609.100756 E	9.10	2.90	47
09-12-2003	071047.00	0558.692373 S	10609.101362 E	9.10	2.90	48
09-12-2003	071048.00	0558.691844 S	10609.101980 E	9.00	2.90	50
09-12-2003	071049.00	0558.691328 S	10609.102617 E	9.00	2.90	53
09-12-2003	071050.00	0558.690852 S	10609.103278 E	8.90	2.90	55
09-12-2003	071051.00	0558.690363 S	10609.103940 E	8.90	2.90	54
09-12-2003	071052.00	0558.689923 S	10609.104616 E	9.10	2.90	60
09-12-2003	071053.00	0558.689156 S	10609.105264 E	9.00	3.00	59
09-12-2003	071054.00	0558.688735 S	10609.105956 E	9.00	2.90	57
09-12-2003	071055.00	0558.688289 S	10609.106645 E	9.10	2.90	57
09-12-2003	071056.00	0558.687901 S	10609.107377 E	0.00	3.00	65
09-12-2003	071057.00	0558.687497 S	10609.108119 E	9.00	3.00	61
09-12-2003	071058.00	0558.687108 S	10609.108833 E	9.20	2.90	63
09-12-2003	071059.00	0558.686737 S	10609.109575 E	9.30	3.10	62
09-12-2003	071100.00	0558.686335 S	10609.110301 E	9.10	2.90	63
09-12-2003	071101.00	0558.685928 S	10609.111015 E	9.00	3.00	60
09-12-2003	071102.00	0558.685515 S	10609.111767 E	9.10	3.00	62
09-12-2003	071103.00	0558.685107 S	10609.112487 E	9.00	2.90	58
09-12-2003	071104.00	0558.684699 S	10609.113190 E	9.10	3.00	60
09-12-2003	071105.00	0558.684273 S	10609.113906 E	9.10	2.90	57
09-12-2003	071106.00	0558.683803 S	10609.114583 E	9.10	3.00	56
09-12-2003	071107.00	0558.683342 S	10609.115283 E	9.10	2.90	59
09-12-2003	071108.00	0558.683211 S	10609.116022 E	9.10	3.00	54
09-12-2003	071109.00	0558.682715 S	10609.116695 E	9.00	3.00	52
09-12-2003	071110.00	0558.682188 S	10609.117317 E	8.90	2.90	49
09-12-2003	071111.00	0558.681668 S	10609.117975 E	9.00	3.10	49
09-12-2003	071112.00	0558.681093 S	10609.118576 E	8.90	3.00	44
09-12-2003	071113.00	0558.680128 S	10609.119099 E	0.00	3.10	44
09-12-2003	071114.00	0558.679521 S	10609.119685 E	8.90	3.00	43
09-12-2003	071115.00	0558.678931 S	10609.120256 E	9.00	2.90	45
09-12-2003	071116.00	0558.678739 S	10609.120904 E	9.00	2.90	45
09-12-2003	071117.00	0558.678191 S	10609.121469 E	9.00	2.80	47
09-12-2003	071118.00	0558.677696 S	10609.122059 E	8.80	2.70	50
09-12-2003	071119.00	0558.677228 S	10609.122645 E	8.90	2.70	51
09-12-2003	071120.00	0558.676845 S	10609.123253 E	8.90	2.50	58
09-12-2003	071121.00	0558.676165 S	10609.123767 E	9.00	2.40	63
09-12-2003	071122.00	0558.675854 S	10609.124380 E	8.90	2.30	67
09-12-2003	071123.00	0558.675649 S	10609.124970 E	9.00	2.30	71
09-12-2003	071124.00	0558.675493 S	10609.125570 E	8.90	2.20	81
09-12-2003	071125.00	0558.675412 S	10609.126161 E	8.90	2.00	83
09-12-2003	071126.00	0558.675371 S	10609.126726 E	8.90	1.90	90
09-12-2003	071127.00	0558.675399 S	10609.127273 E	9.00	1.90	98
09-12-2003	071128.00	0558.675462 S	10609.127804 E	8.80	1.90	95

**TIDE OBSERVATION DATA
AT MARINGGAI (BAGAN)**

Latitude : 5° 20' 4.3"
Longitude : 105° 53' 11.79"
Max : 1.2610107
Min : 0.648840599
Mean : 1.027798772

NO	DATE	TIME	RECORD
1	3	12 : 19 : 53	0.779874793 m
2	3	12 : 29 : 54	0.785342748 m
3	3	12 : 39 : 53	0.794253632 m
4	3	12 : 49 : 54	0.786355409 m
5	3	12 : 59 : 53	0.787975489 m
6	3	13 : 9 : 54	0.790203185 m
7	3	13 : 19 : 53	0.785950364 m
8	3	13 : 29 : 54	0.796278756 m
9	3	13 : 39 : 53	0.796886273 m
10	3	13 : 49 : 53	0.808227426 m
11	3	13 : 59 : 54	0.817340485 m
12	3	14 : 9 : 53	0.822606066 m
13	3	14 : 19 : 54	0.817340485 m
14	3	14 : 29 : 53	0.832326741 m
15	3	14 : 39 : 54	0.838807357 m
16	3	14 : 49 : 53	0.837389651 m
17	3	14 : 59 : 54	0.854400833 m
18	3	15 : 9 : 53	0.857438619 m
19	3	15 : 19 : 53	0.860678679 m
20	3	15 : 29 : 54	0.855210724 m
21	3	15 : 39 : 53	0.857640992 m
22	3	15 : 49 : 54	0.851768192 m
23	3	15 : 59 : 53	0.857236146 m
24	3	16 : 9 : 54	0.86331142 m
25	3	16 : 19 : 53	0.875664538 m
26	3	16 : 29 : 54	0.893283139 m
27	3	16 : 39 : 53	0.900978491 m
28	3	16 : 49 : 53	0.914141302 m
29	3	16 : 59 : 54	0.915761382 m
30	3	17 : 9 : 53	0.897333288 m
31	3	17 : 19 : 54	0.909483735 m
32	3	17 : 29 : 53	0.906648621 m
33	3	17 : 39 : 54	0.910901342 m
34	3	17 : 49 : 53	0.925076715 m
35	3	17 : 59 : 54	0.93459462 m
36	3	18 : 9 : 53	0.951402634 m
37	3	18 : 19 : 53	0.965375336 m
38	3	18 : 29 : 54	0.97550046 m
39	3	18 : 39 : 53	0.971450311 m

**TIDE OBSERVATION DATA
AT TERATE (PALM)**

Latitude : 5° 59' 39.98" S
Longitude : 106° 6' 29.39" E
Max : —
Min : —
Mean : 0.486462781

NO	DATE	TIME	RECORD
1	8	13 : 0 : 0	0.451547 m
2	8	13 : 30 : 0	0.511547 m
3	8	13 : 59 : 59	0.551547 m
4	8	14 : 30 : 0	0.581547 m
5	8	15 : 0 : 0	0.601547 m
6	8	15 : 29 : 59	0.661547 m
7	8	16 : 0 : 0	0.681547 m
8	8	16 : 30 : 0	0.701547 m
9	8	16 : 59 : 59	0.751547 m
10	8	17 : 30 : 0	0.801547 m
11	8	18 : 0 : 0	0.841547 m
12	8	18 : 29 : 59	0.801547 m
13	8	19 : 0 : 0	0.801547 m
14	8	19 : 30 : 0	0.831547 m
15	8	19 : 59 : 59	0.851547 m
16	8	20 : 30 : 0	0.871547 m
17	8	21 : 0 : 0	0.851547 m
18	8	21 : 29 : 59	0.841547 m
19	8	22 : 0 : 0	0.821547 m
20	8	22 : 30 : 0	0.791547 m
21	8	22 : 59 : 59	0.731547 m
22	8	23 : 30 : 0	0.701547 m
23	9	0 : 0 : 0	0.681547 m
24	9	0 : 29 : 59	0.651547 m
25	9	1 : 0 : 0	0.601547 m
26	9	1 : 30 : 0	0.551547 m
27	9	1 : 59 : 59	0.501547 m
28	9	2 : 30 : 0	0.451547 m
29	9	3 : 0 : 0	0.401547 m
30	9	3 : 29 : 59	0.301547 m
31	9	4 : 0 : 0	0.251547 m
32	9	4 : 30 : 0	0.201547 m
33	9	4 : 59 : 59	0.151547 m
34	9	5 : 30 : 0	0.121547 m
35	9	6 : 0 : 0	0.111547 m
36	9	6 : 29 : 59	0.071547 m
37	9	7 : 0 : 0	0.061547 m
38	9	7 : 30 : 0	0.061547 m

KONSTANTA PASUT
STASION PASUT MARINGGAI, SUMATERA SELATAN

Tide	Freq	Major	eMaj	Minor	eMin	Inc	elnc	Pha	ePha	Snr
*K1	0.0417807	0.134	0.007	0.001	0.01	123.56	3.68	8.46	3.73	30E+02
*MM	0.0015122	0.103	0.038	0.006	0.04	164.09	28.35	257.31	24.14	7.4
*M2	0.0805114	0.091	0.01	-0.008	0.01	129.03	5.83	265.35	6.79	79
*O1	0.0387307	0.08	0.008	0.004	0.01	124.41	5.91	327.11	6.6	95
*S2	0.0833333	0.029	0.009	0.01	0.01	137.81	24.52	345.5	24.29	10
MSF	0.0028219	0.028	0.03	-0.01	0.04	129.06	85.77	269.33	94.26	0.86
*J1	0.0432929	0.021	0.011	0.006	0.01	42.07	31.32	152.95	32.4	3.7
*Q1	0.0372185	0.016	0.008	0.007	0.01	70.03	49.16	210.76	47.83	3.9
*L2	0.0820236	0.016	0.01	0.007	0.01	101.91	45.4	246.86	51.17	2.3
*2Q1	0.0357064	0.015	0.009	0.005	0.01	113.84	49.82	23.59	50.3	2.8
ALP1	0.0343966	0.013	0.009	0.001	0.01	93.64	47.83	249.05	43.28	2
*OO1	0.0448308	0.013	0.006	-0.003	0.01	74.78	24.06	156.76	27.47	4.2
N2	0.0789992	0.011	0.008	0.003	0.01	106.79	51.05	242.95	67.22	1.6
*NO1	0.0402686	0.01	0.005	0.005	0.01	169.17	48.19	144.4	50.8	3.2
UPS1	0.046343	0.009	0.007	0.002	0.01	69.25	45.4	358.87	52.84	1.9
*M3	0.1207671	0.008	0.005	-0.001	0.01	35.97	42.54	205.26	44.09	2.3
ETA2	0.0850736	0.007	0.006	-0.001	0.01	55.9	51.32	324.48	61.71	1.4
MK3	0.1222921	0.006	0.006	0	0	104.22	34.1	271.83	70.11	1
*MN4	0.1595106	0.006	0.002	0.001	0	12.61	50.56	212.8	38.29	5
*SN4	0.1623326	0.006	0.004	-0.001	0	67.17	29.67	216.73	45.43	2.3
MU2	0.0776895	0.005	0.008	0	0.01	8.49	128.15	247.41	101.52	0.46
*M4	0.1610228	0.005	0.003	-0.001	0	140.26	48.66	109.52	44.53	2.2
EPS2	0.0761773	0.004	0.007	-0.002	0.01	60.03	94.26	263.9	139.95	0.41
SK3	0.1251141	0.004	0.005	-0.001	0	87.24	50.59	166.51	101.72	0.5
2MN6	0.2400221	0.004	0.003	0	0	111.58	35.47	135.98	58	1.9
MO3	0.1192421	0.003	0.004	0	0	142.9	73.88	168.33	94.98	0.66
2MS6	0.2443561	0.003	0.002	0	0	150.28	70.18	350.84	59.2	1.5
MS4	0.1638447	0.002	0.003	0.001	0	139.13	100.99	86.68	135.97	0.42
S4	0.1666667	0.002	0.003	0	0	25.98	97.95	221.81	75.04	0.95
2SK5	0.2084474	0.002	0.003	0	0	16.95	107.27	352.81	109.31	0.44
M6	0.2415342	0.002	0.002	0	0	62.69	81.55	79.05	88.04	0.58
3MK7	0.2833149	0.002	0.002	0	0	91.69	72.95	21.14	111.89	0.64
M8	0.3220456	0.002	0.002	0.001	0	109.75	55.24	283.36	67.81	1.4
2MK5	0.2028035	0.001	0.003	-0.001	0	24.87	109.85	139.5	147.73	0.21
2SM6	0.2471781	0.001	0.002	0.001	0	122.38	96.22	123.19	121.49	0.61

Coordinate of Grab Station and on board analysis
Java-Sumatra Pipeline Route Survey

No.	Point	Latitude	Longitude	Type of sediment
1	GR 1	5 21 19.60 S	105 55 36.74 E	Sandy clay
2	GR 2	5 21 41.28 S	105 55 52.97 E	Sandy clay
3	GR 3	5 21 55.83 S	105 56 8.85 E	Sandy clay
4	GR 4	5 22 12.11 S	105 56 22.73 E	Sandy clay (mud)
5	GR 5	5 22 31.22 S	105 56 42.95 E	Sandy clay (mud)
6	GR 6	5 22 43.91 S	105 56 57.54 E	Sandy clay (mud)
7	GR 7	5 23 4.63 S	105 57 11.13 E	Sand
8	GR 8	5 23 5.74 S	105 57 11.84 E	Sandy clay
9	GR 9	5 23 37.55 S	105 57 30.64 E	Sandy clay
10	GR 10	5 23 34.23 S	105 57 39.55 E	Mud
11	GR 11	5 24 11.13 S	105 58 13.59 E	Sandy clay
12	GR 12	5 26 53.27 S	106 0 42.66 E	Clayey sand
13	GR 13	5 36 2.42 S	106 9 6.45 E	Sandy clay
14	GR 14	5 36 28.32 S	106 9 29.53 E	Clayey sand
15	GR 15	5 36 36.77 S	106 9 36.21 E	Sandy clay
16	GR 16	5 38 41.73 S	106 11 29.47 E	Sandy clay
17	GR 17	5 39 28.21 S	106 11 31.58 E	Sandy clay
18	GR 18	5 39 53.46 S	106 11 31.17 E	Sandy clay
19	GR 19	5 44 7.79 S	106 11 27.83 E	Sandy clay
20	GR 20	5 44 49.03 S	106 11 21.15 E	Sandy pebbly clay
21	GR 21	5 45 44.39 S	106 11 26.48 E	Sandy gravel
22	GR 22	5 46 57.77 S	106 11 31.41 E	Sandy clay
23	GR 23	5 48 21.73 S	106 11 25.78 E	Gravely sand
24	GR 24	5 50 0.40 S	106 10 53.38 E	Gravely sand
25	GR 25	5 50 32.42 S	106 11 28.95 E	Gravely sand
26	GR 26	5 50 45.70 S	106 11 28.07 E	Gravely sand
27	GR 27	5 51 9.20 S	106 11 30.70 E	Gravely sand
28	GR 28	5 51 48.12 S	106 11 31.05 E	Gravely sand
29	GR 29	5 52 5.87 S	106 11 32.75 E	Gravely sand
30	GR 30	5 53 11.19 S	106 11 32.99 E	Coarse sand

Coordinate of Grab Station and on board analysis
Java-Sumatra Pipeline Route Survey

No.	Point	Latitude	Longitude	Type of sediment
1	GR 1	2 21 19.60 S	102 52 38.74 E	Sandy clay
2	GR 2	2 21 41.28 S	102 52 25.97 E	Sandy clay
3	GR 3	2 21 22.93 S	102 59 9.92 E	Sandy clay
4	GR 4	2 22 12.11 S	102 59 22.73 E	Sandy clay (mud)
5	GR 5	2 22 31.22 S	102 59 42.98 E	Sandy clay (mud)
6	GR 6	2 22 43.91 S	102 59 27.24 E	Sandy clay (mud)
7	GR 7	2 23 4.83 S	102 57 11.13 E	Sand
8	GR 8	2 23 27.74 S	102 57 11.84 E	Sandy clay
9	GR 9	2 23 37.22 S	102 57 30.94 E	Sandy clay
10	GR 10	2 23 34.23 S	102 57 39.22 E	Mud
11	GR 11	2 24 11.13 S	102 58 13.29 E	Sandy clay
12	GR 12	2 26 23.27 S	102 0 42.99 E	Clayey sand
13	GR 13	2 38 2.42 S	102 0 9.42 E	Sandy clay
14	GR 14	2 39 28.32 S	102 0 29.23 E	Clayey sand
15	GR 15	2 39 39.77 S	102 0 39.21 E	Sandy clay
16	GR 16	2 38 41.73 S	102 11 29.47 E	Sandy clay
17	GR 17	2 39 28.21 S	102 11 31.23 E	Sandy clay
18	GR 18	2 39 23.46 S	102 11 31.17 E	Sandy clay
19	GR 19	2 44 7.79 S	102 11 27.83 E	Sandy clay
20	GR 20	2 44 49.03 S	102 11 21.12 E	Sandy pebbly clay
21	GR 21	2 45 44.39 S	102 11 26.48 E	Sandy gravel
22	GR 22	2 46 27.77 S	102 11 31.41 E	Sandy clay
23	GR 23	2 48 21.73 S	102 11 22.78 E	Gravelly sand
24	GR 24	2 50 0.40 S	102 10 23.38 E	Gravelly sand
25	GR 25	2 50 32.42 S	102 11 28.92 E	Gravelly sand
26	GR 26	2 50 42.70 S	102 11 28.07 E	Gravelly sand
27	GR 27	2 51 9.20 S	102 11 30.70 E	Gravelly sand
28	GR 28	2 51 48.12 S	102 11 31.02 E	Gravelly sand
29	GR 29	2 52 2.87 S	102 11 32.72 E	Gravelly sand
30	GR 30	2 52 11.19 S	102 11 32.99 E	Coarse sand

Coordinate of Dredging Line and on board analysis
Java- Sumatra Pipeline Route Survey

STATION LINE	POINT	Geodetic Coordinate						Type of rock/sediment		
		Latitude				Longitude				
DR-01	SOL	5	21	54.77	S	105	56	8.79	E	fine silty sand.
	EOL	5	22	2.01	S	105	56	15.59	E	
DR-02	SOL	5	22	59.12	S	105	57	2.99	E	mud rock, coarse sand to pebble, conglomerate
	EOL	5	23	12.19	S	105	57	18.11	E	
DR-03	SOL	5	23	24.58	S	105	57	18.28	E	mud, coarse sand to pebble, tuffaceous sandstone
	EOL	5	23	31.90	S	105	57	20.63	E	
DR-04	SOL	5	37	41.23	S	106	10	37.09	E	tuffaceous sandstone, sandy clay, carbonaceous claystone, sandstone,
	EOL	5	37	20.36	S	106	10	17.05	E	
DR-05	SOL	5	39	57.44	S	106	11	30.23	E	sandy clay
	EOL	5	39	28.73	S	106	11	28.89	E	

DB-02	EOG	2 30	58'13	2	100 11	58'00	E	sandy clay
	2OG	2 30	25'44	2	100 11	30'53	E	
DB-04	EOG	2 31	50'30	2	100 10	15'02	E	carbonaceous claystone, sandstone, littaceous sandstone, sandy clay.
	2OG	2 31	41'53	2	100 10	35'00	E	
DB-03	EOG	2 53	31'00	2	100 21	50'03	E	littaceous sandstone mud, coarse sand to pebble.
	2OG	2 53	54'28	2	100 21	18'58	E	
DB-05	EOG	2 53	15'10	2	100 21	18'11	E	conglomerate mud rock, coarse sand to pebble.
	2OG	2 55	20'15	2	100 21	5'00	E	
DB-01	EOG	2 55	5'01	2	100 20	12'20	E	fine silty sand.
	2OG	2 51	04'11	2	100 20	8'10	E	
LINE STATION	POINT	Latitude			Longitude			Type of rock/sediment
		Geodetic Coordinate						

1949- Sumatra Pipeline Route Survey
 Coordinate of Preexisting Line and on board analysis

Coordinate of Water Sampling Station and on board analysis
Java - Sumatra Pipeline Route Survey

No.	Point	Latitude				Longitude				Temperature		pH		Turbidity		Dissolved Oxygen	
										surface	bottom	surface	bottom	surface	bottom	surface	bottom
1	Ws.1	5	21	20.68	S	105	55	34.04	E	29.4	27.4	8.04	8.09	3.9	13.79	5.79	4.23
2	Ws.2	5	22	30.76	S	105	56	36.68	E	29	27.7	8.05	8.04	4.67	13.92	5.78	3.92
3	Ws.3	5	23	34.23	S	105	57	39.55	E	28.4	28.1	8.03	8.02	2.38	3.6	4.99	4.05
4	Ws.4	5	24	51.05	S	105	58	51.45	E	28.9	27.3	8.06	8.09	2.13	1.4	5.41	5.12
5	Ws.5	5	26	10.60	S	105	59	59.82	E	28.2	28.3	8.07	8.1	1.37	1.59	4.92	4.61
6	Ws.6	5	27	19.88	S	106	0	59.36	E	28.4	27.3	8.07	8.12	0.98	0.78	5.75	4.78
7	Ws.7	5	28	29.08	S	106	2	6.68	E	29	28.4	8.4	8.11	1.27	1.48	5.82	4.3
8	Ws.8	5	29	41.12	S	106	3	17.11	E	28.8	27.2	8.09	8.03	1.99	1	5.91	4.85
9	Ws.9	5	30	52.27	S	106	4	22.73	E	28.3	26.8	8.04	8.02	1.12	1.1	5.05	4.52
10	Ws.10	5	32	7.23	S	106	5	28.54	E	28.1	28.1	7.97	8.03	0.9	1.11	7.68	7.38
11	Ws.11	5	33	18.45	S	106	6	34.80	E	28	28.4	7.56	8.11	1.37	1.13	7.78	6.61
12	Ws.12	5	34	30.59	S	106	7	39.14	E	27.4	28	8.08	8.13	1.08	7.04	6.82	6.98
13	Ws.13	5	35	44.02	S	106	8	46.46	E	28.5	27	8.11	8.09	0.98	0.86	7.52	6.89
14	Ws.14	5	36	53.59	S	106	9	49.98	E	28.5	27.2	8.07	8.07	0.89	0.62	6.55	6.68
15	Ws.15	5	38	1.85	S	106	10	55.84	E	28.5	26.9	8.09	8.11	1.25	0.89	6.89	6.82
16	Ws.16	5	38	42.69	S	106	11	32.64	E	28.3	27.8	8.1	8.06	1.89		6.51	6.01
17	Ws.17	5	40	40.77	S	106	11	32.34	E	28.8	27.4	8.11	8.09			6.66	7.05
18	Ws.18	5	42	9.55	S	106	11	29.30	E	28.4	28.2	8.13	8.14	1.54	1.73	4.72	4.12
19	Ws.19	5	43	51.73	S	106	11	21.97	E	28.1	28	8.11	8.14	1.82	1.88	4.73	4.37
20	Ws.20	5	45	29.47	S	106	11	26.78	E	27.9	27.8	8.21	8.19	1.78	2.05	5.16	4.5
21	Ws.21	5	46	58.41	S	106	11	23.61	E	28.4	28	8.11	8.13			6.42	6.11
22	Ws.22	5	48	41.91	S	106	11	27.36	E	28.3	28.2	8.06	8.15			6.57	5.71
23	Ws.23	5	49	57.03	S	106	11	10.72	E	28.2	27.5	8.13	8.08			6.64	6.14
24	Ws.24	5	51	27.45	S	106	11	35.39	E	28.5	27.8	8.12	8.15			6.44	5.9
25	Ws.25	5	53	1.75	S	106	11	30.53	E	28.2	27.3	8.09	8.15			6.98	6.07
26	Ws.26	5	54	38.85	S	106	11	30.29	E	28	26.4	8.1	8.17			5.86	6.03
27	Ws.27	5	55	46.65	S	106	11	28.13	E	28.1	27.7	8.14	8.17			6.89	5.76

Coordinate of Grab Station for Benthos analysis
Java-Sumatra Pipeline Route Survey

No.	Point	Latitude				Longitude			
1	BE-01	5	21	19.60	S	105	55	36.74	E
2	BE-02	5	22	31.22	S	105	56	42.95	E
3	BE-03	5	23	34.23	S	105	57	39.55	E
4	BE-04	5	24	11.13	S	105	58	13.59	E
5	BE-05	5	26	53.27	S	106	0	42.66	E
6	BE-06	5	36	2.42	S	106	9	6.45	E
7	BE-07	5	36	28.32	S	106	9	29.53	E
8	BE-08	5	38	41.73	S	106	11	29.47	E
9	BE-09	5	45	44.39	S	106	11	26.48	E
10	BE-10	5	48	21.73	S	106	11	25.78	E
11	BE-11	5	51	9.20	S	106	11	30.70	E
12	BE-12	5	53	11.19	S	106	11	32.99	E
13	BE-13	5	29	41.12	S	106	3	17.11	E
14	BE-14	5	32	7.23	S	106	5	28.54	E
15	BE-15	5	34	30.59	S	106	7	39.14	E

**STATION OF SOUND VELOCITY OBSERVATION
PIPELINE ROUTE SURVEY – PGN 2003**

Station #1

Latitude: 5°57.616577' S

Longitude: 106°10.586914' E

=====

- * Sea-Bird SBE 19 Data File:
- * FileName = \SBE\Banten00.HEX
- * Software Version 4.217
- * Temperature SN = 2138
- * Conductivity SN = 2138
- * System UpLoad Time = Aug 06 2003 14:56:47
- * Offshore Pipe Line Survey
- * Sunda Strait (Banten to Labuan Maringga)
- * July - August 2003
- * Setting by Djoko Hartoyo
- * ds
- * SEACAT PROFILER V3.1 SN 2138 08/06/03 14:58:14.885
- * strain gauge pressure sensor: S/N = 174765, range = 5000 psia, tc = 131
- * clk = 32767.734 iop = 65 vmain = 8.1 viith = 5.3
- * mode = PROFILE ncasts = 1
- * sample rate = 1 scan every 0.5 seconds
- * minimum raw conductivity frequency for pump turn on = 2250 hertz
- * pump delay = 30 seconds
- * samples = 340 free = 173788 lwait = 0 msec
- * SW1 = C8 battery cutoff = 7.3 volts
- * number of voltages sampled = 0
- * logdata = NO
- * cast 0 08/06 14:53:33 samples 0 to 339 sample rate = 1 scan every 0.5 seconds stop = switch off
- # nquan = 5
- # nvalues = 13
- # units = metric
- # name 0 = scan: scan number
- # name 1 = t068: temperature, IPTS-68 [deg C]
- # name 2 = sal00: salinity, PSS-78 [PSU]
- # name 3 = pr: pressure [db]
- # name 4 = flag: 0.000e+00
- # span 0 = 56, 172
- # span 1 = 28.5504, 28.7920
- # span 2 = 31.9417, 32.1637
- # span 3 = 1.000, 7.000
- # span 4 = 0.000e+00, 0.000e+00
- # interval = decibars: 1
- # start_time = Aug 06 2003 14:53:33
- # bad_flag = -9.990e-29
- # sensor 0 = Frequency 0 temperature, 2138, 31-Jan-96
- # sensor 1 = Frequency 1 conductivity, 2138, 31-Jan-96, cpcor = -9.5700e-08
- # sensor 2 = Pressure Voltage, 174765, 31-Jan-96
- # datcnv_date = Aug 06 2003 14:57:42, 4.217
- # datcnv_in = BANTEN00.HEX 2138.CON
- # datcnv_skipover = 0
- # binavg_date = Aug 06 2003 15:01:36, 4.217
- # binavg_in = BANTEN00.CNV
- # binavg_bintype = Pressure Bins
- # binavg_binsize = 1.00

PIPELINE ROUTE SURVEY - PCN 2003
STATION OF SOUND VELOCITY OBSERVATION

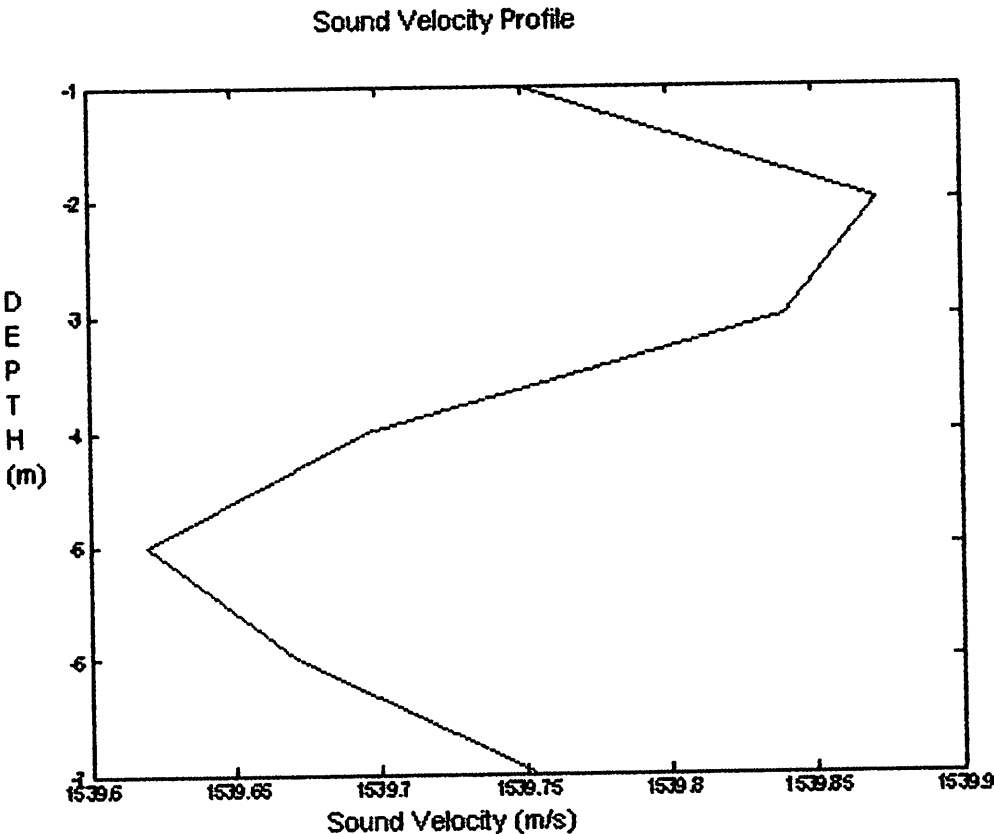
```
#divavg_divsize = 1.00
#divavg_divtype = Pressure Bins
#divavg_in = BANTENCO CNV
#divavg_date = Aug 08 2003 15:01:36, 4.217
#divavg_skipover = 0
#divavg_in = BANTENCO.HEX 2138.COM
#divavg_date = Aug 08 2003 14:57:42, 4.217
#sensor 2 = Pressure Voltage, 174765, 31-Jan-98
#sensor 1 = Conductivity, 2138, 31-Jan-98, cpoor = -9.5703e-08
#sensor 0 = Frequency 0 temperature, 2138, 31-Jan-98
#bad_flag = -9.990e-29
#start_time = Aug 08 2003 14:53:33
#interval = 0.000e+00
#span 4 = 0.000e+00, 0.000e+00
#span 3 = 1.000, 7.000
#span 2 = 31.9417, 32.1637
#span 1 = 28.5504, 28.7920
#span 0 = 56, 172
#name 4 = flag: 0.000e+00
#name 3 = pin pressure [hp]
#name 2 = salinity, P28-78 [PSU]
#name 1 = 1088: temperature, IPT2-68 [deg C]
#name 0 = scan: scan number
#units = metric
#nvalues = 18
#nchan = 5
switch off
#cast 08/08 14:53:33 samples 0 to 339 sample rate = 1 scan every 0.5 seconds stop =
#locals = 140
#number of voltages sampled = 0
#SW1 = C8 battery cutoff = 7.8 volts
#samples = 340, time = 173788, wait = 0 msec
#bump delay = 30 seconds
#minimum raw conductivity frequency for bump turn on = 3250 hertz
#sample rate = 1 scan every 0.5 seconds
#mode = PROFILE, ncasts = 1
#clk = 32787.734, job = 85, vmdm = 8.1, vltm = 8.3
#strain gauge pressure sensor SN = 174765, range = 5000 psia, rc = 131
#SEACAT PROFLER V3.1 SN 2138 08/08/03 14:58:14.685
#ds
#Setting by Djoko Hartono
#July - August 2003
#Gunda Strait (Banten to Lampung Mangrove)
#Offshore Pipe Line Survey
#System UpLoad Time = Aug 08 2003 14:58:47
#Conductivity SN = 2138
#Temperature SN = 2138
#Software Version 4.217
#FileName = /288/Banten00.HEX
#Sea-Bird SBE 18 Data File
=====
Longitude: 105.1058914 E
Latitude: 5.6764667 S
Station #1
```

binavg_excl_bad_scans = yes
binavg_downcast_only = no
binavg_skipover = 0
binavg_surface_bin = no, min = 0.000, max = 0.000, value = 0.000
file_type = ascii
END

56	28.7459	31.9417	1.000	0.000e+00
63	28.7920	31.9462	2.000	0.000e+00
73	28.7241	32.0407	3.000	0.000e+00
87	28.6088	32.1271	4.000	0.000e+00
101	28.5504	32.1612	5.000	0.000e+00
113	28.5656	32.1616	6.000	0.000e+00
117	28.6099	32.1309	7.000	0.000e+00
123	28.5616	32.1566	6.000	0.000e+00
134	28.6147	32.1566	5.000	0.000e+00
139	28.5918	32.1637	4.000	0.000e+00
149	28.6045	32.1541	3.000	0.000e+00
161	28.6541	32.1382	2.000	0.000e+00
172	28.6664	32.1409	1.000	0.000e+00

RESULT

The average of sound velocity on this station: **1539.74 m/s**

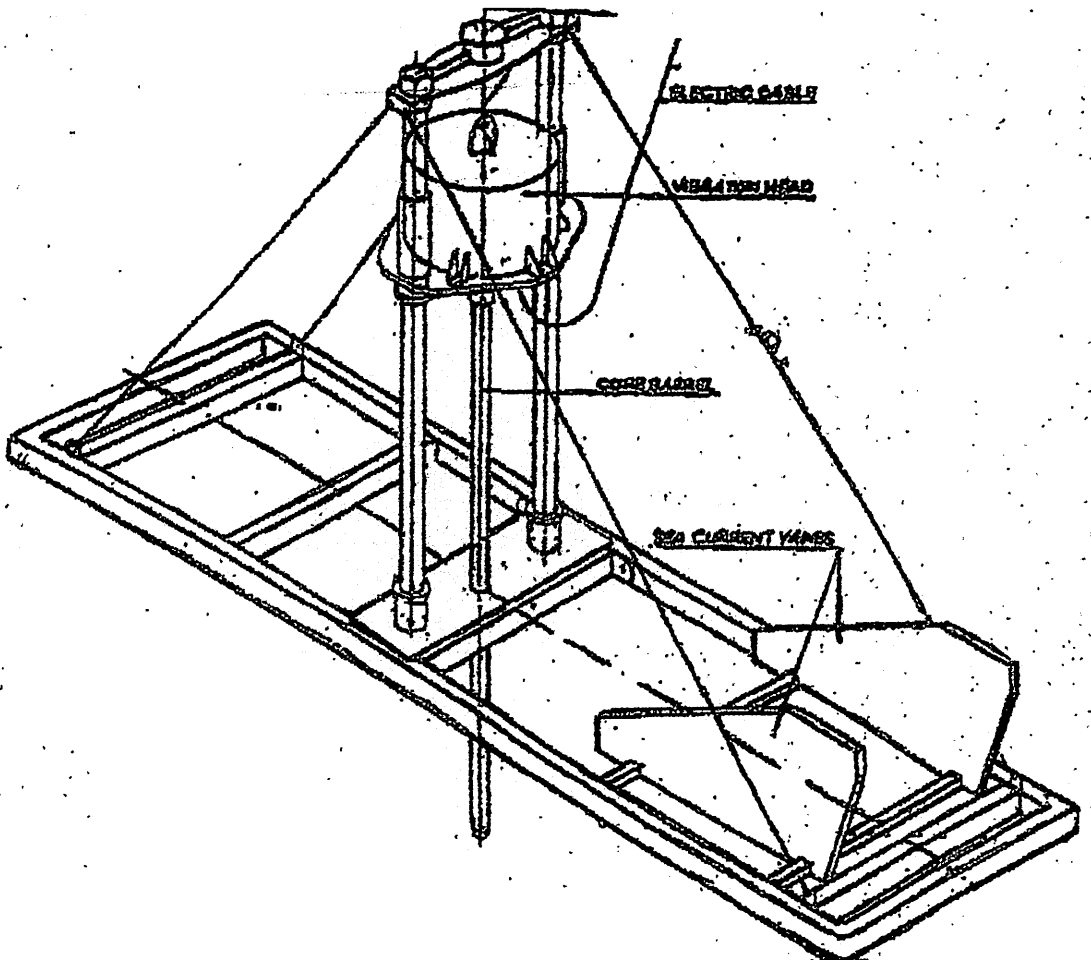


LAMPIRAN – C

ELECTRIC DRIVEN VIBROCORERS FOR MARINE SOIL SAMPLING

The basic construction consist of two vertical pillars, down which the vibrator house slides, mounted onto a rectangular frame and strengthened by wire braces fixed to the top and base of the frame. The frame is equipped on one side with two vanes to keep it from turning by the sea current during Hoisting and Lowering, and to give in the most stable position on the se-bad.

Core Barrels can be obtained with or without PVC liner. The barrel consists of a seamless mildsteel tube with a core catcher soldered into a replaceable cutting shoe with a flange at the top. A coarse threaded collar slides over the barrel and engages it to the motor housing. The waterproof meter house consists of two electric motors mounted side by side and delivering vibrations via two eccentric fly-wheels. The motors counter rotate, thus producing a centrifugal force.



ELECTRIC VIBROCORER – TECHNICAL INFORMATION

1.1 MODEL – DUTS VIBROCORER (HOLLAND)

SPECIFICATIONS:

1.2 CORING HEAD

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. Diameter | 600 mm |
| 2. Height Overall | 600 mm |
| 3. Weight | 0.5 ton |
| 4. Construction | Mild Steel |
| 5. Power Requirement | 415 V 3 phase 6 amps |

1.3 CORE BARRELS

1. 3.5" OD barrels with Flanges on one and coupling at the other end
2. 5.5 m Length x 73 mm ID x 76 mm OD

1.4 BITS

1. Steel with an appropriate core retainer

1.5 TOWER (SCH 80 API PIPE)

1. Base Frame 4 m Long x 1.2 m Wide x 6 m High with current vanes and gate centraliser
2. Weight - 152 kg
3. Lead Ballast - 70 kg

1.6 VIBRATORS

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 1. Frequency | 1440 rev. per minute |
| 2. Centrifugal | 8800 N |
| 3. Power Requirements | 1 kW 3 phase |
| 4. Working Moment | 77.6 kg |

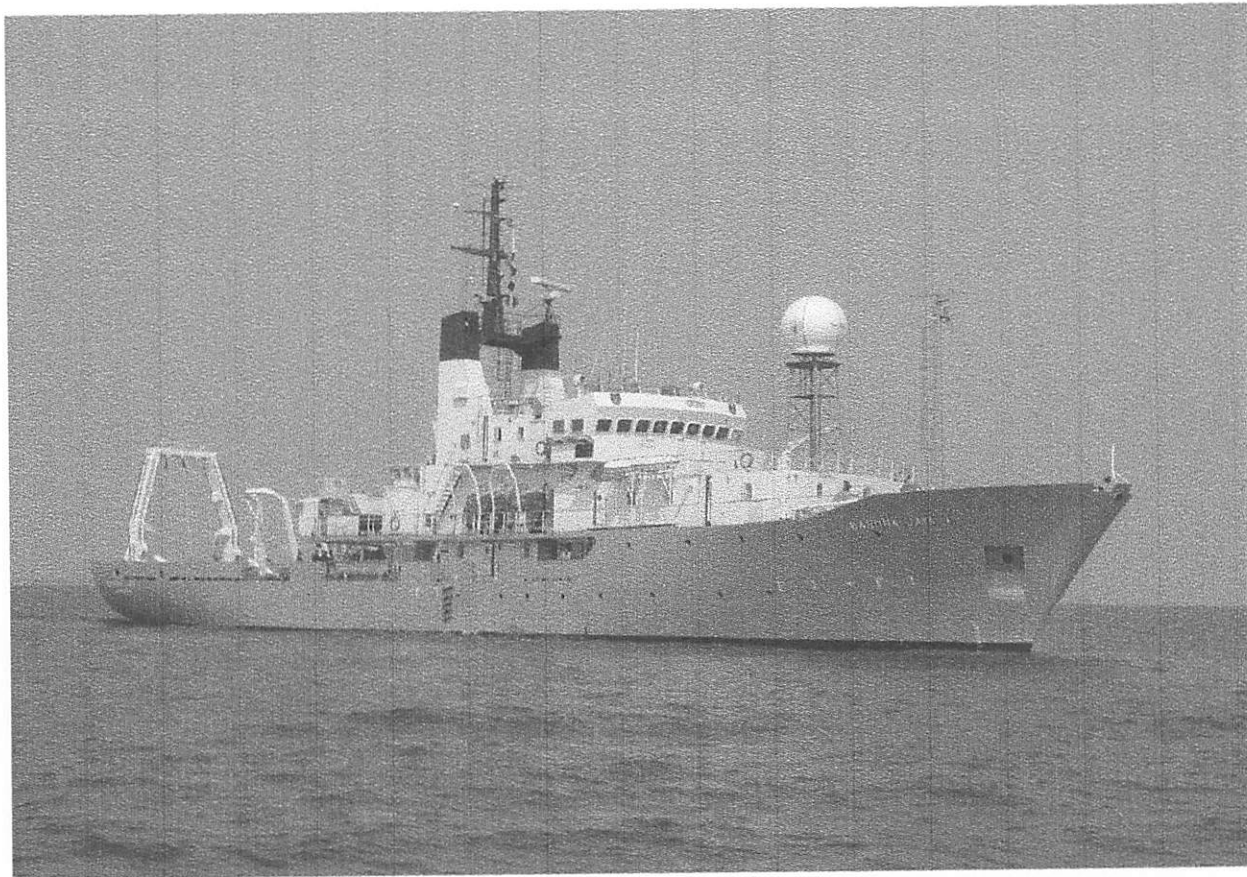
1.7 CABLE

1. Submersible Umbilical Cable

LAMPIRAN - D

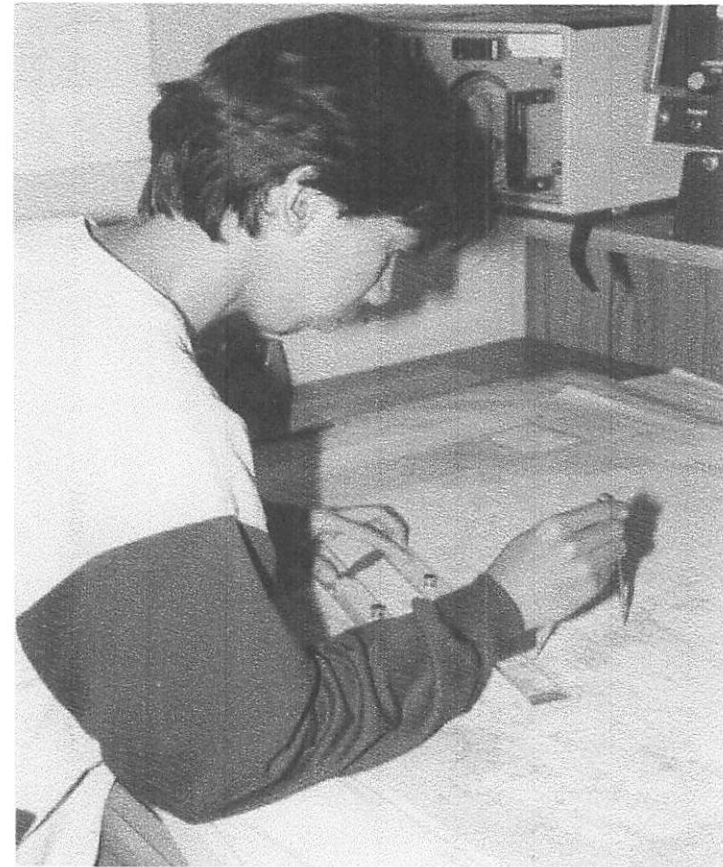
LAMPIRAN - D

1. KAPAL RISET BARUNA JAYA I

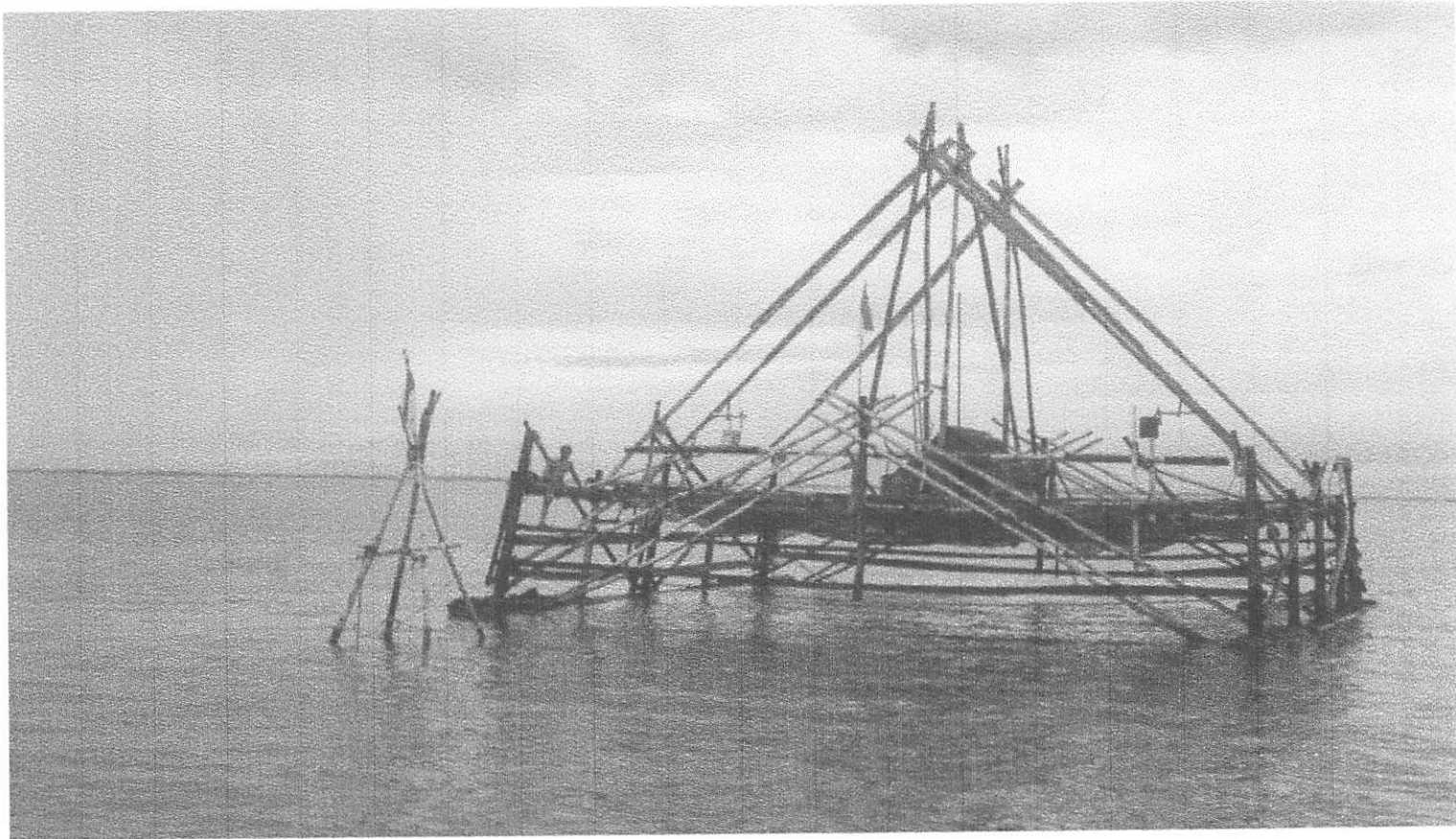


2. PETA PETUNJUK SURVEI DAN NAVIGASI

MEMBACA PETA PETUNJUK SURVEI DAN NAVIGASI
KAPAL



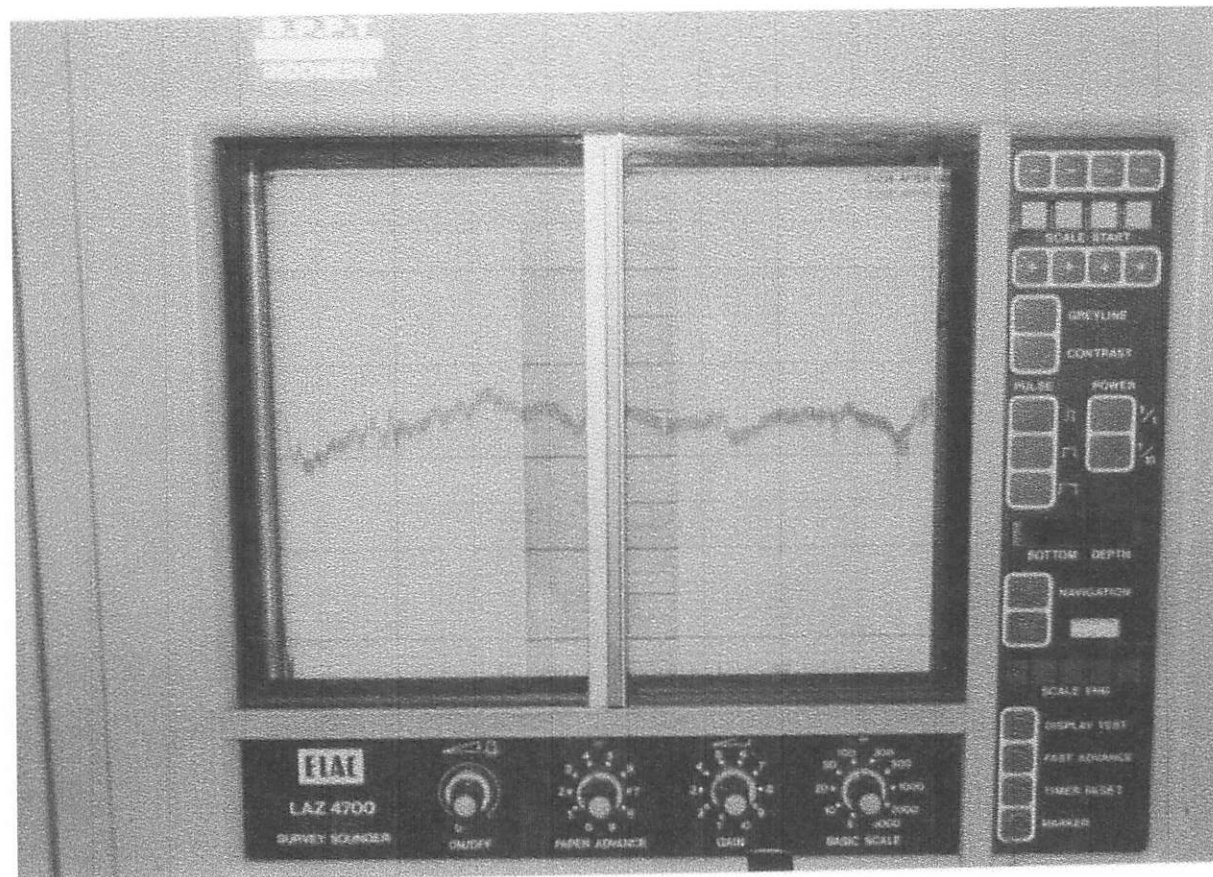
3. LOKASI PEMASANGAN ALAT PENGUKUR PASANG SURUT AIR LAUT



4. PERALATAN NAVIGASI
(RECEIVER & ANTENA GPS TIPE C – NAV)



5. UNIT PEREKAM DATA PADA PERALATAN ECHO SOUNDER
(TIPE MOUNTED)



6. PEMASANGAN LAND FALL DI LOKASI SURVEI (ON SHORE)



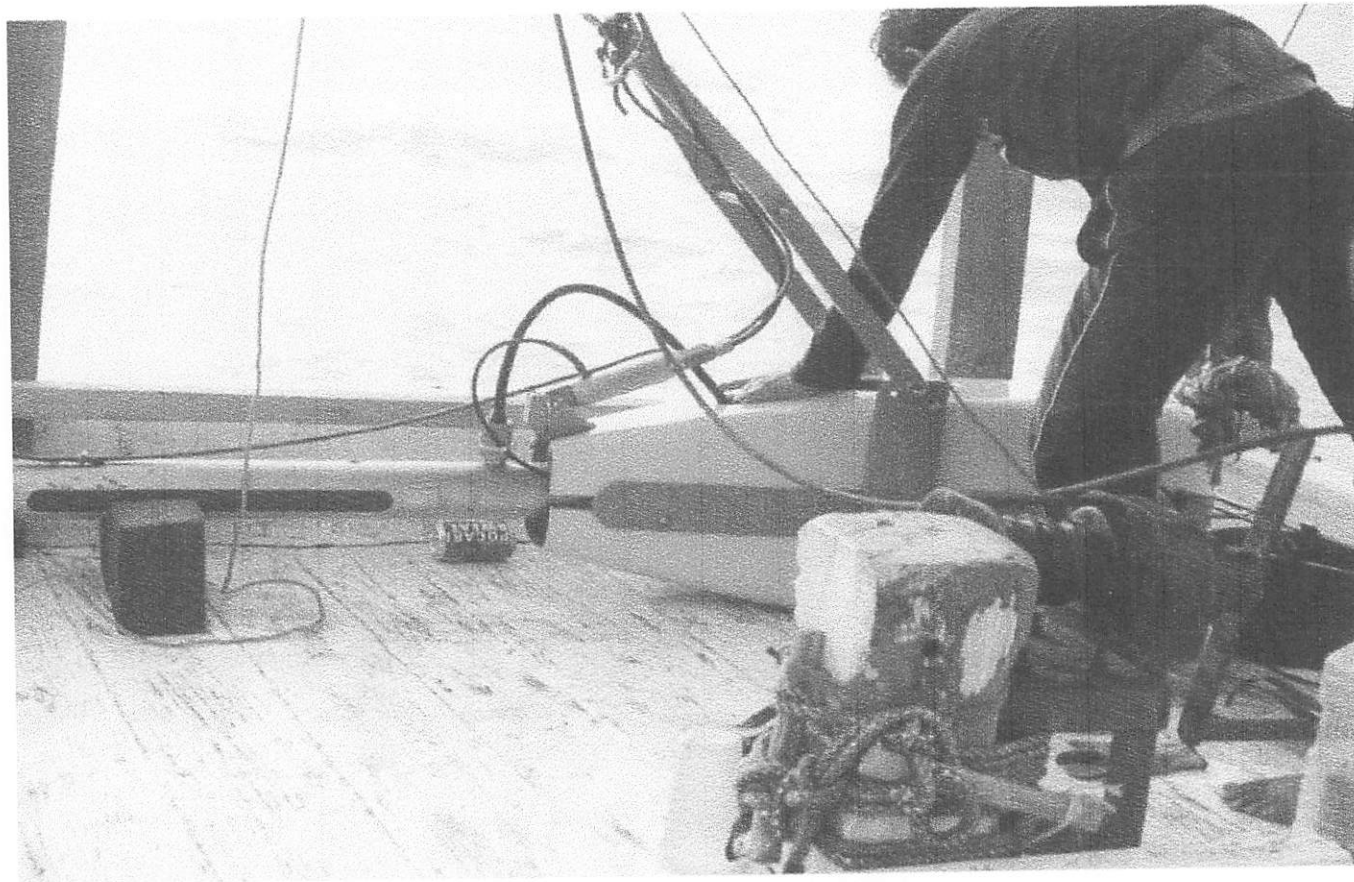
7. PENENTUAN POSISI LAND FALL DENGAN METODE GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)



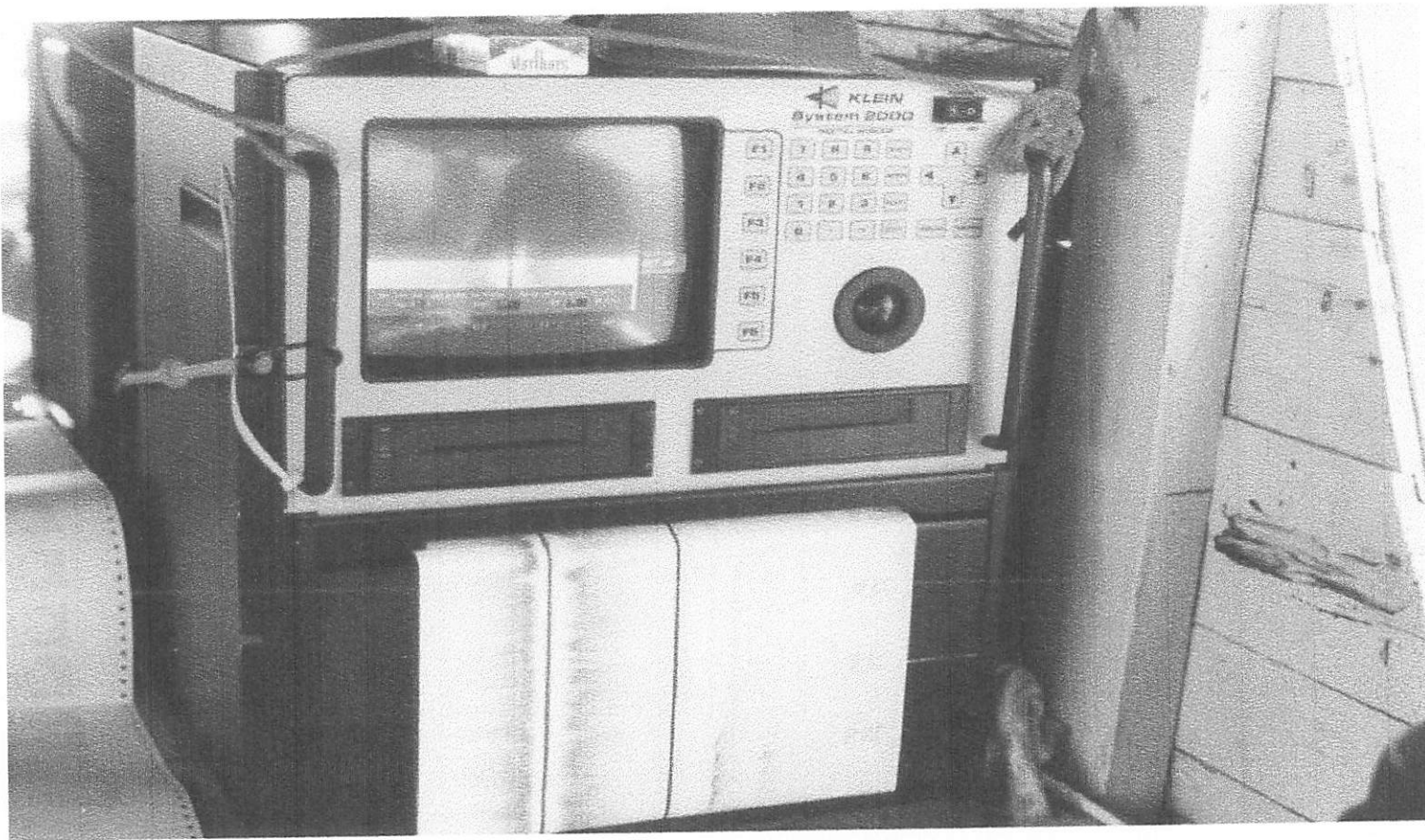
8. PENGUKURAN BEDA TINGGI (LEVELLING) PADA SURVEI TOPOMETRI



9. PEMASANGAN PERALATAN SIDE SCAN SONAR & SUB BOTTOM PROFILER
(KLEIN SYSTEM 2000)

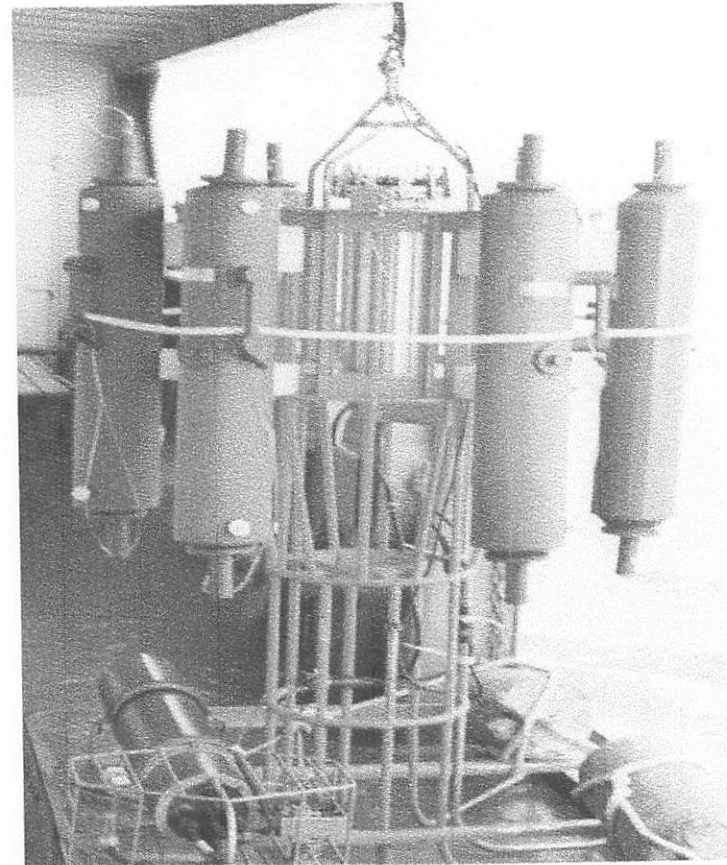


10. UNIT PEREKAM DATA PADA PERALATAN SIDE SCAN SONAR & SUB BOTTOM PROFILER
(KLEIN SYSTEM 2000)

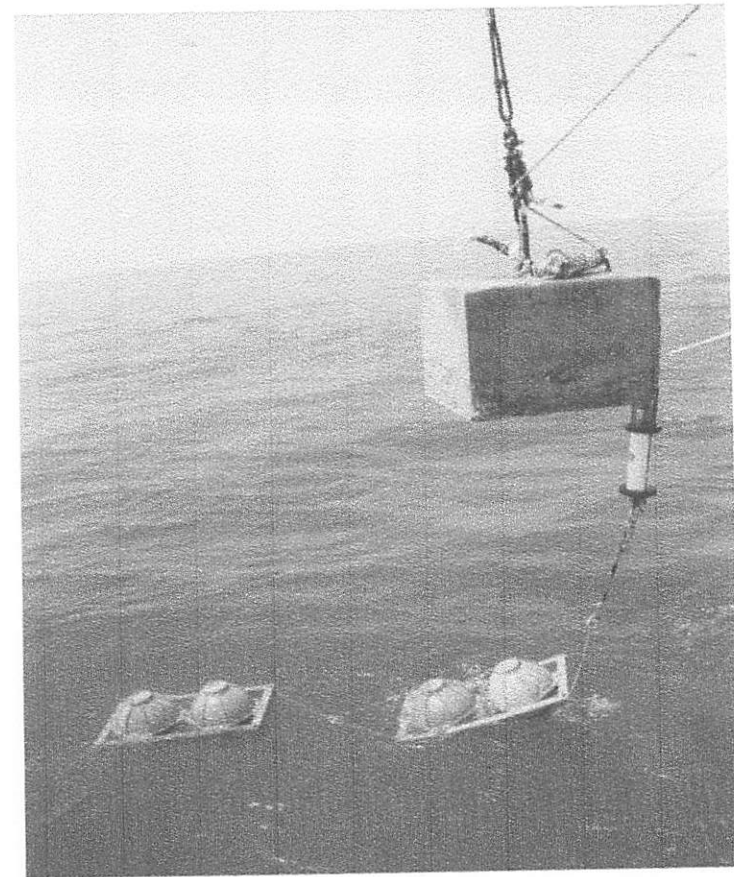


11. PERALATAN CTD (CONDUCTIVITY & TEMPERATURE DEPTH)

PEMASANGAN PERALATAN CTD UNTUK MENGUKUR
KONDUKTIFITAS DAN SUHU DI KEDALAMAN AIR
LAUT



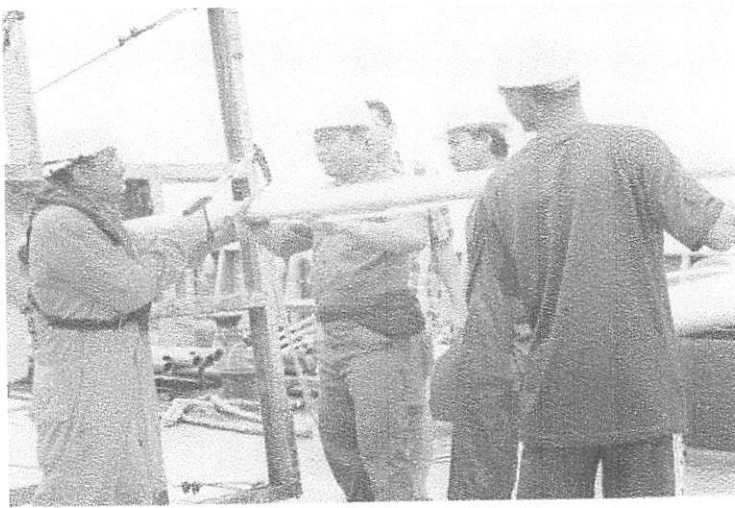
12. PERSIAPAN DAN PEMASANGAN PERALATAN PENGUKUR ARUS LAUT
(CURRENT METER)



13. PEMASANGAN PERALATAN PENGAMBIL CONTOH SEDIMEN DASAR LAUT
(VIBRO CORER)



14. PENGAMBILAN DAN PENYIMPANAN CONTOH SEDIMEN DASAR LAUT DARI PERALATAN VIBRO CORE

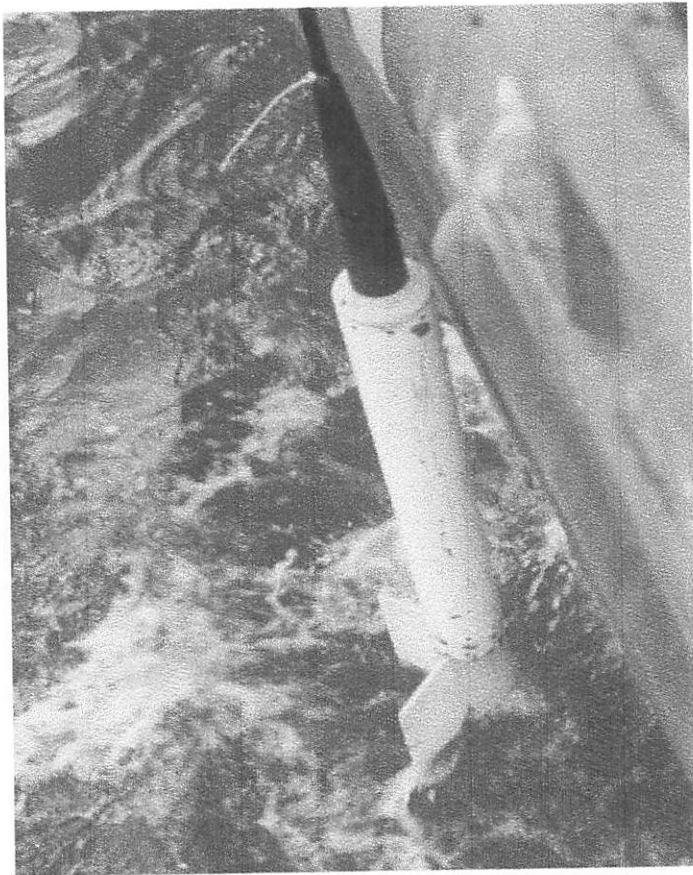


PENGMABILAN DAN PEMOTONGAN SEDIMEN
DARI PIPA

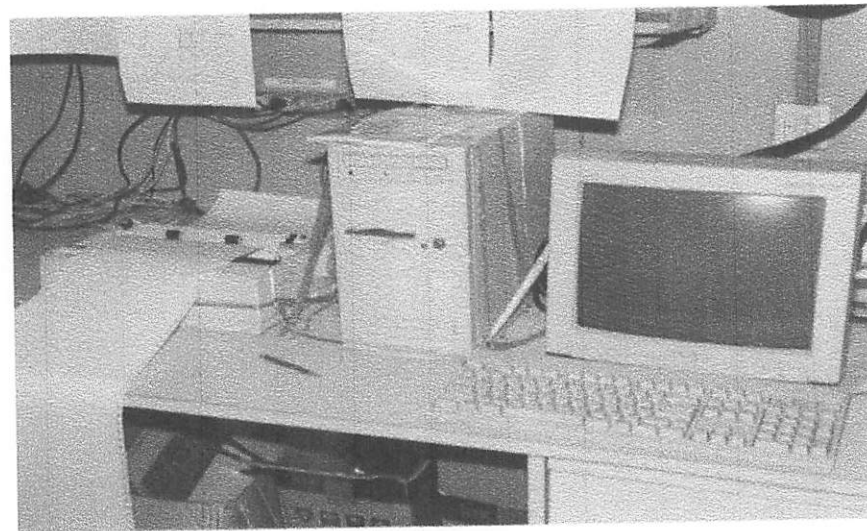


PENKODEAN CONTOH SEDIMEN PADA
KOTAK PENYIMPANAN

15. PEMASANGAN PERALATAN MAGNETO METER DAN UNIT PEREKAM DATANYA



PEMASANGAN PERALATAN
MAGNETO METER

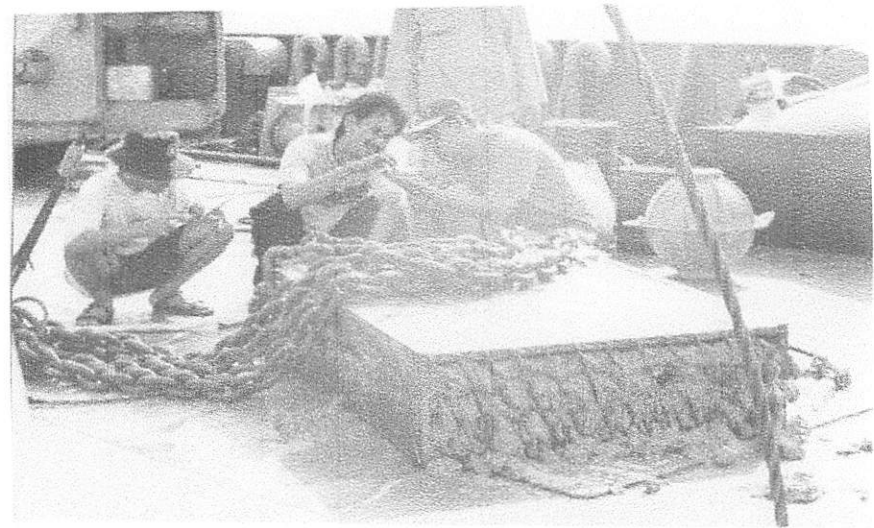


UNIT PEREKAM DATA MAGNETO METER

16. ALAT Pengeruk Sedimen Dasar Laut (DREDGER)

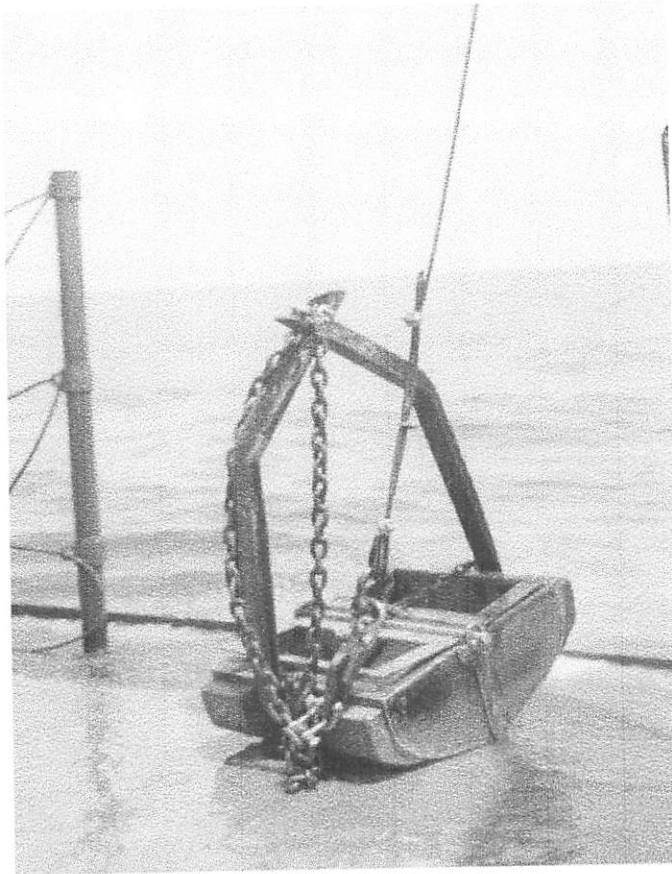


PEMASANGAN DREDGER



PENGUMPULAN CONTOH SEDIMEN

17. ALAT Pengeruk Sedimen Dasar Laut
(Grab Sampler)



PEMASANGAN DREDGER



PENGUMPULAN CONTOH SEDIMEN PADA
KANTONG PLASTIK

18. PERALATAN CURRENT METER
(TIPE ANDERAA)

