

**APLIKASI *SIDE SCAN SONAR* DAN *MAGNETOMETER* UNTUK
PEMETAAN SEBARAN *ANOMALI MAGNETIK* DASAR LAUT**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

Ab. Taufik Insani

(NIM. 0925052)

JURUSAN TEKNIK GEODESI S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

2015

APLIKASI SUDUT BUKAN SUDUT DAN MAGNETOSTATIS UNTUK
PENGANTARAN SUDUT AMONIAL MAGNETIS DARI LAUT

SEKSI

1. Nama :
2. No. :
3. No. :

JURUSAN TEKNIK GEODESI 3-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

LEMBAR PERSETUJUAN

APLIKASI *SIDE SCAN SONAR* DAN *MAGNETOMETER* UNTUK PEMETAAN SEBARAN *ANOMALI MAGNETIK*DASAR LAUT

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai
Gelar Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi S-1
Institut Teknologi Nasional Malang

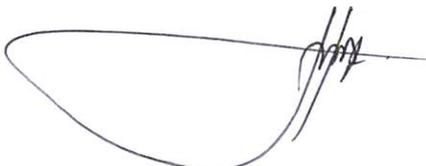
Oleh :

Ab. Taufik Insani

0925052

Menyetujui :

Dosen Pembimbing Utama



Hery Purwanto, ST., M.Sc

Dosen Pendamping



Silvester Sari Sai, ST., MT

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1




M. Edwin Tjahjadi, ST., MGeom., SC., Ph.D



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

**BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

NAMA : AB. TAUFIK INSANI
NIM : 0925052
JURUSAN : TEKNIK GEODESI S-1
JUDUL : APLIKASI *SIDE SCAN SONAR* DAN *MAGNETOMETER*
UNTUK PEMETAAN SEBARAN BENDA *ANOMALI*
MAGNETIK DASAR LAUT

Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang
Strata 1 (S-1)

Pada Hari : Sabtu
Tanggal : 29 Agustus 2015
Dengan Nilai :

Panitia Ujian Skripsi
Ketua

Ir. Jasmani, M.Kom

Dosen Penguji I

Dosen Pendamping

Dosen Penguji II

Ir. Agus Darpono, MT

Hery Purwanto, ST., MSC

Bagus Subakti, ST., M.Eng

APLIKASI *SIDE SCAN SONAR* DAN *MAGNETOMETER* UNTUK PEMETAAN SEBARAN *ANOMALI MAGNETIK* DASAR LAUT

AB. Taufik Insani 0925052

Dosen Pembimbing Pendamping : Hery Purwanto, ST., M.Sc

Abstraksi

Medan magnet menyerupai suatu medan dari batang magnet yang sangat besar dan pusatnya berhimpitan dengan bumi serta mempunyai gaya tarik magnet yang melingkar. Hal ini menunjukkan bahwa di seluruh permukaan bumi memiliki kuat medan magnet tersendiri.

Pada perairan Teluk Lamong, Kab. Gresik Jawa Timur merupakan daerah yang tersebar ranjau karena area tersebut merupakan bekas perang dunia ke-II. Untuk mendeteksi tingkat kemagnetan logam yang dimiliki tiap daerah perairan, maka dilakukan survei kemagnetan dengan menggunakan alat *side sca sonar* dan *magnetometer*, maka dilakukan survei kemagnetan logam serta penggambaran citra sehingga diperlukan pembuatan peta sebaran *anomali magnetik*.

Penelitian ini menggunakan *software Oasis Montaj* dan *SonarWiz*, untuk mengolah data *Magnetometer* dan *Image* yang dihasilkan *Side Scan Sonar* sehingga dapat mengetahui klasifikasi sumber anomali magnetik dasar laut yang diidentifikasi oleh *image* yang dihasilkan *Side Scan Sonar*.

Hasil yang diperoleh berupa peta sebaran *anomali magnetik* dasar laut dengan karakteristik sebaran anomali memiliki variasi intensitas magnet regional yang tidak sama dan menunjukkan adanya variasi pembentukan dasar laut yang berbeda. Dari peta sebaran anomali kemagnetan yang didapat serta hasil validasi dari *image side scan sonar* yang menunjukkan posisi anomali magnetik yang dan telah dinetralisir sehingga dapat digunakan untuk kepentingan keselamatan navigasi serta kegiatan lain yang berhubungan dengan hidrografi.

Kata kunci : *Anomali Magnetik, Side Scan Sonar, Magnetometer, Peta.*

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ab. Taufik Insani
NIM : 09.25.052
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul :

**“Aplikasi *Side Scan Sonar* dan *Magnetometer* Untuk Pemetaan Sebaran
Benda *Anomali Magnetik* Dasar Laut”**

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 29 Agustus 2015
Yang membuat pernyataan



Ab. Taufik Insani
Nim : 09.25.052

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayahnya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “Aplikasi *Side Scan Sonar* dan *Magnetometer* Untuk Pemetaan Sebaran Benda *Anomali Magnetik Dasar Laut*”.

Dalam penyusunan laporan ini sejak awal hingga akhir, penulis menyadari bahwa laporan ini tidak akan selesai tanpa adanya pengarahan, dorongan, dan bantuan dari pihak lain, baik bantuan moril maupun spiritual. Untuk itu penulis menghaturkan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. M. Edwin Tjahjadi, ST., MGeom, SC., Ph.D, selaku ketua Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Hery Purwanto, ST, M.Sc, Msi, selaku dosen pembimbing utama di Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa didalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan baik ditinjau dari segi ilmiah maupun tata bahasanya, hal ini dikarenakan terbatasnya kemampuan penulis, meskipun telah berusaha semaksimal mungkin.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat khususnya bagi penulis dan pembaca pada umumnya, serta penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Malang, 29 Agustus 2015

Penulis

	<u>Halaman</u>
LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR BERITA ACARA	iii
ABTRAK	iv
SURATPERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Perumusan Masalah	2
1.4 Perumusan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.7 Tinjauan Pustaka	3
BAB II DASAR TEORI	6
2.1 Medan Magnet Bumi	6
2.2 Prinsip Dasar Kemagnetan Bumi	6
2.3 Komponen Magnet Bumi	7
2.3.1 Medan magnet utama (<i>main field</i>)	7
2.3.2 Medan magnet luar (<i>external field</i>)	7
2.3.3 Medan magnet anomali	8
2.4 Sifat-sifat Kemagnetan Bumi	8
2.5 Metode Pengukuran Data Geomagnetik	9
2.5.1 Koreksi Harian	10
2.5.2 Koreksi IGRF (<i>The International Geomagnetik Reference Field</i>)	10
2.5.3 Interpretasi Data Geomagnetik	11

Daftar Isi

i. PENDAHULUAN 1

ii. TUJUAN PENELITIAN 2

iii. LINGKUP PENELITIAN 3

iv. METODE PENELITIAN 4

v. HASIL PENELITIAN 5

vi. KATA PENUTUP 6

vii. DAFTAR PUSTAKA 7

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1.1

1.2 Tujuan Penelitian 1.2

1.3 Rumusan Masalah 1.3

1.4 Batasan Masalah 1.4

1.5 Manfaat Penelitian 1.5

1.6 Ruang Lingkup Penelitian 1.6

1.7 Sistematika Penulisan 1.7

BAB II DASAR TEORI 2

2.1 Definisi 2.1

2.2 Fungsi 2.2

2.3 Komponen 2.3

2.3.1 Definisi 2.3.1

2.3.2 Fungsi 2.3.2

2.3.3 Komponen 2.3.3

2.4 Metode Penelitian 2.4

2.4.1 Definisi 2.4.1

2.4.2 Fungsi 2.4.2

2.4.3 Komponen 2.4.3

2.6	<i>Magnetometer</i>	11
2.6.1	Prinsip Kerja <i>Magnetometer</i>	11
2.7	<i>Side Scan Sonar</i>	12
2.8	Teori Operasi	15
2.8.1	Geometri	17
2.8.2	Rekaman	17
2.8.3	Instalasi	19
2.8.4	Ditarik dari Buritan	19
2.8.5	Dipasang pada Kapal	21
2.8.6	Metode Lainnya yang digunakan	21
2.8.7	<i>Stabilitas Sonar Fish</i>	22
2.8.8	Reflektivitas dan Bayangan	23
2.8.9	Dimensi Kontak <i>Side Scan Sonar</i>	25
2.8.10	Kemampuan identifikasi <i>Side Scan Sonar</i>	25
2.8.11	Pengolahan dan Interpretasi Data <i>Side Scan Sonar</i>	26
2.9	Kelebihan <i>Side Scan Sonar</i>	27
2.10	Kelemahan <i>Side Scan Sonar</i>	28
2.11	<i>Starfix Differential GPS (DGPS)</i>	28
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN		31
3.1	Lokasi Penelitian	31
3.2	Peralatan Penelitian	31
3.3	Materi Penelitian	32
3.3.1	Tahap Pengumpulan Data	32
3.4	Langkah Langkah Penelitian	32
3.4.1	Diagram Alir Penelitian	33
3.4.2	Diagram Alir Pengolahan Data <i>Side Scan Sonar</i> dan <i>Magnetometer</i> ...	35
3.5	Waktu Pelaksanaan Penelitian	37
3.6	<i>Post Processing Side Scan Sonar Menggunakan Aplikasi SonarWiz 5</i> ..	37
3.7	<i>Basic Processing Magnetometer Menggunakan Oasis Montaj</i>	49

11	.....	1.1
12	.....	1.2
13	.....	1.3
14	.....	1.4
15	.....	1.5
16	.....	1.6
17	.....	1.7
18	.....	1.8
19	.....	1.9
20	.....	1.10
21	.....	1.11
22	.....	1.12
23	.....	1.13
24	.....	1.14
25	.....	1.15
26	.....	1.16
27	.....	1.17
28	.....	1.18
29	.....	1.19
30	.....	1.20

.....		
31	.....	1.1
32	.....	1.2
33	.....	1.3
34	.....	1.4
35	.....	1.5
36	.....	1.6
37	.....	1.7
38	.....	1.8
39	.....	1.9
40	.....	1.10

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1 Dasar Laut Sedimen	56
4.1.1 Fitur Dasar Laut	56
4.1.2 Disturbed Dasar Laut	57
4.1.3 Pengerukan Pipa dan jangkar Kawat	57
4.1.4 Debris	57
4.2 Hasil <i>Magnetometer</i>	66
BAB V PENUTUP	69
5.1 KESIMPULAN	69
5.2 SARAN	69

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR GAMBAR

	<u>Halaman</u>
2.5 Diagram alir metode pengukuran magnetik	6
2.7 Prinsip kerja <i>Side Scan Sonar</i>	14
2.11 Sasiun refrensi <i>StarFix DGPS</i>	28
3.1 Lokasi penelitian	31
3.4.1 Diagram alir penelitian	34
3.4.2 Diagram alir pengolahan data <i>Side Scan Sonar</i> dan <i>Magnetometer</i>	35
3.5 Jadwal Penelitian	37
3.6 <i>Pos-prosesing Side Scan Sonar</i> menggunakan <i>SonarWiz5</i>	37
3.7 <i>Basic prosesing data magnetometer</i> menggunakan <i>oasis montaj</i>	49
4.1.3 Hasil interpretasi data <i>side scan sonar</i> dan <i>magnetometer</i>	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang cepat merambah ke seluruh penjuru tanah air berimplikasi terhadap berkembangnya segala aspek kehidupan masyarakat, sehingga menimbulkan berbagai perubahan yang signifikan. Perkembangan dan kemajuan teknologi khususnya di bidang survei kelautan juga meningkat dengan pesat, mengikuti standar ketelitian yang ditetapkan oleh IHO. Standar ketelitian ini digunakan untuk standar kualitas data hasil survei yang berupa SP 44 (*Standard Publication 44*) edisi V tahun 2008.

Dalam aspek teknis, untuk melaksanakan kegiatan seperti definisi di atas disebut dengan survei hidrografi. Aplikasi dari kegiatan survei hidrografi berguna untuk kepentingan keselamatan pelayaran, pemasangan pipa, kabel, dan pendeteksian tingkat anomali kemagnetan bumi. Secara spesifik untuk survei anomali kemagnetan bumi disebut dengan survei geomagnet, yaitu survei untuk mengetahui anomali kemagnetan lokal. Kekuatan medan magnet tiap wilayah berbeda-beda, tergantung dari jenis batuan penyusun daerah tersebut. Perbedaan maupun selisih nilai kemagnetan yang terdapat pada suatu daerah disebut juga dengan anomali kemagnetan bumi lokal, dimana nilai yang dimiliki lebih tinggi dari pada nilai regionalnya.

Perairan Teluk Lamong merupakan salah satu perairan di wilayah Indonesia yang secara fakta masih banyak tertanam ranjau-ranjau ex Perang Dunia II (PD-II) yang disebar oleh Jepang untuk menghambat invasi sekutu di Pulau Jawa. Kondisi perairan Teluk Lamong masuk dalam kategori daerah ranjau karena meskipun ranjau-ranjau atau handak lainnya tersebut telah berumur lebih dari 65 tahun namun masih memiliki kemampuan meledak dan membahayakan apabila terpengaruh oleh aktivitas yang mengandung unsur keakustikan, kemagnetan maupun tekan dari pengguna laut pada level tertentu.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Identifikasi tingkat anomali magnetik bumi area studi kasus Perairan Teluk Lamongan, kab. Gresik, Jawa Timur.
2. Interpretasi dari data *side scan sonar* yang berguna mengidentifikasi nilai anomali magnetik yang didapatkan oleh *Magnetometer*.
3. Menghasilkan peta sebaran anomali magnet dasar laut area penelitian.

1.3 Perumusan Masalah

Perumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik sebaran anomali magnetik yang terdapat di daerah penelitian berdasarkan aplikasi *side scan sonar* dan *Magnetometer*.
2. Apakah peta sebaran anomali magnetik dasar laut yang telah didapatkan bisa menjamin keselamatan navigasi kelautan daerah penelitian.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah penelitian ini adalah :

1. Penelitian dilakukan di daerah Perairan Teluk Lamongan, kab. Gresik, Jawa Timur.
2. Data anomali magnetik yang didapat dari pengukuran *Magnetometer* berupa data benda anomali magnetik yang ada di permukaan dasar laut area penelitian.
3. Dalam penelitian ini Data yang di peroleh dari *Side Scan Sonar* di gunakan untuk identifikasi anomali magnetik yang di dapatkan dari Hasil pengolahan data *Magnetometer* dan tidak di lakukan analisa kenampakan dasar laut secara keseluruhan.
4. Data diperoleh dari PT. Mahakarya Geo Survey. Data yang digunakan adalah hasil survei pada tanggal 25 Maret 2015 s/d 29 Maret 2015 berupa.

1.5 Manfaat Penelitian

Memanfaatkan teknologi *Side Scan Sonar* dan *Magnetometer* untuk mengetahui benda anomali magnetik pada dasar laut.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup pembahasan dari penelitian ini dilakukan di daerah Perairan Teluk Lamongan, kab. Gresik, Jawa Timur.

1.7 Tinjauan Pustaka.

Penelitian tentang *Side Scan Sonar* dan *Magnetometer* telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa peneliti sebagai berikut:

1. Saifur Rohman. (Mahasiswa Institut Pertanian Bogor pada tahun 2012), Melakukan Penelitian Skripsi tentang “**APLIKASI *MULTIBEAM* DAN *SIDE SCAN SONAR* UNTUK MENDETEKSI TARGET RUNTUHNYA JEMBATAN KARTA NEGARA DI KUTAI KALIMANTAN TIMUR**”. Hasil visualisasi data batimetri menunjukkan lokasi penelitian merupakan tipe perairan dangkal dengan rentang kedalaman 4,07 meter hingga 58,15 meter. Hasil dari pendeteksian target dasar perairan diperoleh target berbentuk rangka jembatan, target berbentuk kotak/persegi, target berbentuk tali, target berbentuk gundukan kecil, dan target benda bertali. Nilai intensitas pantulan gelombang suara dari dasar perairannya ialah lemah, yang disebabkan oleh jenis substrat dasar perairan penyusunnya yang mendominasi yaitu lumpur. Sedangkan hasil perhitungan pendugaan nilai amplitudo dari target yang ditemukan diperoleh nilai tertinggi berasal dari target rangka jembatan (7.200-7.974 mV), diikuti target bentuk kotak/persegi (2.019-2.715 mV), target bentuk gundukan kecil (1.795-2.490 mV), target benda bertali (819-830 mV), target bentuk tali (684-729 mV), dan terendah substrat dasar di sekitar target bentuk tali (258-454 mV). Besarnya intensitas pantulan gelombang suara dari dasar perairan

tergantung pada tingkat kekerasan, kekasaran, dan komposisi sedimen dasar perairan.

2. Dwi Arini. (Mahasiswa Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, Semarang), Melakukan Penelitian pada bulan oktober tahun 2013 Tentang. **“APLIKASI MAGNETOMETER DAN SIDE SCAN SONAR UNTUK PEMETAAN SEBARAN ANOMALI KEMAGNETAN DASAR LAUT” (STUDI KASUS : PERAIRAN LOHGUNG, PALANG, TUBAN, JAWA TIMUR)**. Hasil yang diperoleh berupa peta sebaran anomali kemagnetan dasar laut dengan karakteristik sebaran anomali memiliki variasi intensitas magnet regional yang tidak sama dan menunjukkan adanya variasi pembentukan dasar laut yang berbeda. Dari peta sebaran anomali kemagnetan yang didapat serta hasil validasi dari *image side scan sonar* dan bantuan data *imagesub bottom profiling* yang menunjukkan posisi logam yang berbahaya dan telah dinetralisir sehingga dapat digunakan untuk kepentingan keselamatan navigasi serta kegiatan lain yang berhubungan dengan hidrografi.
3. *Jackson et al.*, 1986. Hidroakustik merupakan suatu teknologi pendeteksian bawah air dengan menggunakan suara atau bunyi untuk melakukan pendeteksian. Teknologi hidroakustik memiliki beberapa kelebihan diantaranya yaitu; informasi pada areal yang dideteksi dapat diperoleh secara cepat (*real time*), dan secara langsung di wilayah deteksi (*in situ*), serta tidak berbahaya atau merusak objek yang diteliti (*friendly*) pada frekuensi tertentu, karena pendeteksian dilakukan dari jarak jauh dengan menggunakan suara (*underwater sound*). Sehingga metode ini merupakan solusi yang cepat dan efektif untuk menduga objek yang ada di bawah air. Kemudian *Manik et al.*, 2006. Menambahkan kegunaan lain dari akustik bawah air laut untuk penentuan kontur dasar laut. Beberapa ahli lainnya seperti bidang geologi, pertambangan, arkeolog, perusahaan, konstruksi dan badan pengawasan lingkungan turut memanfaatkan bidang ilmu akustik dasar laut. Pengukuran Kedalaman Dasar Laut (*Bathymetry*) Pengukuran kedalaman dasar laut dapat dilakukan dengan *Conventional Depth Echo Sounder*, di mana kedalaman dasar laut dapat dihitung dari perbedaan waktu

berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan

2. Untuk lebih jelasnya, maka akan dibahas mengenai definisi, jenis, dan fungsi dari masing-masing komponen sistem informasi manajemen. Definisi sistem informasi manajemen adalah suatu sistem yang menggunakan teknologi informasi untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan, menganalisis, dan menyebarkan informasi untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan produktivitas organisasi. Fungsi dari sistem informasi manajemen meliputi pengolahan data, pengolahan informasi, dan pengolahan keputusan. Jenis-jenis sistem informasi manajemen dapat diklasifikasikan berdasarkan berbagai kriteria, seperti berdasarkan lingkup, berdasarkan jenis data, dan berdasarkan metode pengolahan data.

3. Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa sistem informasi manajemen adalah suatu sistem yang menggunakan teknologi informasi untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan produktivitas organisasi. Fungsi dari sistem informasi manajemen meliputi pengolahan data, pengolahan informasi, dan pengolahan keputusan. Jenis-jenis sistem informasi manajemen dapat diklasifikasikan berdasarkan berbagai kriteria, seperti berdasarkan lingkup, berdasarkan jenis data, dan berdasarkan metode pengolahan data.

antara pengiriman dan penerimaan pulsa suara. Pertimbangan sistim *Side Scan Sonar* pada saat ini, pengukuran kedalaman dasar laut (*bathymetry*) dapat dilaksanakan bersama-sama dengan pemetaan dasar laut (*Sea Bed Mapping*) dan pengidentifikasian jenis-jenis lapisan sedimen di bawah dasar laut (*subbottom profilers*).

- a. Pengidentifikasian Jenis-jenis Lapisan Sedimen Dasar Laut (*Subbottom Profilers*) Teknologi akustik bawah air, dengan peralatan *side-scan sonar* yang mutakhir dilengkapi dengan *subbottom profilers* dan menggunakan frekuensi yang lebih rendah dan sinyal impulsif yang bertenaga tinggi yang digunakan untuk penetrasi ke dalam lapisan-lapisan sedimen di bawah dasar laut.
- b. Pemetaan Dasar Laut (*Sea bed Mapping*) Teknologi *side scan sonar* dalam pemetaan dasar laut dapat menghasilkan tampilan peta dasar laut dalam tiga dimensi. Peta dasar laut yang lengkap dan rinci ini dapat digunakan untuk menunjang penginterpretasian struktur geologi bawah dasar laut dan kemudian dapat digunakan untuk mencari mineral bawah dasar laut. Pencarian Kapal-kapal Karam di Dasar Laut. Penentuan Jalur Pipa dan Kabel di Bawah Dasar Laut.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Medan Magnet Bumi

Bumi berlaku seperti sebuah magnet yang sangat besar dengan suatu medan magnet yang mengelilinginya. Medan itu dihasilkan oleh suatu dipole magnet yang terletak pada pusat bumi. Sumbu dipole ini bergeser sekitar 11° dari sumbu rotasi bumi, yang berarti kutub utara geografis bumi tidak terletak pada tempat yang sama dengan kutub selatan magnetik bumi. Menurut IGRF (2000), melalui perhitungan posisi simetris dimana dipole magnetik memotong permukaan bumi, letak kutub utara magnet bumi adalah $79,3^\circ \text{ N}$, $71,5^\circ \text{ W}$ dan $79,3^\circ \text{ S}$, $108,5^\circ \text{ E}$ untuk kutub selatan (*Telford, 1999*).

Medan magnet bumi terkarakterisasi oleh parameter fisis yang dapat diukur yaitu arah dan intensitas kemagnetannya. Parameter fisis itu adalah deklinasi magnetik D , intensitas horisontal H dan intensitas vertikal Z . Dari elemen-elemen ini, semua parameter medan magnet lainnya dapat dihitung.

2.2 Prinsip Dasar Kemagnetan Bumi

Arah medan magnet adalah *vertikal* terhadap kutub utara dan kutub selatan magnet serta *horizontal* terhadap *ekuator* magnet. Besaran intensitas medan magnet adalah γ dimana pada setiap tempat di bumi ini berbeda dan selalu berubah – ubah. Medan magnet utama bumi berubah terhadap waktu. Untuk menyeragamkan nilai-nilai medan utama magnet bumi, dibuat standar nilai yang disebut *International Geomagnetic Reference Field (IGRF)* yang diperbaharui setiap lima tahun sekali. Nilai-nilai IGRF tersebut diperoleh dari hasil pengukuran rata-rata pada daerah luasan sekitar 1 juta km^2 yang dilakukan dalam waktu satu tahun.

Medan magnet bumi tidak konstan tetapi berubah terhadap waktu sesuai dengan keadaan di dalam bumi yang kadang-kadang mengalami gangguan. Sedangkan besarnya nilai kemagnetan bumi di suatu tempat tergantung pada kondisi kemagnetan di dalam bumi yang berubah terhadap waktu, pengaruh luar bumi, dan pengaruh kemagnetan lokal (anomali lokal). Nilai kemagnetan yang nantinya akan didapatkan dari alat ukur kemagnetan akan terlihat perbedaan antara nilai satu dan lainnya. Apabila ada perbedaan nilai yang mencolok atau lebih tinggi dari nilai lainnya pada suatu data dan tidak sama dengan nilai magnet regionalnya maka itulah yang disebut dengan anomali kemagnetan.

Variasi medan magnet yang terukur di permukaan bumi merupakan target dari survei magnetik (anomali magnetik). Besar anomali magnetik berkisar ratusan sampai ribuan *nano tesla*, tapi ada juga yang > 100.000 nT yang berupa endapan magnetik. Secara garis besar anomali ini disebabkan oleh medan magnetik remanen dan medan magnetik induksi. Anomali yang diperoleh dari survei merupakan hasil gabungan dari keduanya, bila arah medan magnet remanen sama dengan arah medan magnet induksi maka anomalnya bertambah besar, demikian pula sebaliknya. Jika anomali medan magnetiknya $< 25\%$ medan magnet utama bumi maka efek medan remanennya dapat diabaikan.

2.3 Komponen Magnet Bumi

Medan magnet bumi terdiri dari 3 bagian :

2.3.1 Medan magnet utama (*main field*)

Medan magnet utama dapat didefinisikan sebagai medan rata-rata hasil pengukuran dalam jangka waktu yang cukup lama mencakup daerah dengan luas lebih dari 10^6 km².

3.3.2 Medan magnet luar (*external field*)

Pengaruh medan magnet luar berasal dari pengaruh luar bumi yang merupakan hasil ionisasi di *atmosfer* yang ditimbulkan oleh sinar *ultraviolet* dari matahari. Karena sumber medan luar ini berhubungan dengan arus listrik yang

mengalir dalam lapisan terionisasi di *atmosfer*, maka perubahan medan ini terhadap waktu jauh lebih cepat.

2.3.3 Medan magnet anomali

Medan magnet *anomali* sering juga disebut medan magnet lokal (*crustal field*). Medan magnet ini dihasilkan oleh batuan yang mengandung mineral bermagnet seperti *magnetite*, *titanomagnetite*, dan lain-lain yang berada di kerak bumi.

2.4 Sifat-sifat Kemagnetan Bumi

Batuan yang merupakan material pembentuk kerak bumi memiliki sifat sifat yang dapat diperikan dan digunakan untuk membedakan antara satu dengan yang lainnya. Salah satu sifat batuan yang biasanya diperikan adalah sifat kemagnetan batuan.

Sifat magnet pada batuan dipengaruhi oleh kandungan mineral pada batuan tersebut. Sifat magnetik pada mineral ini dikaji secara mendalam dalam bidang paleomagnetisme atau kemagnetan purba. Stabil tidaknya magnetisasi pada suatu batuan sangat tergantung pada jenis mineral dan ukurannya. Sifat magnetik pada batuan ini juga berperan dalam metode geomagnetik untuk *eksplorasi*. Namun istilah mineral magnetik biasanya digunakan bagi mineral yang tergolong feromagnetik dalam batuan dan tanah (*soils*), keluarga *besi-titanium oksida*, *sulfida besi*, dan *hidroksida besi*.

Contoh mineral-mineral magnetik tersebut di antaranya adalah :

1. Dari keluarga besi-titanium oksida antara lain *magnetite* (Fe_3O_4) atau karat (Fe_2O_3) dan *maghemite* (Fe_2O_3).
2. Dari keluarga sulfida besi antara lain *pyrite* (FeS_2) dan *pyrrhotite* (Fe_7S_8).
3. Golongan *hidroksida besi* antara lain *goethite* ($FeOOH$).

Setiap jenis batuan memiliki sifat dan karakteristik tertentu dalam medan magnet yang dimanifestasikan dalam parameter suseptibilitas magnetik batuan atau mineralnya (k). Suseptibilitas magnet batuan merupakan tingkat kemagnetan suatu benda untuk termagnetisasi, yang pada umumnya erat kaitannya dengan kandungan mineral dan oksida besi.

Semakin besar kandungan mineral magnetit di dalam batuan, akan semakin besar harga suseptibilitasnya. Metoda ini sangat cocok untuk pendugaan struktur geologi bawah permukaan dengan tidak mengabaikan faktor kontrol adanya kenampakan geologi di permukaan dan kegiatan gunungapi dengan adanya perbedaan dan sifat khusus dari tiap batuan dan mineral inilah yang melandasi digunakannya metode magnetik untuk kegiatan *eksplorasi* maupun kepentingan geodinamika.

2.5 Metode Pengukuran Data Geomagnetik

Dalam melakukan akuisisi data magnetik yang pertama dilakukan adalah menentukan *base station* sebagai *station* yang bertugas untuk mencatat nilai variasi harian terkait perilaku matahari, dimana hasilnya akan digunakan untuk koreksi dari anomali hasil akurasi di lapangan. Berikut metode pengukuran data geomagnetik.

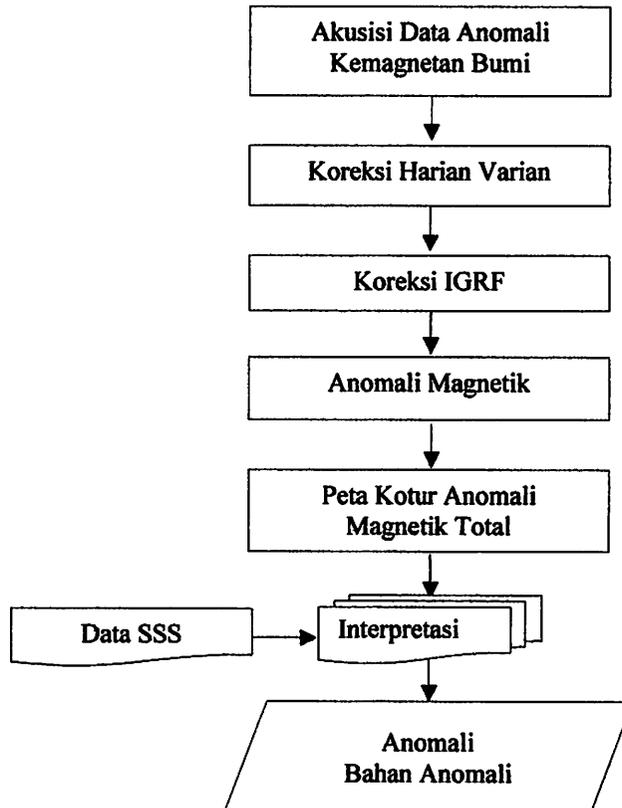


Diagram alir 1. Metode Pengukuran Data Magnetik (M.Aga 2006)

2.5.1 Koreksi Harian

Koreksi harian (*diurnal correction*) merupakan penyimpangan nilai medan magnetik bumi akibat adanya perbedaan waktu dan efek radiasi matahari dalam satu hari. Waktu yang dimaksudkan harus mengacu atau sesuai dengan waktu pengukuran data medan magnetik di setiap titik lokasi (stasiun pengukuran) yang akan dikoreksi. Apabila nilai variasi harian negatif, maka koreksi harian dilakukan dengan cara menambahkan nilai variasi harian yang terekan pada waktu tertentu terhadap data medan magnetik yang akan dikoreksi. Sebaliknya apabila variasi harian bernilai positif, maka koreksinya dilakukan dengan cara mengurangi nilai variasi harian yang terekan pada waktu tertentu terhadap data medan magnetik yang akan dikoreksi, dapat dituliskan dalam persamaan:

$$\Delta H = H_{\text{total}} \pm \Delta h_{\text{Harian}} \dots\dots\dots 1$$

Dimana:

H_{total} : Nilai total dari kooreksi harian

Δh_{Harian} : Perbedaan nilai harian

2.5.2 Koreksi IGRF (*The International Geomagnetik Reference Field*)

Data hasil pengukuran medan magnetik pada dasarnya adalah kontribusi dari tiga komponen dasar, yaitu medan magnetik utama bumi, medan magnetik luar dan medan anomali. Nilai medan magnetik utama tidak lain adalah nilai IGRF (*The International Geomagnetik Reference Field*). Jika nilai medan magnetik utama dihilangkan dengan koreksi harian, maka kontribusi medan magnetik utama dihilangkan dengan koreksi IGRF.

Koreksi IGRF dapat dilakukan dengan cara mengurangi nilai IGRF terhadap nilai medan magnetik total yang telah terkoreksi harian pada setiap titik pengukuran pada posisi geografis yang sesuai. Persamaan koreksinya (setelah dikoreksi harian) dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\Delta H = H_{\text{total}} \pm \Delta H_{\text{harian}} \pm H_0 \dots\dots\dots 2$$

Dimana:

H_{total} : Nilai total dari kooreksi harian

Δh_{Harian} : Perbedaan nilai harian

$H_0 = \text{IGRF}$

2.5.3 Interpretasi Data Geomagnetik

Secara umum interpretasi data geomagnetik terbagi menjadi dua, yaitu interpretasi kualitatif dan kuantitatif. Interpretasi kualitatif didasarkan pada pola kontur anomali medan magnetik yang bersumber dari distribusi benda-benda termagnetisasi atau struktur geologi bawah permukaan bumi. Selanjutnya pola anomali medan magnetik yang dihasilkan ditafsirkan berdasarkan informasi geologi setempat dalam bentuk distribusi benda magnetik atau struktur geologi, yang dijadikan dasar pendugaan terhadap keadaan geologi yang sebenarnya. Interpretasi kuantitatif bertujuan untuk menentukan bentuk atau model benda anomali atau struktur geologi melalui pemodelan matematis. Setelah itu bandingkan posisinya dengan metode *side scan sonar*.

2.6 Magnetometer

Magnetometer adalah *instrument* geofisika yang digunakan untuk mengukur kekuatan medan magnet bumi, pengukuran medan magnet Bumi ini bertujuan untuk mengetahui lokasi deposit mineral, situs arkeologi, material di bawah tanah, atau objek dibawah permukaan laut seperti kapal selam atau kapal karam dan lain sebagainya.

2.6.1 Prinsip Kerja Magnetometer

Kemagnetan bumi adalah pengukuran relatif yaitu nilai satu atau lebih komponen medan magnet di sembarang titik dinyatakan sebagai perbedaan terhadap nilai pada titik basis yang dipilih. Untuk luas pengamatan yang relatif kecil, yaitu beberapa km², medan magnetik normal dipandang konstan dan sama dengan titik basis. Sedang untuk daerah yang luas, lebih dari ratusan km² variasi medan normal berpengaruh terutama dalam arah utara-selatan, dan perlu koreksi. Kepekaan *Magnetometer* yang diperlukan adalah antara 1 gamma dan 10 gamma, dalam medan total jarang yang lebih besar dari 50.000 gamma. Terdapat beberapa jenis *Magnetometer* dengan parameter masing-masing yang diukur.

Komponen sensor pada proton *precession magnetometer* adalah tabung *silinder* yang berisi cairan penuh atom hidrogen yang dikelilingi oleh lilitan kabel. Cairan yang digunakan umumnya terdiri dari air, kerosin, dan alkohol.

Sensor tersebut dihubungkan dengan kabel ke unit yang berisi sebuah *power supply*, sebuah saklar elektronik, sebuah *amplifier*, dan sebuah pencatat *frekuensi*.

Ketika saklar ditutup, arus DC mengalir dari baterai ke lilitan, kemudian memproduksi kuat medan magnet dalam silinder tersebut. Atom hidrogen (*proton*) yang berputar seperti dipol magnet, menjadi sejajar dengan arah medan (sepanjang sumbu *silinder*). Daya listrik kemudian memotong lilitan dengan membuka saklar. Karena medan magnet Bumi menghasilkan torsi (tenaga putaran) pada putaran atom hydrogen, maka atom hydrogen memulai presesi disekitar arah total medan Bumi. Presesi tersebut menunjukkan medan magnet dalam berbagai waktu yang mana menginduksi sedikit arus AC pada lilitan tersebut. *Frekuensi* pada arus AC memiliki persamaan dengan *frekuensi presesi* atom tersebut. Karena *frekuensi presesi* berbanding dengan kuat medan total dan karena konstanta perbandingan diketahui, maka kuat medan total dapat ditetapkan dengan akurat.

2.7 *Side Scan Sonar*

Side Scan Sonar (SSS) adalah sebuah sistem peralatan survey kelautan yang menggunakan teknologi akustik. Peralatan ini digunakan untuk memetakan dasar laut yang juga dapat digunakan untuk mempelajari kehidupan di dasar laut. Sistem peralatan ini merupakan strategi penginderaan untuk merekam kondisi dasar laut dengan memanfaatkan sifat media dasar laut yang mampu memancarkan, memantulkan dan/atau menyerap gelombang suara. Gelombang suara yang digunakan dalam teknologi *side scan sonar* biasanya mempunyai frekuensi antara 100 dan 500 KHz. Gelombang dipancarkan dalam pola sudut yang lebar mengarah ke dasar laut, dan gemanya diterima kembali oleh *receiver* dalam hitungan detik. Untuk mencari suatu lokasi tertentu, perekaman perlu mengikuti pola lintasan survey tertentu dengan menggunakan peralatan penentu posisi GPS dan *video plotter*. *Side scan sonar* mampu membuat liputan perekaman dasar laut dari kedua sisi lintasan survey. Dalam kondisi laut yang tenang dan haluan kapal yang lurus, sonogram dapat memberikan gambar atau image yang sangat tajam dan rinci seperti layaknya sebuah foto.

Teknologi *Side Scan Sonar* pertama kali dikembangkan oleh Dr. Harold Edgerton dari *Massachusetts Institute of Technology* pada tahun 1960. Edgerton yang merupakan seorang profesor teknik elektro juga telah mengembangkan cahaya kecepatan tinggi untuk fotografi pada tahun 1930. Edgerton menyadari bahwa fotografi tidak cocok digunakan di air yang keruh, untuk itu ia menggunakan prinsip dari tabung cahaya untuk akustik. Dengan memancarkan energi suara secara cepat dan merekam kembali pantulannya, ia dapat menciptakan suatu perangkat yang dapat memetakan dasar perairan.

Pada tahun 1963, untuk pertama kali Edgerton menggunakan *Side Scan Sonar* untuk mencari bangkai kapal Vineyard di Teluk Elang, *Massachusetts*. Dari tahun 1963 sampai 1967, tim Edgerton yang dipimpin oleh Martin Klein berhasil mengembangkan side scan sonar dengan dua channel. Teknologi tersebut juga telah digunakan untuk membantu Alexander McKee dalam menemukan Kapal *Mary Rose* yang telah lama hilang. Edgerton membuat beberapa ekspedisi di seluruh dunia menggunakan *side scan sonar* untuk menacarai beberapa bangkai kapal dan bahkan juga mencari *monster Loch Ness*. Di tahun 1975, Edgerton dan Jacques Cousteau menggunakan *side scan sonar* untuk mencari bangkai kapal *HMHS Britannic* di Laut *Aegean*. *Britannic* merupakan kapal rumah sakit Inggris yang tenggelam pada Perang Dunia I tepatnya tanggal 21 November 1916. Sekarang ini kapal tersebut merupakan situs sejarah yang paling terkenal di dunia.

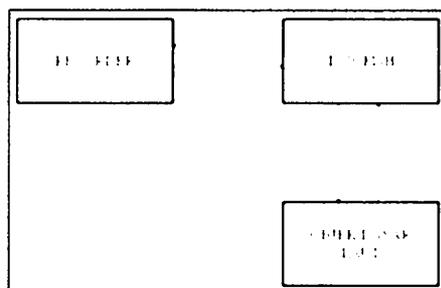
Hasil dari teknologi *side scan sonar* yang sebenarnya berupa gambar-gambar dalam lembaran kertas, bukanlah dalam layar komputer. Lembaran kertas ini dibuat dengan memplotkan gambaran sonar pada kertas gulung. Barulah pada tahun 1980 dimana teknologi komputer telah banyak berkembang, hasil dari *side scan sonar* dibuat dalam bentuk digital. Kemajuan teknologi ini mempermudah pengguna dalam menampilkan dan menyimpan data. Sampai saat ini, *side scan sonar* telah banyak mengalami pengembangan. Sekarang ini *side scan sonar* telah dilengkapi dengan DGPS (*Differential Global Positioning System*) sehingga dapat menentukan kedudukan suatu lokasi secara geografis.

Side scan sonar mampu membedakan besar kecil partikel penyusun permukaan dasar laut, seperti batuan, lumpur, pasir, kerikil, atau tipe-tipe dasar perairan lainnya. Instrumen ini mampu menangkap gelombang pasir atau riak-riak

kecil yang tingginya beberapa sentimeter serta mampu memberikan informasi dengan rinci tentang kondisi topografi dasar.

Pada umumnya *side scan sonar* menggunakan *transduser* dengan *beam* tunggal (*single conical beam*). Pemakaian *transducer* diletakan disamping kiri dan kanan kapal, sehingga pada setiap perekaman sedikitnya membutuhkan dua *transduser*. Hasil perekaman *transduser* tersebut yaitu berupa sonogram atau yang disebut *sonar image*. Untuk mendeteksi dasar perairan yang dalam maka dibutuhkan alat tambahan yaitu berupa *towfish* dan *tow cable* agar *transduser* dapat lebih mendekati dasar perairan (*Hagemann, 1958 in Wikipedia.org, 2010*).

Secara umum prinsip kerja *side scan sonar* digambarkan sesuai dengan Gambar 2.1. Pulsa listrik yang dihasilkan oleh *recorder* dikirim ke *towfish* melalui *towcable*. Pulsa-pulsa listrik tersebut diubah menjadi energi mekanik. Hasil dari perubahan tersebut berupa sinyal ultrasonik yang kemudian dipancarkan ke dasar laut. Sinyal-sinyal tersebut dipantulkan kembali oleh dasar laut dan diterima kembali ke *towfish*. Interval waktu dari pengembalian sinyal tersebut tergantung dari jarak antara *towfish* dengan titik pemantulannya, selain itu besarnya *amplitudo* dan *frekuensi* sinyal *ultrasonik* juga berbeda sesuai dengan jenis objek yang memantulkan sinyal *ultrasonik* tersebut. Sinyal ultrasonik yang diterima oleh *towfish* diubah kembali menjadi pulsa-pulsa listrik dan diteruskan ke *recorder* untuk proses perekaman. Hasil rekaman yang terdapat pada kertas *recorder* kemudian diinterpretasikan jenis objek di dasar laut atau keadaan topografi di dasar laut.



Gambar 2.1 Blok Diagram Prinsip Kerja Side Scan Sonar

Gelombang suara yang digunakan dalam teknologi *side scan sonar* biasanya mempunyai *frekuensi* antara 100 dan 500 KHz. Pulsa gelombang dipancarkan dalam pola sudut yang lebar mengarah ke dasar laut, dan gemanya diterima kembali oleh *receiver* dalam hitungan detik. Untuk mencari suatu lokasi tertentu, perekaman perlu mengikuti pola lintasan survey tertentu dengan menggunakan peralatan penentu posisi *DGPS* dan *video plotter*.

2.8 Teori Operasi

Side Scan Sonar adalah metode pencitraan bawah air yang didasarkan pada prinsip akustik bawah air. Instrumen ini sangat sensitif dan dapat mengukur fitur yang lebih kecil dari 10 cm. Kegunaannya termasuk:

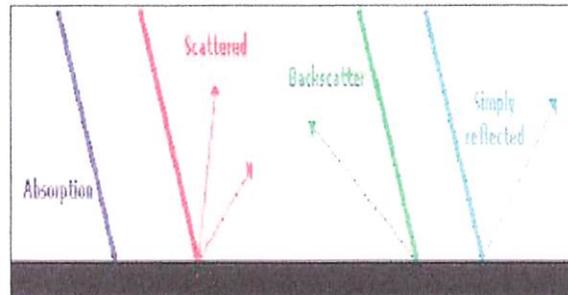
1. Pendeteksian obyek (ranjau, kapal karam, pipa, pesawat jatuh, kargo yang hilang).
2. Klasifikasi dasar laut (tipe sedimen, lapisan batuan, riak pasir).
3. Inspeksi konstruksi bawah air (konstruksi lepas pantai, *wellhead*, pipa minyak, jembatan, tiang pancang, dinding pelabuhan).

Instrumen *Side Scan Sonar* ditarik di belakang atau dipasang pada kapal dan sering disebut *Tow Fish* atau *Sonar Fish*. Instrumen ini mengirim sinyal *Sonar* dengan pulsa yang tegak lurus dengan arah *Tow Fish*. Sinyal suara tersebut memantul di dasar laut dan kembali ke *Sonar Fish*. *Sonar Fish* memiliki *receiver* yang sensitif yang disebut juga sebagai *hydrophone* yang menerima sinyal kembali.

Guna memperoleh hasil terbaik yang dimungkinkan, kebanyakan sistem adalah sistem *dual frequency*. *Frekuensi* tinggi seperti 500 kHz – 1 MHz memberikan resolusi bermutu tinggi, tetapi energi akustiknya hanya menjangkau jarak yang pendek. *Frekuensi* yang lebih rendah seperti 50 kHz – 100 kHz memberikan *resolusi* yang lebih rendah, tapi jarak yang dapat dijangkau lebih jauh.

Ketika pulsa suara mencapai dasar laut, sinyal suara bisa saja diserap, dipantulkan seperti pada cermin, atau dihamburkan ke berbagai arah yang

berbeda. Suara yang dihamburkan kembali ke arah *Sonar Fish* disebut *backscatter*.



Gambar 2.2 Diagram Penyerapan, Penghamburan, dan Pemantulan Gelombang Suara (Lekkerkerk, 2006)

Seberapa banyak penghamburan, *backscatter*, dan penyerapan yang terjadi tergantung pada sifat material. Material keras, seperti batu, akan menghamburkan lebih banyak suara dibandingkan material halus, seperti lumpur, yang akan menyerap lebih banyak suara. Perbedaan jumlah hamburan menyebabkan perbedaan jumlah sinyal suara yang kembali ke *Sonar Fish* dan perbedaan citra dasar laut.

Data SSS yang merepresentasikan *backscatter* diterima oleh *Sonar Fish* dari *insonified region* di dasar laut. *Backscatter* akustik adalah sebagai fungsi:

- a. Sudut datang dari gelombang akustik di depan dasar laut.
- b. Kekasaran permukaan.
- c. Kontras *impedance* yang melewati antarmuka *solid-water* (sedimen dasar laut yang lebih keras/lebih tegas atau obyek yang menghasilkan *backscatter* yang lebih tinggi dan muncul lebih gelap pada *record final*; karang dan kerikil adalah reflektor yang lebih baik daripada lumpur atau pasir).
- d. Topografi (lereng bagian atas yang menghadap *Sonar Fish* adalah reflektor yang jauh lebih baik dibandingkan lereng bagian bawah dikarenakan perbedaan pada sudut datang).

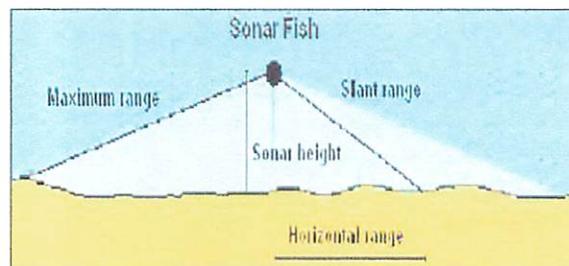
Dengan citra SSS, *backscatter* yang tinggi direpresentasikan oleh warna yang lebih gelap, *backscatter* rendah oleh warna terang, *backscatter* nol direpresentasikan dengan warna putih. Pada umumnya,

area dengan *backscatter* tinggi diasosiasikan dengan sedimen yang relatif *coarser-grained* (berbutir kasar), *hard substrata* (substrat keras), *steep slopes* (lereng curam), dan *rough seabed* (dasar laut yang kasar). Area dengan *backscatter* rendah sedimennya relatif *finer-grained* (berbutir lebih halus) yakni dasar laut yang datar dan halus. Warna putih juga dikenal sebagai *shadow* yang merupakan hasil dari *acoustic blanking*, ketika suatu obyek atau struktur menghalangi pulsa suara dari SSS.

2.8.1 Geometri

Tipikal geometri dari operasi SSS adalah sebagai berikut:

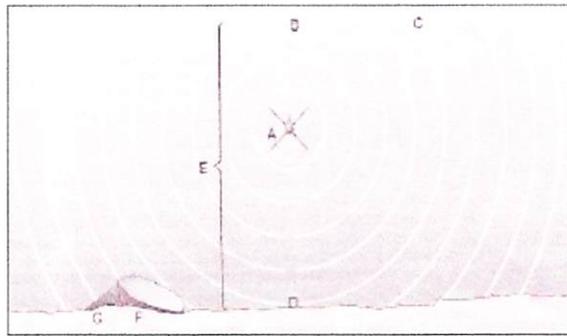
1. *Slant range*: jarak dari *Sonar Fish* ke titik-titik di dasar laut. *Slant range* sama dengan jalan yang dilalui gelombang suara dari *Sonar* ke titik tersebut dan kembali lagi ke *Sonar*.
2. *Horizontal range*: jarak *horizontal* antara posisi, tepatnya bagian bawah *Sonar Fish* dan titik yang sama di dasar. Nilai *horizontal range* dapat dihitung dari tinggi *Sonar* dan *slant range* dengan menggunakan *teorema pythagoras*.
3. *Maximum range*: nilai maksimum dari *slant range*. Adalah pengaturan sistem, mengatur seberapa jauh pindaian *Side Scan Sonar*.
4. *Insonified area*: keseluruhan area yang tercakup oleh sorotan *Sonar*.



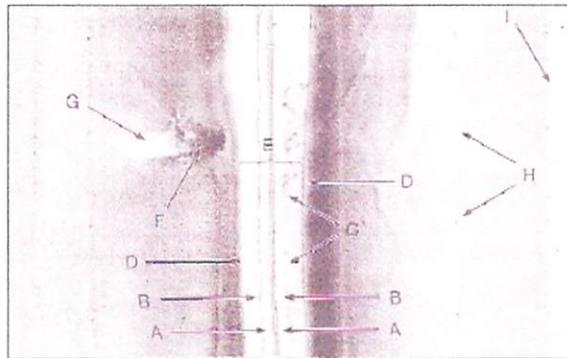
Gambar 2.3 Penampang Melintang Sonar Fish (Lekkerkerk, 2006)

2.8.2 Rekaman

Gambar yang disajikan di bawah ini merupakan visualisasi bagaimana SSS mengakuisisi data dasar laut dan juga hasil rekamannya.



Gambar 2.4 Sketsa yang Menggambarkan Kondisi Bawah Permukaan Saat Perekaman (Fish dan Carr, 1990 dalam Lekkerkerk, 2006)



Gambar 2.5 Rekaman Sonar Merepresentasikan Situasi Dasar (Fish dan Carr, 1990 dalam Lekkerkerk, 2006)

Data rekaman di atas menunjukkan:

1. Pemicu pulsa suara atau tanda pertama dari pulsa akustik pada sisi kiri dan kanan. Garis tipis menunjukkan jejak *TowFish*.
2. Permukaan pertama yang ditangkap. Dalam kasus ini *TowFish* berada lebih dekat ke permukaan daripada dasar laut. Permukaan laut adalah reflektor yang baik dan mungkin terlihat pada beberapa rekaman di mana jarak antara *Sonar* dan permukaan sama dengan tingginya di atas dasar.
3. Diketahui sebagai *clutter* yang disebabkan oleh pantulan permukaan. Pada kasus ini *clutter* lebih terlihat pada bagian kanan. Hal ini dikarenakan gelombang permukaan adalah reflektor yang lebih baik pada bagian di bawah angin daripada bagian di atas angin.
4. Adalah bagian dasar pertama yang ditangkap. Pengecualian pada kondisi dasar yang sangat lembut. Dasar pertama yang ditangkap adalah indikasi yang baik dari tinggi *TowFish*. Rekaman memiliki bentang 75 m pada kedua sisi, yang mana menghasilkan ketinggian *TowFish* yang rendah

sekitar 7,5m. Ketinggian tersebut seharusnya lebih baik tetap berada pada 10 – 15% dari *maximum range*.

5. Merupakan area putih antara pulsa yang dipancarkan dan dasar pertama yang ditangkap yang disebut dengan kolom air.
6. Adalah target *Sonar* di dasar, pada contoh ini bangkai kapal kecil.
7. Adalah bayangan akustik dari target. Karena target berada di dasar laut, benda tersebut menghalangi bagian dari energi akustik, menciptakan bayangan akustik di belakangnya.
8. Merupakan informasi tambahan berupa tanda skala.
9. Merupakan informasi tambahan berupa pengaturan operasional sistem.

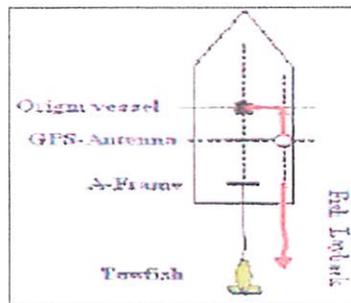
2.8.3 Instalasi

Instalasi sistem *Side Scan Sonar* dapat dilakukan dengan berbagai cara tergantung ruang lingkup survei dan kondisi geografis dari area survei. Dalam pengoperasian dan pemrosesan data *Side Scan Sonar*, ada dua persoalan yang sangat penting, yakni citra *side scan sonar* harus sebaik mungkin dan posisinya harus benar. Oleh karena itu dibutuhkan susunan sistem yang terdiri dari:

1. Sistem *Side Scan Sonar*, termasuk komputer, *plotter*, *TowFish*, dan *tow cable*.
2. Sistem pemosisian, di antaranya *receiver* GPS, komputer untuk pemrosesan dan menampilkan data navigasi.
3. Penghubung data antara dua sistem ini diperlukan pula guna merekam data navigasi yang telah diproses pada data *Sonar*.

2.8.4 Ditarik dari Buritan

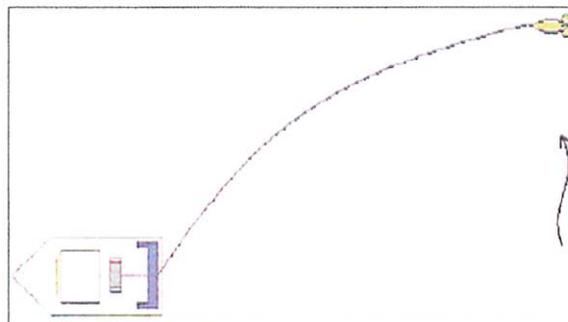
Cara ini merupakan cara yang paling umum dalam pengoperasian sistem *Side Scan Sonar*. Sederhana, murah, dan handal. Dapat diterapkan pada hampir semua kapal tanpa banyak melakukan modifikasi terhadap kapal itu sendiri. Digunakan pada kedalaman dari yang hanya beberapa meter hingga ribuan meter.



Gambar 2.6 Side Scan Sonar yang Ditarik dari Buritan
(Lekkerkerk, 2006)

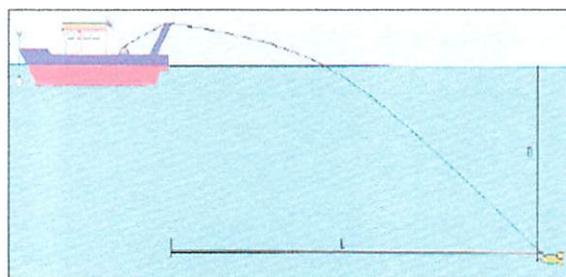
Kekurangannya adalah untuk pekerjaan survei air dangkal (< 20 m), ketika *TowFish* terlalu dekat dengan permukaan air berakibat rentan terhadap *noise* permukaan dan operasional kapal. Cara ini tidak menjadi masalah apabila *tow cable* berada pada posisi lurus di belakang kapal. Pada praktiknya masalah yang dapat muncul, yaitu:

1. Akibat dari adanya arus dari samping, *Tow Fish* dan kabelnya menjauh. *Sonar* tidak terseret dalam garis lurus dari kapal.



Gambar 2.7 Posisi Sonar yang Tidak Benar Akibat Arus dari Samping
(Lekkerkerk, 2006)

2. Apabila depresor tidak digunakan, *tow cable* secara normal akan melengkung.



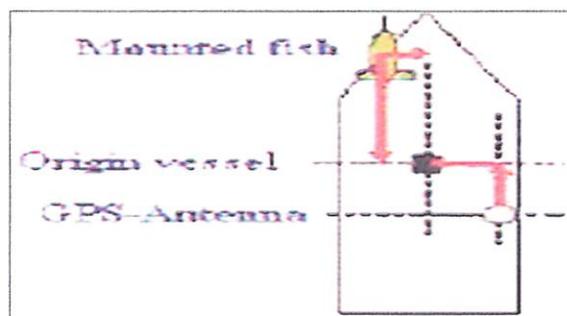
Gambar 2.8 Posisi Sonar yang Tidak Benar Akibat Melengkungnya *TowCable*
(Lekkerkerk, 2006)

Beberapa solusi untuk memperoleh posisi *Tow Fish* yang benar antara lain:

- a. Solusi matematis: dengan mengukur sudut antara arah kapal dan *tow cable*, koreksi dapat diperoleh.
- b. Akustik bawah air: dengan menggunakan USBL (*Ultra Short BaseLine*) yang terdiri dari transponder dan *receiver*. Alat ini berguna untuk mengukur jarak dan sudut relatif dengan orientasi kapal. USBL sensitif terhadap pantulan permukaan, maka dari itu lebih baik digunakan untuk kedalaman lebih dari 20 m di bawah permukaan.

2.8.5 Dipasang pada Kapal

Metode ini diterapkan untuk perairan yang sangat dangkal seperti jalur air pedalaman. Pastikan *Sonar* sejajar dengan kapal sehingga keduanya memiliki arah yang sama. Biasanya *Sonar* dipasang di bagian depan kapal, kira-kira 50 – 100 cm di bawah permukaan, tetapi untuk mencegah kerusakan *Sonar Fish*, sebaiknya tidak lebih dalam dari lambung kapal.



Gambar 2.9 Side Scan Sonar yang Dipasang di Kapal
(Lekkerkerk, 2006)

Kekurangannya adalah tidak dapat digunakan untuk perubahan kedalaman dari beberapa meter menjadi puluhan meter.

2.8.6 Metode Lainnya yang digunakan:

1. Dipasang di ROV (*Remotely Operated Vehicle*).

Untuk melakukan survey konstruksi lepas pantai, SSS bersama dengan perekaman video diaplikasikan. Pada ROV, beberapa instrumen dapat ditambahkan, seperti perekam video, *Side Scan Sonar*, *Vibrocore*,

dan *Bottom Sampler*. Dan perlu diperhatikan pentingnya posisi ROV dan parameter lainnya.

2. Dipasang di bawah pelampung

Survei di perairan dangkal dengan perahu kecil tidak memungkinkan untuk *Side Scan Sonar* dipasang pada perahu karena tidak cukup stabil. Pelampung digunakan untuk *towfis Side Scan Sonar* dan dengan kecepatan perahu rendah.

2.8.7 Stabilitas Sonar Fish

Stabilitas Sonar di dalam air selama survei sangat penting untuk citra *Sonar* yang baik dan pemosisian yang akurat. Namun banyak faktor yang dapat menyebabkan *Sonar Fish* tidak stabil. Terdapat beberapa jenis ketidakstabilan *Side Scan Sonar*:

1. *Heave* dan *Pitch*

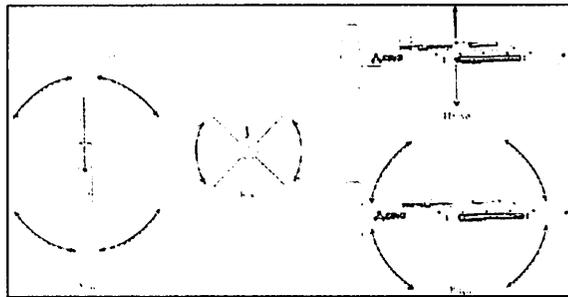
Walaupun merupakan gerakan yang berbeda, keduanya sering terjadi bersamaan. Menyebabkan berkurang dan bertambahnya ketinggian *Sonar Fish*. Hasilnya berdampak pada degradasi citra karena citra merepresentasikan target yang lurus dengan lengkungan. Ketika periode *heave* sangat panjang, degradasi citra menjadi terbatas.

2. Sedangkan *pitch* dibuktikan dengan garis terang pada rekaman *Sonar*. Karena *pitch*, sorotan *Sonar* tidak selalu mengarah ke sisi samping dasar tetapi juga ke depan dan ke belakang. Hal ini mengurangi *backscatter* dan intensitas echo yang kembali.

3. Efek dari *roll* pada citra *Sonar* mirip dengan *heave* dan *pitch*. Namun tidak sering terlihat.

4. *Yaw*

Yaw adalah ketidakstabilan khusus yang disebabkan malfungsi sirip *Tow Fish*, instalasi yang buruk, atau *tow cable* yang terlalu panjang ditambah pula dengan depresor yang tidak dipasang dengan benar. *Yaw* menyebabkan *Sonar* memindai satu sisi lebih lama dari seharusnya dan kemudian secara cepat bergerak maju dan memindai sisi lainnya dengan periode yang lebih pendek.



Gambar 2.10 Ilustrasi Ketidakstabilan Sonar Fish
(Lekkerkerk, 2006)

2.8.8 Reflektivitas dan Bayangan

Sebuah rekaman SSS menampilkan intensitas *echo* yang kembali. Bagian gelap pada rekaman menunjukkan area permukaan dengan reflektivitas tinggi. Bagian terang menunjukkan area dengan reflektivitas rendah. Karena interpretasi adalah sebuah proses kualitatif, rekaman dibahas secara kualitatif. Umumnya intensitas berhubungan dengan:

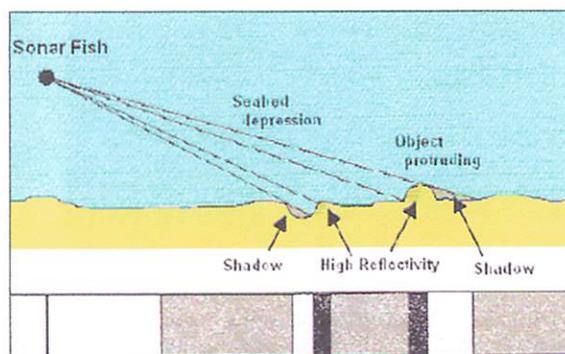
1. Sangat gelap: kondisi permukaan dasar laut yang sangat keras dan sangat kasar, seperti *rock outcrop*, *rock-dump*, konstruksi, pipa logam, barel minyak, kontainer kargo, dan bangkai kapal.
2. Gelap: kondisi permukaan yang keras dan kasar, seperti kerikil dan pasir yang sangat kasar, tanah gambut, tanah liat keras yang kasar, obyek buatan manusia yang kemungkinan besar logam, plastik, dan kayu.
3. Menengah: kondisi permukaan menengah, seperti pasir. Riak pasir kasar yang tidak terjadi pada permukaan sedimen yang lebih halus.
4. Terang: kondisi permukaan yang lembut dan halus, seperti tanah liat halus dan endapan lumpur.
5. Sangat terang: kondisi permukaan yang lembut dan sangat halus, bayangkan sebuah dasar seperti cermin dengan pantulan sempurna dan tanpa *backscatter*.

Ukuran dan bentuknya memberikan indikasi apakah benda tersebut alamiah atau buatan manusia. Ukuran dan bentuk dari sebuah kapal dapat dikenali dengan mudah. Untuk membedakan antara drum minyak yang rusak dan sebuah karang dengan ukuran yang sama akan lebih sulit dan lebih merupakan masalah

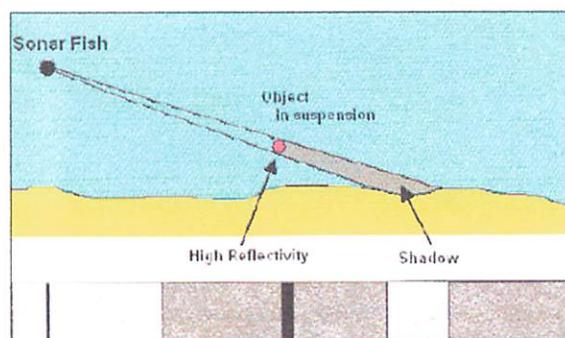
interpretasi. Sebuah area yang luas dengan intensitas sama atau terdapat pola mengindikasikan bahwa dasar laut tersebut memiliki sedimen permukaan yang sama.

Variasi periodik pada reflektivitas mengindikasikan perubahan periodik dari dasar laut. contoh terbaik dari hal ini adalah riak pasir (*sand ripples*). Riak pasir bervariasi dalam bentuknya dari beberapa centimeter sampai ratusan meter dan disebabkan oleh arus. Adanya riak selalu berupa indikasi bahwa pasir adalah sedimen permukaan yang dominan. Jenis *soil* lainnya tidak membentuk riak yang dapat dideteksi.

Obyek atau struktur dasar laut pada umumnya dapat menjadi reflektor yang kuat. Oleh karenanya, bayangan akustik sering diikuti oleh area dengan reflektivitas yang tinggi. Beberapa variasi posisi bayangan ditunjukkan pada gambar berikut.



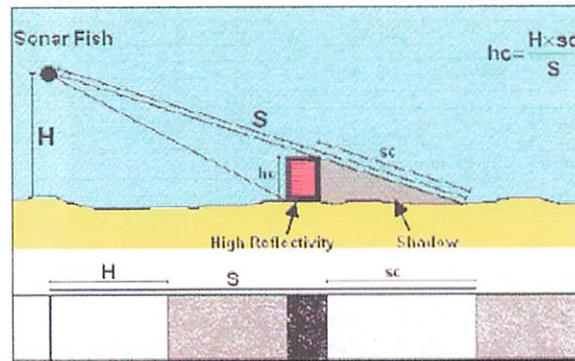
Gambar 2.11 Bayangan Terjadi pada Cekungan dan Gundukan
(Lekkerkerk, 2006)



Gambar 2.12 Bayangan dari Obyek yang Menggantung
(Lekkerkerk, 2006)

2.8.9 Dimensi Kontak *Side Scan Sonar*

Dimensi dari kontak *Sonar* adalah panjang, lebar, dan tinggi. Ketika rekaman *Sonar* telah dikoreksi untuk kecepatan dan *slant range*, rekaman tersebut menggambarkan citra 2 dimensi dasar laut. panjang dan tinggi dari suatu obyek dapat diukur secara langsung dari citra tersebut. Begitu pula dengan tinggi dari suatu obyek juga dapat diperoleh dari rekaman *Sonar*. Panjang bayangan merupakan kombinasi dengan *range* dan tinggi dari SSS yang digunakan untuk menentukan tinggi obyek. Prinsip yang sama digunakan untuk menghitung tinggi *free span* dari pipa atau kabel. Panjang bayangan tersebut seharusnya diganti dengan jarak antara benda berefektivitas tinggi tersebut dan bayangannya.



Gambar 2.13 Tinggi Obyek Dapat Dihitung dari Slant Range dan Tinggi Sonar

(Lekkerkerk, 2006).

2.8.10 Kemampuan identifikasi *Side Scan Sonar*

Side Scan Sonar mempunyai kemampuan menggandakan (menduplikasikan) beam yang diarahkan pada satu sisi kesisi lainnya. Sehingga kita bias melihat kekeduasisi, memetakan semua area penelitian secara efektif dan menghemat waktu penelitian. *Side Scan Sonar* menggunakan *Narrow beam* pada bidang *horizontal* untuk mendapatkan resolusi tinggi di sepanjang lintasan dasar laut (Klien Associates Inc, 1985). *Side Scan Sonar* menggunakan prinsip *backscatter* akustik dalam mengindikasi atau membedakan kenampakan bentuk dasar laut atau objek di dasar laut (Russel, 2001 dalam Edi, 2009). Proses bagaimana kita dapat melihat objek di permukaan dasar laut memiliki kaitan yang erat dengan *backscatter* (hamburan balik) tersebut. Sonar mengirimkan energi

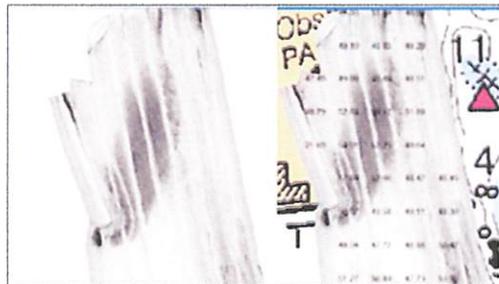
yang didefleksikan ke segala arah. Sinyal balik dapat berasal dari gema permukaan dasar laut dan juga kolom air, dengan keterlibatan energi dalam frekuensi rendah. Gema yang berasal dari dasar adalah yang digunakan untuk membedakan tipe sedimentasi. Tidak semua sinyal akustik yang dipantulkan kembali berasal dari penggema yang sama (sebenarnya). Pada dasaran yang datar, gelombang akustik akan dipantulkan kembali secara sama. Ketika terdapat kekasaran pada permukaan dasar (biasanya ada), sinyal akan dipantulkan secara menyebar. Sinyal yang kembali dideteksi dan dapat digunakan untuk membedakan tipe lapisan dasar yang berbeda. Material seperti besi, bongkahan, kerikil atau batuan vulkanik sangat efisien dalam merefleksikan pulsa akustik (*backscatter* kuat). Sedimen halus seperti tanah liat, lumpur tidak merefleksikan pulsa suara dengan baik (*backscatter* lemah). Reflektor kuat akan menghasilkan pantulan *backscatter* yang kuat sedangkan reflektor lemah menghasilkan *backscatter* yang lemah. Dengan pengetahuan akan karakteristik ini, pengguna *Side Scan Sonar* dapat menguji komposisi dasar laut atau objek dengan mengamati pengembalian kekuatan akustik (*Tritech International Limited, 2008*).

2.8.11 Pengolahan dan Interpretasi Data *Side Scan Sonar*

Pengolahan data *Side Scan Sonar* terdiri dari dua tahapan, yakni *real time processing* dan *post processing*. Tujuan *real time processing* adalah untuk memberikan koreksi selama pencitraan berlangsung sedangkan tujuan *post processing* adalah meningkatkan pemahaman akan suatu objek melalui interpretasi (Mahyuddin, 2008 dalam Edi, 2009) Operator-operator seperti *mozaicking*, koreksi histogram, dan *filtering* dilakukan agar target dapat ditangkap secara visual.

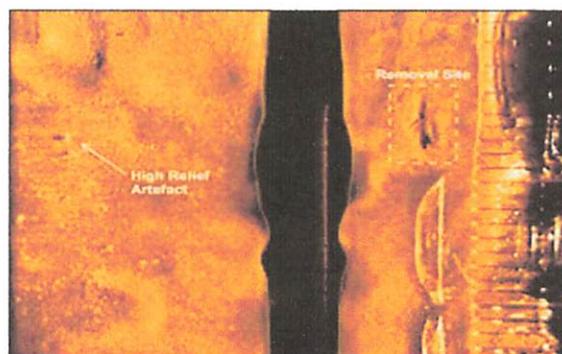
Interpretasi pada *post processing* dapat dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif. Interpretasi secara kualitatif dilakukan untuk mendapatkan sifat fisik material dan bentuk objek, baik dengan mengetahui derajat kehitaman (*hue, saturation*), bentuk (*shape*) maupun ukuran (*size*) dari objek atau target. Misalnya pada gambar 3, didapatkan gambar hasil perekaman dengan gelap terang yang berbeda, tanpa mengetahui unsur-unsur lain kita bisa memprediksi bahwa area tersebut memiliki struktur dasaran yang berbeda. Kemudian dengan informasi

tambahan, seperti kedalaman misalnya, kita bisa mengambil kesimpulan bahwa warna gelap cenderung pada dasaran yang dalam dan warna terang cenderung pada dasaran yang dangkal.



Gambar 2.14 Hasil Perrekaman Side Scan Sonar

Secara umum, berdasarkan bentuk eksternalnya, target dapat dibedakan menjadi buatan manusia (*man made targets*) atau objek alam (*natural targets*). Pada umumnya, objek buatan manusia memiliki bentuk yang tidak beraturan (*Klien Associates Inc, 1985*). Interpretasi juga dapat melibatkan unsur bayangan yang dibentuk oleh objek dan tertangkap sebagai hasil perekaman. Dalam beberapa kasus, bayangan dapat memberikan lebih banyak informasi dibandingkan sekedar data permukaan dasar laut.



Gambar 2.15 Hasil Interpretasi Data Side Scan Sonar

2.9 Kelebihan Side Scan Sonar

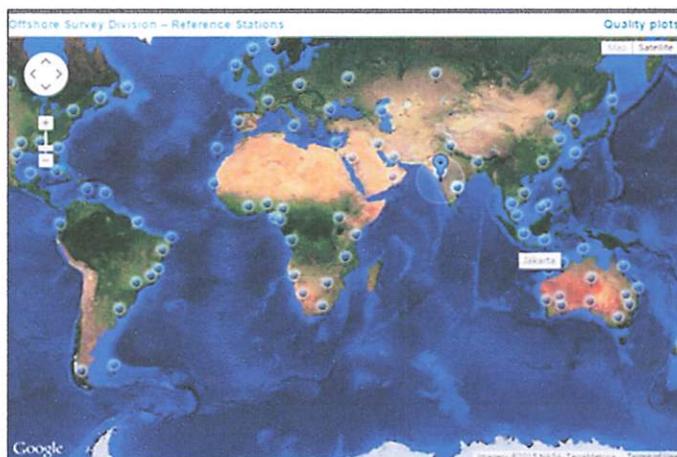
Side scan sonar mampu membuat liputan perekaman dasar laut dari kedua sisi lintasan survey. Dalam kondisi laut yang tenang dan haluan kapal yang lurus, sonogram dapat memberikan gambaran *image* yang sangat tajam dan rinci seperti layaknya sebuah foto.

2.10 Kelemahan *Side Scan Sonar*

Penggunaan atau survey dengan *Side Scan Sonar* hanya dapat dilakukan diperairan kategori dangkal. Tiap pancaran pulsa, satu lajur kecil (sekitar 100 sampai 200 m ke tiap sisi). Dibandingkan alat lain yang memakai prinsip akustik seperti *echosounder* dan *Sub Bottom Profilier*, jangkauan pemerumannya *Side Scan Sonar* lebih kecil. Selain itu *Side Scan Sonar* juga tidak menghasilkan data kedalaman sehingga penggunaannya perlu dikombinasikan dengan peralatan lain seperti *echosounder* dan *Sub Bottom Profilier* untuk analisis yang lebih mendalam terkait data hasil pengukurannya.

2.11 *Starfix Differential GPS (DGPS)*

Starfix Differential GPS (DGPS) adalah layanan *Fugro* ini telah dikembangkan secara khusus untuk memenuhi permintaan masyarakat lepas pantai untuk posisi di seluruh dunia yang sangat akurat. Algoritma *GPS diferensial*, yang dikembangkan oleh *Fugro*, lepaskan kesalahan alam dan kesalahan manusia terbuat dari Departemen Pertahanan AS yang mengorbit Sistem satelit GPS. Layanan *Starfix DGPS Fugro* memiliki akses ke lebih dari 80 stasiun referensi berbasis lahan, dengan pusat kontrol secara permanen berawak di *Houston* dan *Perth*. Data real-time disampaikan di seluruh dunia melalui jaringan *link satelit* daya tinggi dan rendah.



Gambar 2.16 Stasiun Refrensi StarFiks DGPS

Posisi yang akurat lepas pantai adalah penting untuk secara efisien memandu kapal lepas pantai dan peralatan sebagai, Tongkang Konstruksi, Jangkar Kapal Tunda, Rig Pengeboran, Jangkar Kapal Tunda dan lain-lain. Positioning merupakan elemen kunci dalam survey lepas pantai seperti mengikat semua pengukuran bersama-sama dan memungkinkan penyajian informasi dan hasil pada Grafik Geografis. Dapat dikatakan bahwa tanpa posisi yang akurat *US* bahwa kegiatan konstruksi lepas pantai akan terhenti. *Fugro* telah mengembangkan suite jasa positioning berdasarkan satelit GPS yang digunakan untuk mendukung operasi lepas pantai.

Layanan ini adalah:

1. *Starfix.L1* - *DGPS frekuensi tunggal*.
2. *Starfix.Plus* - *DGPS frekuensi Ganda*.
3. *Starfix.HP* - *frekuensi dual High Precision DGPS*.
4. *Skyfix.XP* - *frekuensi dual sistem High Precision yang memanfaatkan orbit yang tepat*.

Layanan ini pra-dominan memanfaatkan berdasarkan satelit GPS positioning system yang ditambah dengan *Fugro* dipertahankan jaringan disebut stasiun referensi. Dengan menerapkan disebut diferensial koreksi kinerja dan akurasi dari sistem GPS ditingkatkan ke tingkat yang dapat diterima untuk industri lepas pantai. *The Starfix.HP* dan *Skyfix.XP* sistem menyediakan layanan kemampuan yang sama tetapi sengaja disimpan terpisah di kedua *hardware/solusi perangkat lunak* dan infrastruktur jaringan *DGPS* mendukung. Hal ini penting karena banyak klien memerlukan sistem penentuan posisi independen di kapal mereka untuk mengurangi risiko kegagalan dan untuk memastikan integritas maksimum dan ketahanan dari sistem penentuan posisi yang disediakan. Kedua sistem beroperasi pada prinsip-prinsip yang berbeda namun keduanya memberikan akurasi posisi di urutan 15 cm pada jarak 1000 km dari pantai. Informasi lebih lanjut mengenai layanan ini ini dapat ditemukan di sini. Solusi navigasi lain yang dikembangkan *in-house* oleh *Fugro* adalah sistem yang menyediakan posisi yang sangat akurat dari *Gun Mengapung*. *Pistol float* digunakan oleh klien seismik untuk mendukung senjata

seismik yang digunakan untuk menghasilkan sinyal akustik yang menyediakan data dasar laut sub. Lingkungan di mana sistem ini dituntut untuk bekerja sangat keras dan membutuhkan kemasan khusus dan perangkat lunak yang dapat dengan cepat pulih dari memblokir karena semprotan dan gelombang. Sistem ini disebut *Starfix*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian tugas akhir ini mengambil studi di daerah PT. Terminal Teluk Lamongan. Dengan koridor 4 km x 2 km terdiri dari 23 jalur utama dan 21 *cross line*.

3.2 Peralatan Penelitian

1. Perangkat Keras (*Hardware*) yang di gunakan meliputi:
 - a. Personal Laptop *Thosiba Satellite tipe 53210 Processor Core i5*
 - b. Memori RAM 4.00 GB
 - c. Hardis 500 GB
 - d. Printer Canon iP 1980
2. Perangkat lunak (*sofwear*) yang di gunakan meliputi:
 - a. Sistem Aplikasi Berupa *Software Sonarwiz 5*
 - b. Sistem Aplikasi Berupa *Software Osis montaj*
 - c. Sistem Aplikasi Berupa *Software Autodesk Land Desktop 2009*

- d. Sistem Aplikasi Berupa *Microsoft Office 2010*
 - e. Sistem Aplikasi Berupa *Microsoft Excel 2010*
3. Alat Survey
- a. *Dgps Receiver With Heading Starfix 9200 Primary*
 - b. *Side Scan Sonar Edgetech/4200701DL ,Side Scan Sonar Towfish Edgetech/420.0 300-600Khz.*
 - c. *Marine Magnetometer 1000m Seaspay, Towfish Edgetech*

3.3 Materi Penelitian

3.3.1 Tahap Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data survei kemagnetan yang dilakukan di terminal PT. Terminal Teluk Lamongan, pada tanggal 25 Maret 2015 s/d 29 Maret 2015.

3.4 Langkah Langkah Penelitian

Langkah penelitian dapat digambarkan pada diagram alir sebagai berikut.

3.4.1 Diagram Alir Penelitian

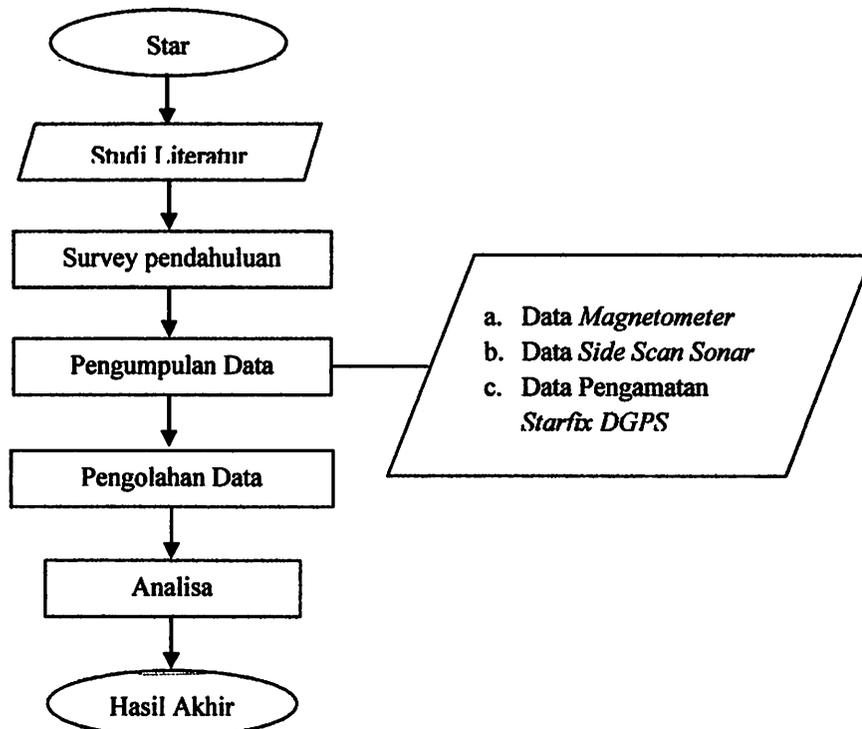


Diagram alir 3.1 Tahapan Penelitian

1. Penjelasan diagram alir penelitian.

a. Studi literatur

Mempelajari arti dan konsep survey Magnetik, terutama mengaplikasikan alat-alat *Side Scan Sonar* dan *Magnetometer* untuk mendeteksi dan menginterpretasi adanya benda *Anomali Magnetik* pada permukaan dasar laut.

b. Survey Pendahuluan

Survei pendahuluan dimaksudkan untuk melihat secara visual mengenai keadaan di lapangan yang sebenarnya sebelum pelaksanaan survey dilakukan meliputi:

- 1) Sebelum proses akuisisi berjalan, perlu koordinasi dengan *engginer* dan surveyor mengenai kondisi topografi, permukaan *seabed*, termasuk perkiraan target *anomali magnetik*. Sehingga dapat mempersiapkan panjang *cable out* dan memperkirakan *altitude* sensor *side scan sonar* dan *magnetometer*.

c. Pengumpulan data

Pengumpulan data diperoleh dari PT. Mahakarya Geo Survey perusahaan yang telah melakukan survey berupa data *Side Scan Sonar* dan *Magnetometer* daerah penelitian.

d. Pengolahan data

Untuk menghasilkan informasi spasial berupa peta sebaran benda anomali Magnetik.

e. Analisa

Data yang telah diolah kemudian dianalisa sedemikian rupa sehingga didapatkan suatu hasil dan kesimpulan. Analisa yang dilakukan adalah mengenai *anomali magnetik* dari hasil data olahan Survey *Side Scan Sonar* dan *Magnetometer*.

f. Hasil akhir

Dilakukan penyusunan dan penulisan laporan yang disertai peta sebaran *anomali magnetik*.

3.4.2 Diagram Alir Pengolahan Data *Side Scan Sonar* dan *Magnetometer*

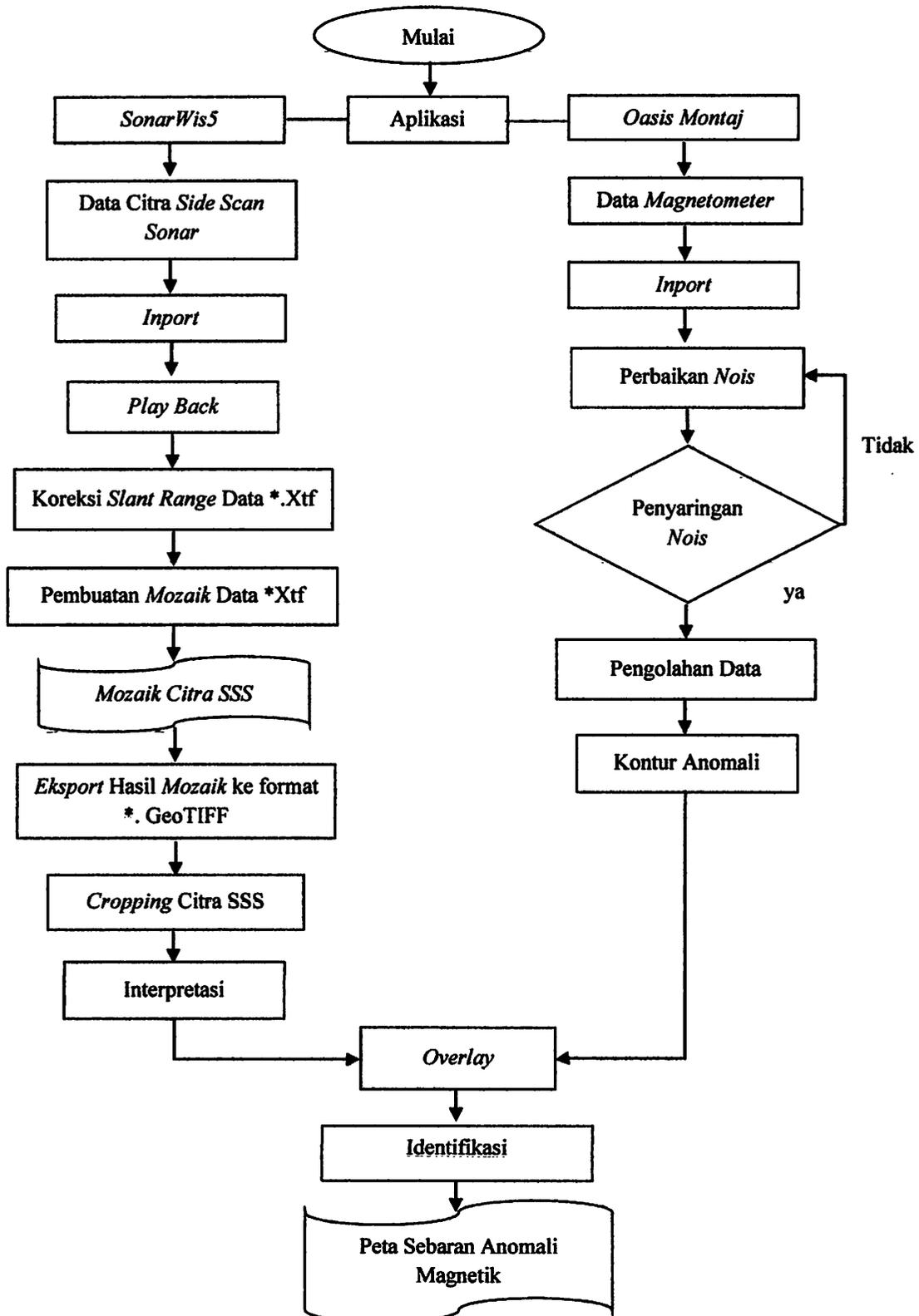


Diagram alir 3.2 Pengolahan Data *Side Scan Sonar* Dan *Magnetometer*.

1. Penjelasan dari diagram alir:

a. Aplikasi SonarWis5

- 1) Data Citra *Side Scan Sonar* yang di lengkapi dengan data *StarFix DGPS* yang telah di atur agar berjalan secara simultan dan sudah terkoreksi posisi x,y secara otomatis. selanjutnya di *inport* dan di tampilkan kembali pada aplikasi *SonarWis5*.
- 2) Koreksi jarak miring (*slant range*) ditujukan untuk mengkoreksi jarak miring pada citra *side scan sonar* sehingga jarak yang didapat merupakan jarak datar.
- 3) Pembuatan *mozaik* dilakukan untuk mendapatkan gambaran permukaan dasar laut secara menyeluruh.
- 4) *Cropping* citraditujukan untuk menghilangkan bagian citra yang hasilnya kurang baik.
- 5) Interpretasi untuk mendapatkan sifat fisik material dan bentuk objek, baik dengan mengetahui bentuk (*shape*), derajat kehitaman (*hue saturation*), atau ukuran (*size*) dari objek atau target. Selain itu, interpretasi berdasarkan karakteristik gelombang akustik sonar yang di terima. Gelombang yg diterima akan mencerminkan karakteristik dari dasar laut itu sendiri.

b. Aplikasi *Oasis Montaj*

- 1) Data ini *Magnetometer* yang di lengkapi dengan data *StarFix DGPS* yang telah di atur agar berjalan secara simultan dan sudah terkoreksi posisi X,Y secara otomatis. Kemudian di Inport nilai Fix, X, Y, dan nT . Pada aplikasi *oasis montaj*.
- 2) Proses perbaikan *noise* dengan cara *filtering* mampu mengatasi masalah *spike* ataupun putus pada suatu data.
- 3) Pengolahan data *Magnetometer* dilakukan dengan metode polinomia untuk mendapatkan nilai *anomali magnetik*.
- 4) Kontur anomali di dapatkan dari hasil perhitungan nilai *anomali magnetik* di setiap lajur pengukuran.

- c. *Overlay* koordinat *Anomali Objec* dari hasil intepretasi oleh *Side Scan Sonar* dengan koordinat hasil *anomali magnetik* dari *Magnetometer*.
- d. Idenfikasi Objek Dari Hasil Pengelolahan Data *Magnetometer* berguna untuk memastikan objek yang di interpretasi pada citra *Side Scan Sonar* apakah objek *anomali magnetik* atau bukan.
- e. Hasil akhir yang di dapatkan adalah peta sebaran benda anomali magnetik yang di dapatkan dari hasil pengelolahan citra *side scan sonar* dan perhitungan data *magnetometer*.

3.5 Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan April tahun 2015 sampai dengan selesai. Berikut adalah tabel rencana jadwal pelaksanaan penelitian.

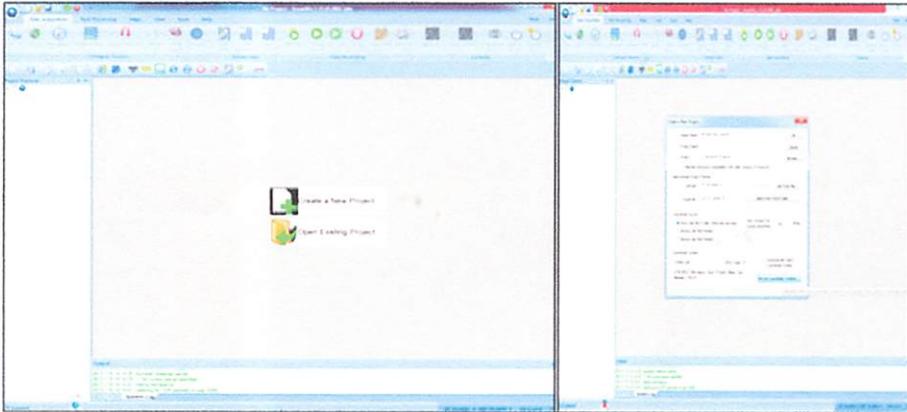
Tabel 3.1 Rencana Jadwal Penelitian

No	Progres Penelitian	Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	Persiapan																								
	Pemilihan Judul	■																							
	Studi Literatur		■	■																					
	Pengajuan Proposal					■					■	■	■												
2	Penyusunan																								
	Pengumpulan Data				■																				
	Pengolahan Data					■	■	■	■																
3	Analisa Data																								
	Penyusunan Laporan TA													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	Penyerahan Laporan TA																							■	■

3.6 Post Processing Side Scan Sonar Menggunakan Aplikasi SonarWiz 5

1. Crete New Projec

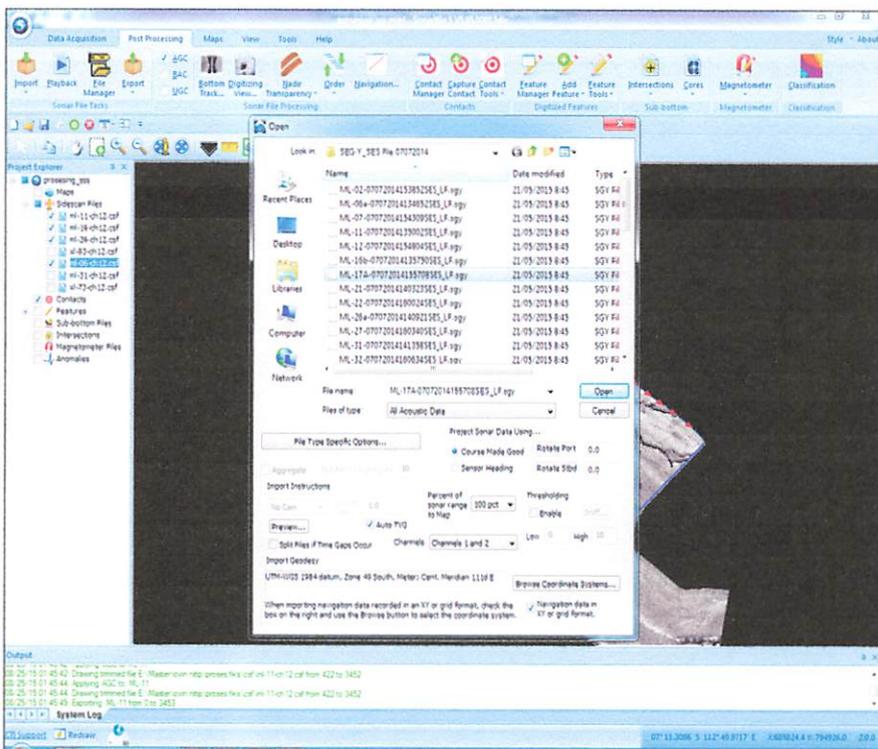
Membuat nama projec baru kemudian setting sistem proyeksi yang akan di gunakan.



Gambar 3.2 Membuat nama projec dan pengaturan sistem proyeksi.

2. Inport data.

Inport data Side Scan Sonar, klik (OK).



Gambar 3.3 Inport Data Side Scan Sonar.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

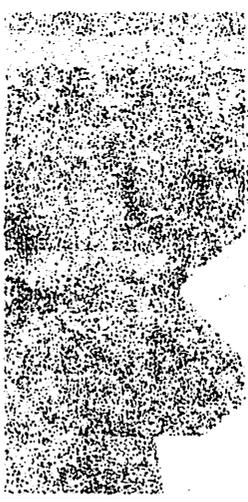
CHICAGO

1954

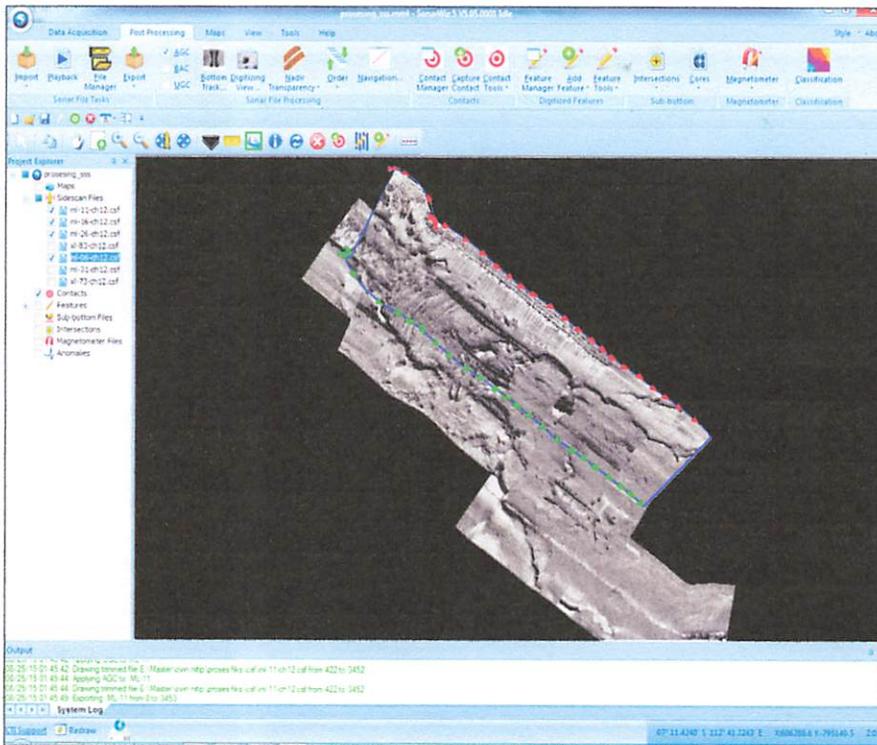
THE UNIVERSITY OF CHICAGO LIBRARY

CHICAGO, ILL.

1954



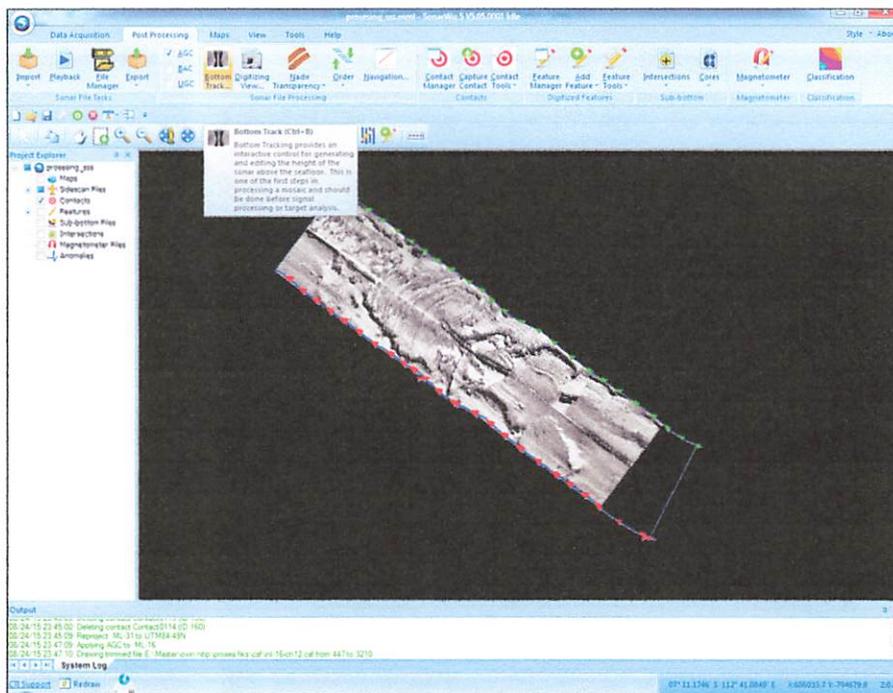
UNIVERSITY OF CHICAGO LIBRARY



Gambar 3.4 Image Side Scan Sonar.

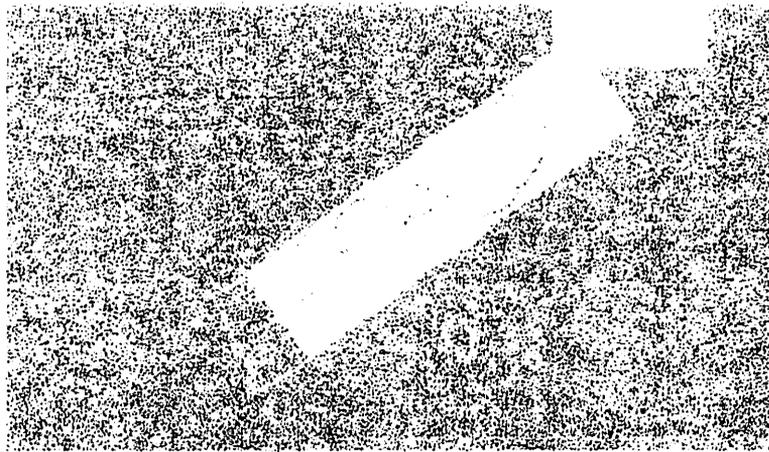
3. Bottom track

Ketika data berhasil di panggil, pada *windows* utama *sonarwiz* terlihat seperti gambar di bawah ini. Pada *projec explorer* tedapat main *option* seperti *map*, *side scan file*, *contacts*, *feature*, *sub bottom files*, *intersictions*, *magnetometer files*, dan *anomalies*. File yang telah di masukan sebelumnya ada data *side scan sonar* otomatis akan masuk ke folder *side scan file*. Dan pada *screen* hitam di tunjukan citra data tersebut seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3.5 Bottom track. (kooreksi geometri image side scan sonar)

- a. Step selanjutnya adalah mendefinisikan *bottom track*. Proses tombol *bottom track* pada opsi post processing atau dengan klik kanan pada *file* di *projec explorer*.
- b. Cuplikan *windows* dari *bottom track*. Penampakan data pada *windows* tersebut belum terlalu jelas untuk mempickng nadirnya, sehingga gemma dari visual *control* di gunakan untuk menghasilkan citra yang lebih jelas.
- c. Pada *windows botton track* terdapat opsi manual *tracking* atau *auto tracking*. Ketika melakukan secara manual, *treacking* dapat di lakukan sesuai pergerakan nadir dengan membuat titik-titik sepanjang bacaan untuk mendefinisikan lokasi bottom berdasarkan interpretasi visual. Setiap titik tersebut di hubungkan dengan garis-garis putus-putus dan hasilnya akan lebih baik di dibandingkan dengan *Auto Tracking*.
- d. *Auto Tracking*
proses ini mendefinisikan sonar yang kembali pertama kali dan terekam secara otomatis membuat track tersebut dengan algoritma *amplitude/threshold*.



The following text is extremely faint and largely illegible due to the poor quality of the scan. It appears to be a multi-paragraph document.

The first paragraph discusses the importance of maintaining accurate records and the role of various departments in ensuring data integrity.

The second paragraph details the procedures for handling sensitive information and the necessary approvals for its release.

The third paragraph outlines the responsibilities of the project team and the timeline for the upcoming phase of the initiative.

The fourth paragraph provides a summary of the current status of the project and identifies the key challenges that need to be addressed.

The fifth paragraph concludes with a call to action, urging all stakeholders to remain committed and proactive in their roles.

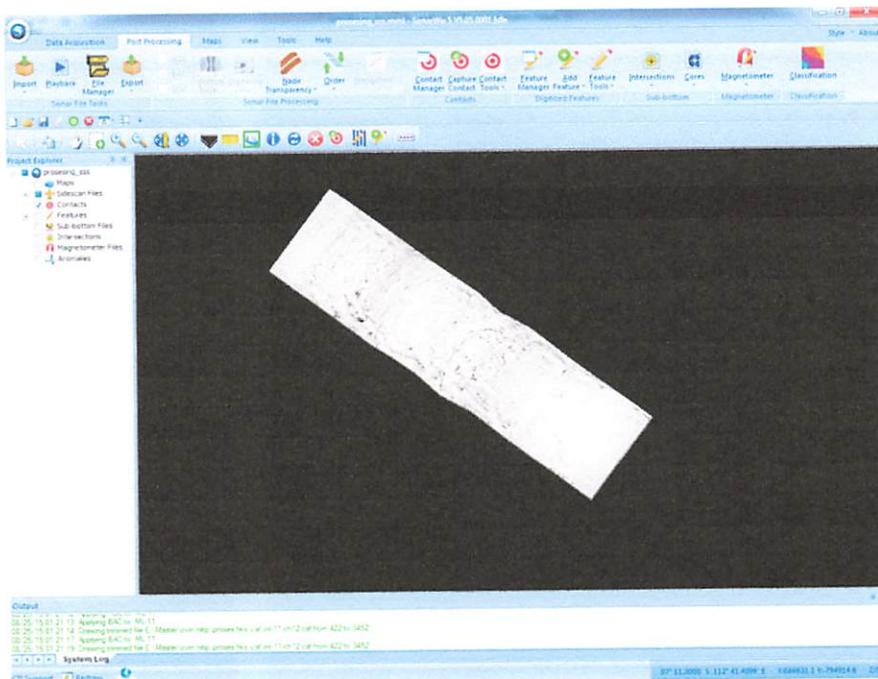
4. Proses sinyal

Untuk menghasilkan data yang baik dan jelas untuk di interpretasi, data *Side Scan Sonar* perlu di lakukan proses sinyal terlebih dahulu klik kanan pada *mous* dan pilih *setting signal* untuk memproses data sinyal.

Terdapat beberapa opsi untuk menjadikan data tervisualisasi lebih baik Yaitu:

a. *Beam Angle Corection* (BAC).

Adalah sebuah fungsi untuk mengimbangi karakter *respon non-linear* dari *sonar transduser*. Karakter *nonlinier* ini menyebabkan hasil yang terekam menjadi lebih gelap ataupun lebih terang dari yang seharusnya.



Gambar 3.6 hasil pengaturan sinyal menggunakan *beam angle correction*.

b. *Automatic Gain Control* (AGC).

Amplitude dari sinyal seharusnya menunjukkan relief local berskala kecil seperti *ridges*, formasi batuan atau objek hasil buatan manusia. Untuk mendapatkan hasil yang seperti itu, efek yang berskala besar dari *incidence angle* atau jarak propagasi pada *amplitude refleksi* sinyal harus dihilangkan.

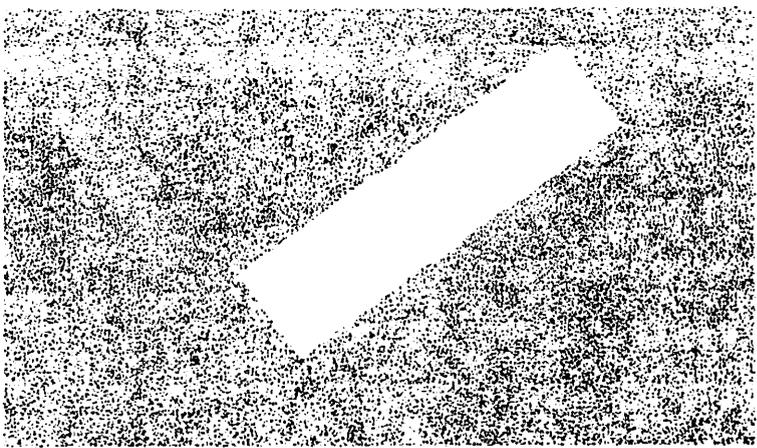
1944-1945

The first part of the report deals with the general situation in the country and the progress of the war. It also mentions the activities of the underground and the resistance movement.

Chapter I

The first part of the report deals with the general situation in the country and the progress of the war.

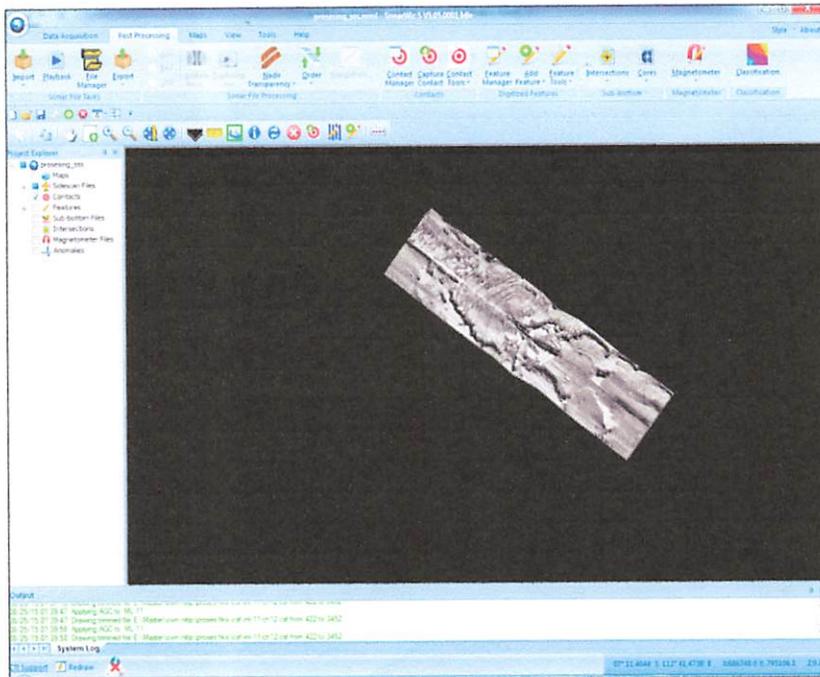
The second part of the report deals with the activities of the underground and the resistance movement. It also mentions the progress of the war and the general situation in the country.



The third part of the report deals with the activities of the underground and the resistance movement.

The fourth part of the report deals with the activities of the underground and the resistance movement.

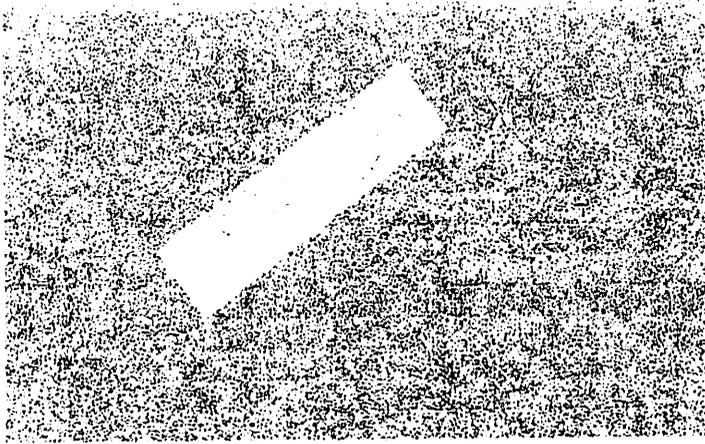
The fifth part of the report deals with the activities of the underground and the resistance movement. It also mentions the progress of the war and the general situation in the country.



Gambar 3.7 Hasil Pengaturan sinyal Menggunakan (Automatic Gain Control).

c. *Atutotime Varying Gain (TVG).*

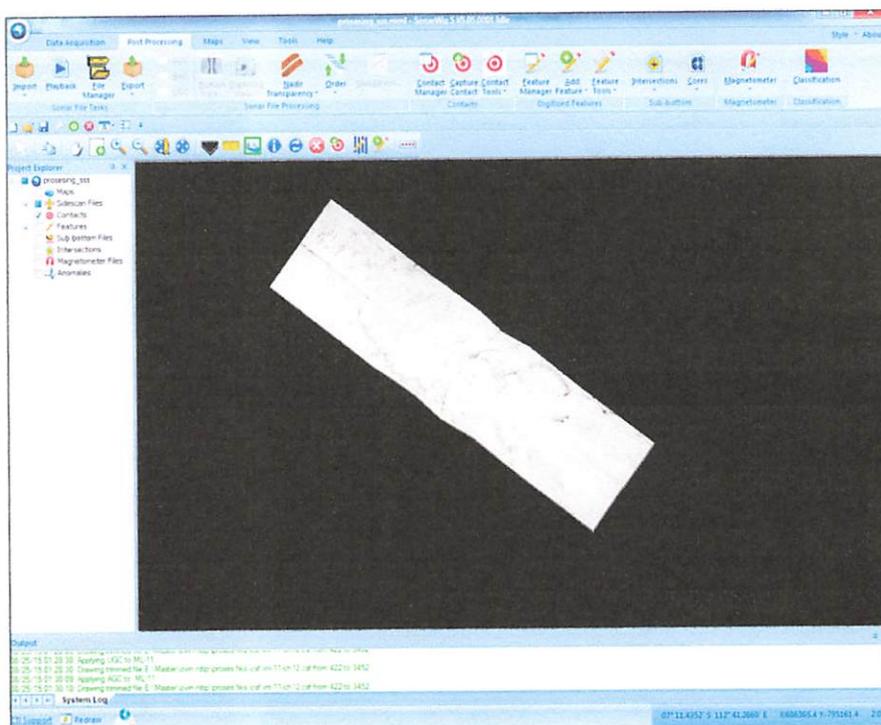
Untuk membagi data menjadi beberapa parallel *swath*, berusaha untuk menyamakan *backscatter* di tiap *swath* di bandingkan dengan level kekuatan yang di inginkan. Sinyal yang *error* kembali ke *filter IIR (infinite inpluse response)* dan gain untuk *swath* di atur pada arah yang berlawanan.



1977-1978

1977-1978

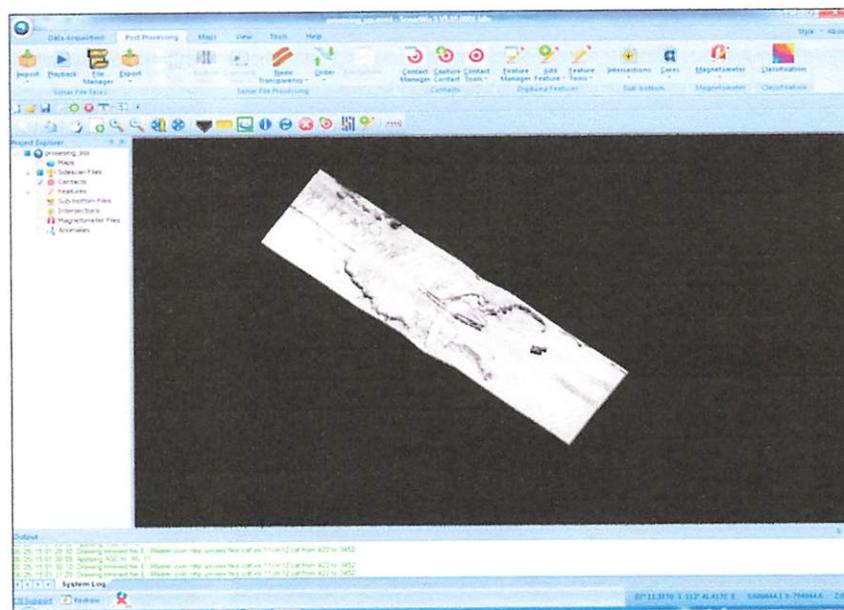
1977-1978



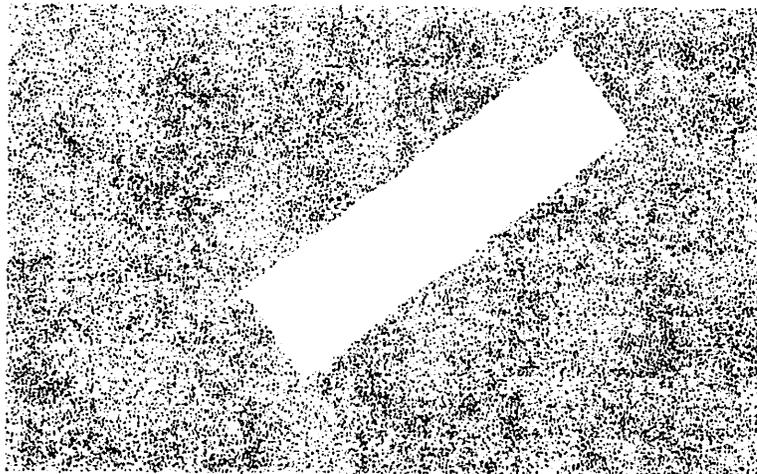
Gambar 3.8 Hasil Pengaturan sinyal Menggunakan (Atutotime Varying Gain).

d. Apply Destripping, Empirical Gain Normalization (EGN).

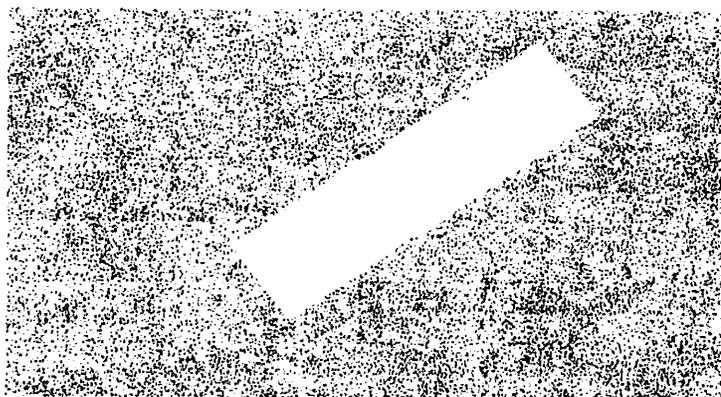
Sebuah fungsi untuk menjumlahkan dan merata-ratakan *amplitude sonar* pada semua ping di satu set data *sonar altitude* dan *range*.



Gambar 3.9 Hasil Pengaturan sinyal Menggunakan (Empirical Gain Normalization).



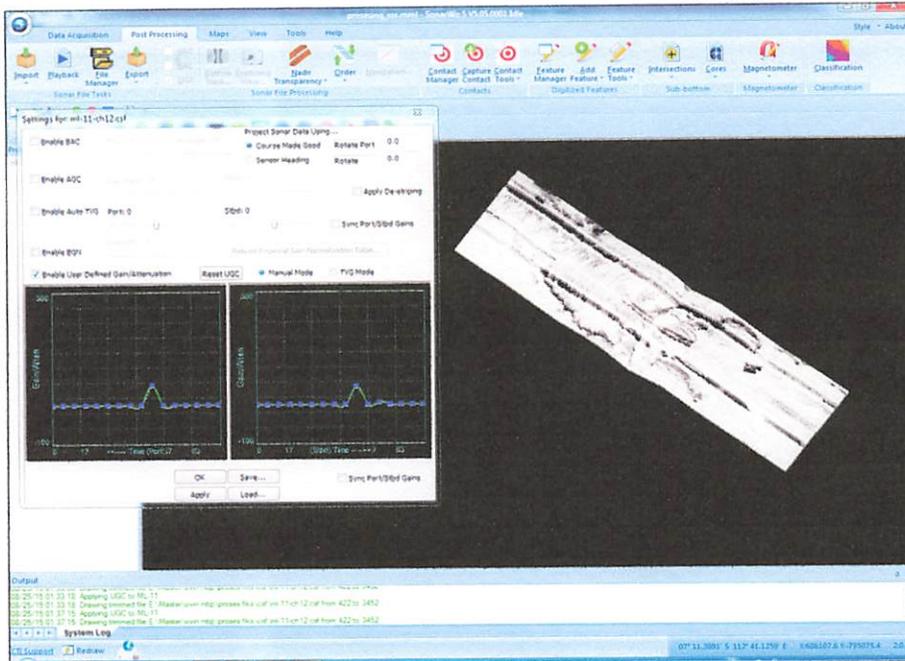
The following information is provided for your information and is not intended to constitute an offer or recommendation of any investment product. It is intended to provide you with information regarding the risks associated with the investment of your funds in the investment product. The investment product is subject to the risks of the market and the value of the investment product may fluctuate. The investment product is not insured or guaranteed by any government agency. The investment product is not a deposit and is not insured or guaranteed by any government agency. The investment product is not a bank deposit and is not insured or guaranteed by any government agency. The investment product is not a bank deposit and is not insured or guaranteed by any government agency.



The following information is provided for your information and is not intended to constitute an offer or recommendation of any investment product. It is intended to provide you with information regarding the risks associated with the investment of your funds in the investment product. The investment product is subject to the risks of the market and the value of the investment product may fluctuate. The investment product is not insured or guaranteed by any government agency. The investment product is not a deposit and is not insured or guaranteed by any government agency. The investment product is not a bank deposit and is not insured or guaranteed by any government agency.

e. *Manual Gain Control (UGC)*.

Menyesuaikan secara interative sesuai dengan keinginan, lakukan lagi dengan kurva yang baru dan ulangi sampai data *sonar* berada pada level dimana dapat di lihat fitur-fitur dengan jelas.



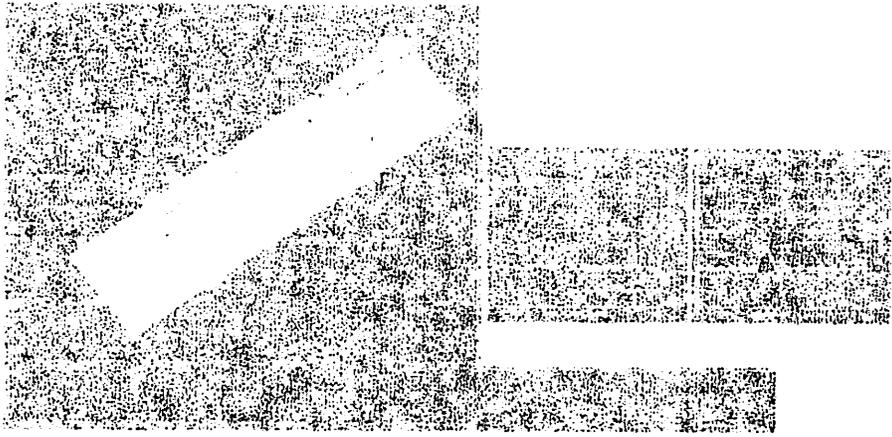
Gambar 3.10 Hasil Pengaturan sinyal Menggunakan (Manual Gain Control).

f. *Time Varying Gain Control (TVGC)*.

Dimana *amplifier gain* di ubah berdasarkan waktu sesuai dengan *returning* sinyal di antara *outgoing pulses* dari *side scan sonar*. TVGC menciptakan sinyal yang lebih lemah pada jarak yang jauh.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

... ..
... ..
... ..



... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..



Gambar 3.11 Hasil Pengaturan sinyal Menggunakan (Time Varying Gain Control).

5. Target capture

Capture contac digunakan sebagai *tool* untuk interpretasi *feature-feature* seperti *sonar contact*, *debris*, *top of pipeline*, dan sebagainya. *Capture contact* ini pengerjaannya dapat di lakukan di dalam *digitizing view* ataupun *map windows*.

6. Digitizing feature

Digitizing feature du gunakan untuk menzonasi *feature-feature* seperti *hard sedimen*, *pocmark seabed depression*, *seabed scar* dan sebagainya. *Digitizing feature* dapat di lakuka di dalam *digitizing view* ataupun *map windows*.

Pada *digitizing view* klik icon  untuk memunculkan jendela pada *new feature* pada jendela *fituare* kita dapat memberikan nama untuk *feature* tersebut sekaligus mendiskripsi *featurnya*.

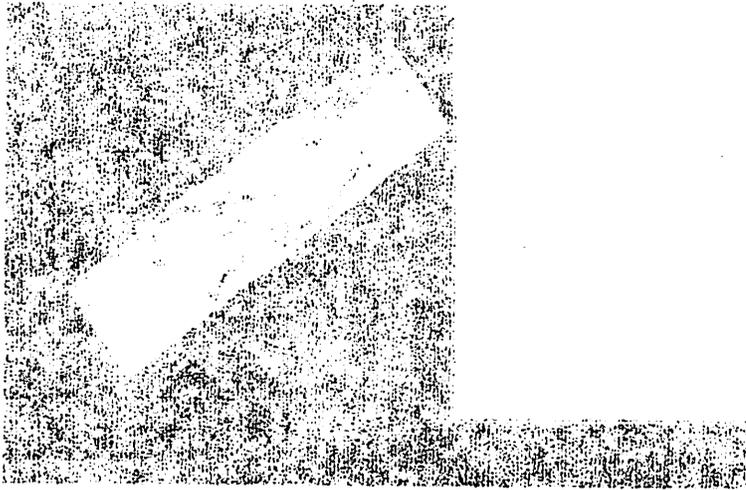
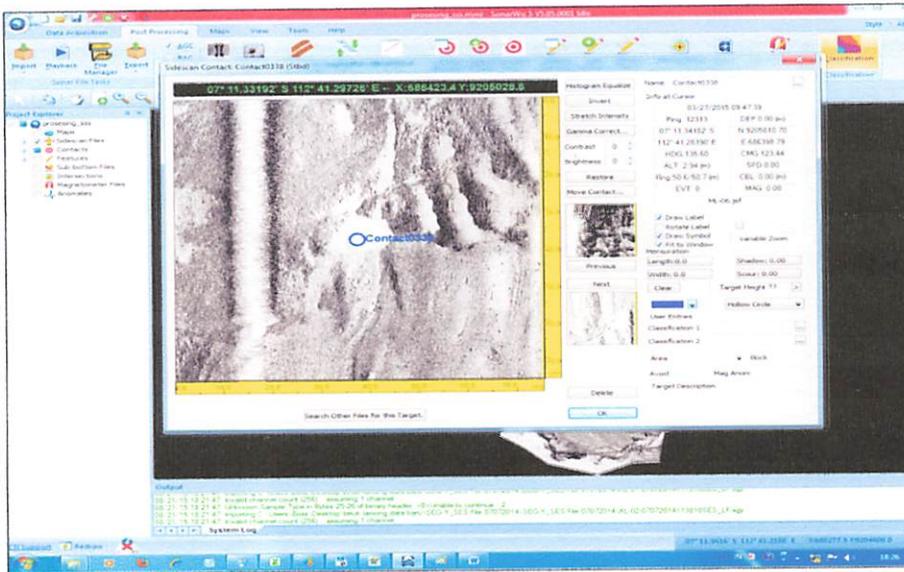


Figure 1. A photograph of a document page, showing a rectangular object tilted at an angle.

The first part of the document is a title page. It contains the title of the document, the author's name, and the date of publication. The title is centered at the top of the page. The author's name is centered below the title. The date is centered at the bottom of the title page.

The second part of the document is the main body of text. It is divided into several paragraphs. The first paragraph discusses the background of the study. The second paragraph describes the methodology used in the study. The third paragraph presents the results of the study. The fourth paragraph discusses the implications of the study.

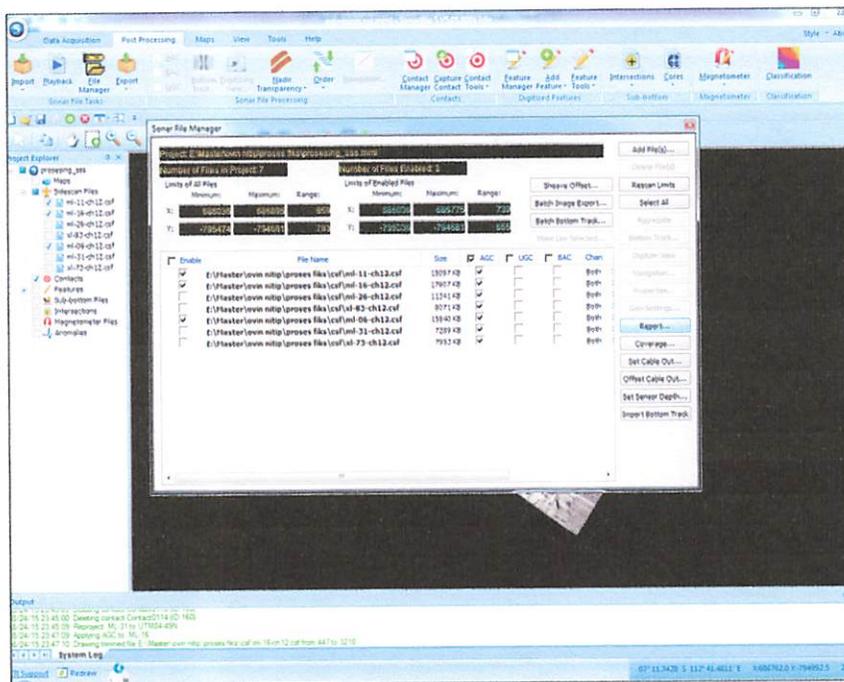
The final part of the document is the conclusion. It summarizes the findings of the study and provides recommendations for future research. The conclusion is centered at the bottom of the page.



Gambar 3.12 Digitizing Objek.

7. Report Generator

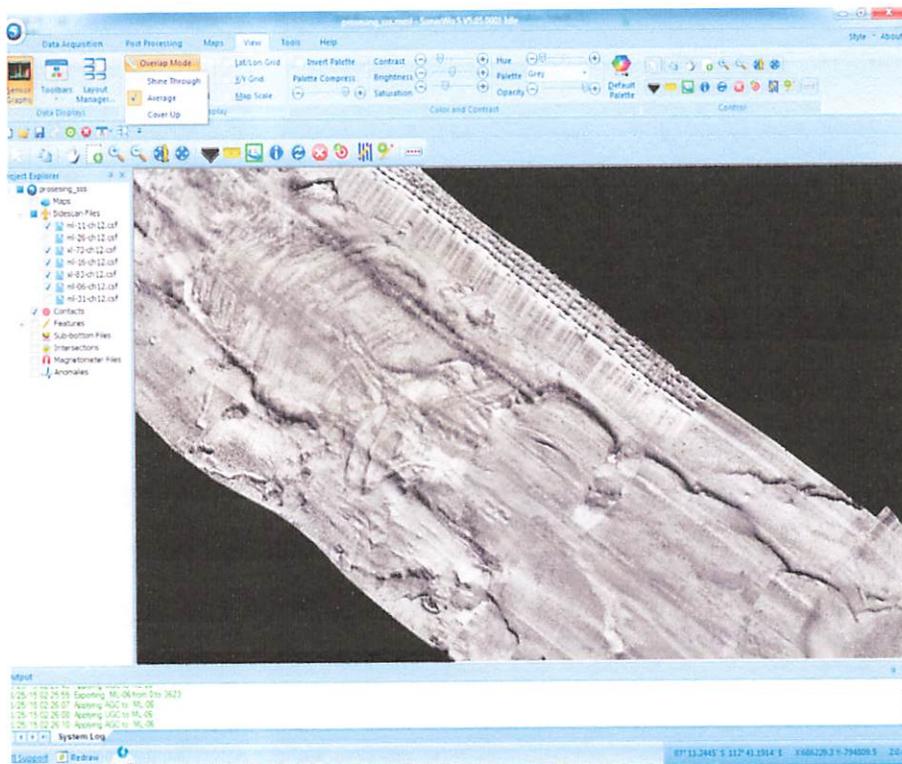
Reporting yang akan di hasilkan dengan format *web page*, *word*, PDF, atau *openOffice*, setelah melakukan editing klik tombol *report generator*. Pada jendela *contact manager* pilih opsi *generator*, maka akan muncul jendela *contact report generator* seperti di bawah ini.



Gambar 3.13 Report Generator Sonar Contac.

8. Overlap model

Berguna Untuk Memperhalus Tampilan Citra: Menu Bar. *View-Overlap Model-Average.*



Gambar 3.14 Overlap Model Average Citra Side Scan Sonar

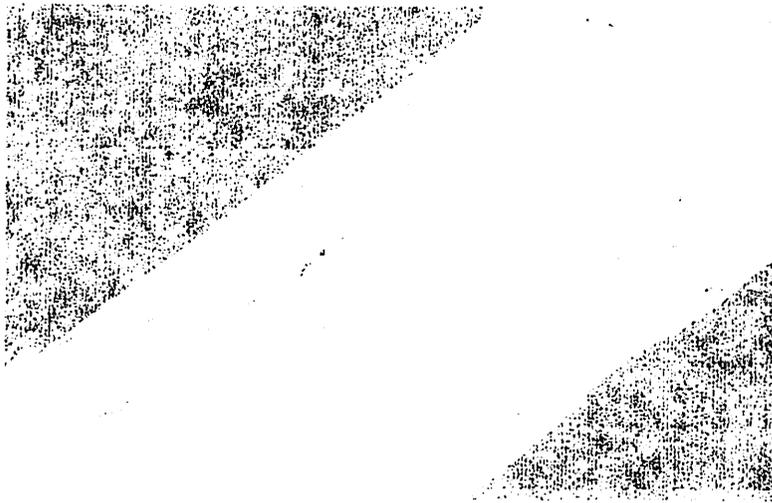
9. Export Image Side Scan Sonar

Pada *Image pos precessing* di proses kemudian di *export* ke *autocad*. Pada jendela *pos precessing* pilih *Export Projec As Geo Image*.

1968-1969

1968-1969

1968-1969

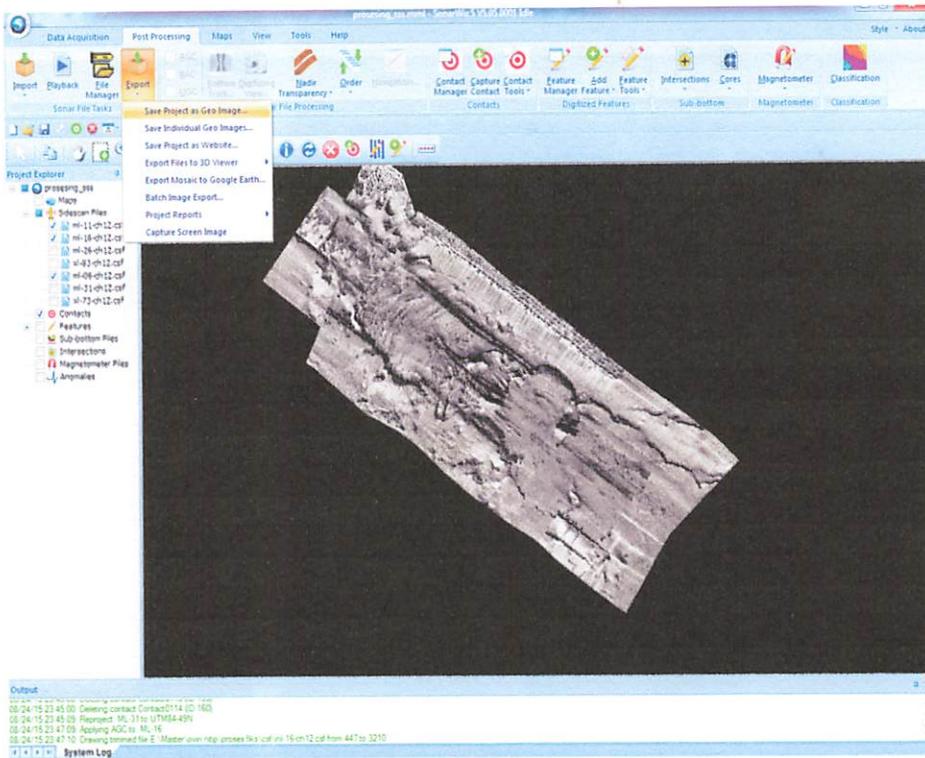


1968-1969

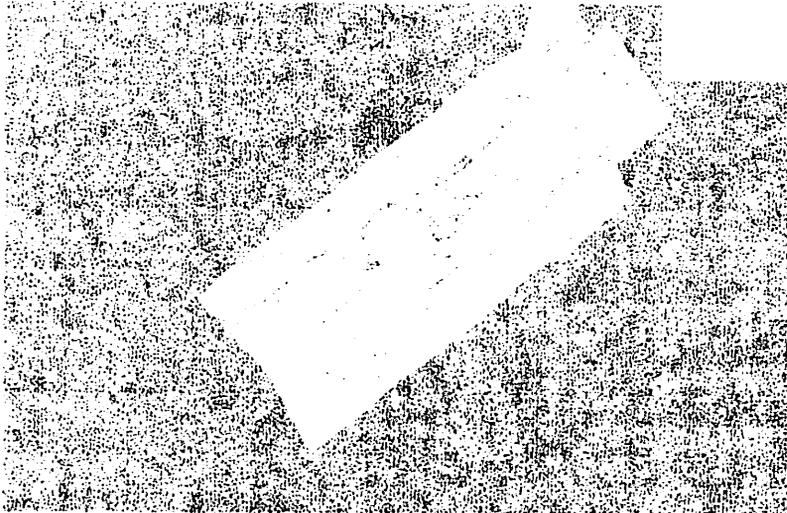
1968-1969

1968-1969

1968-1969



Gambar 3.14 Export Image Ke Format Geotif.

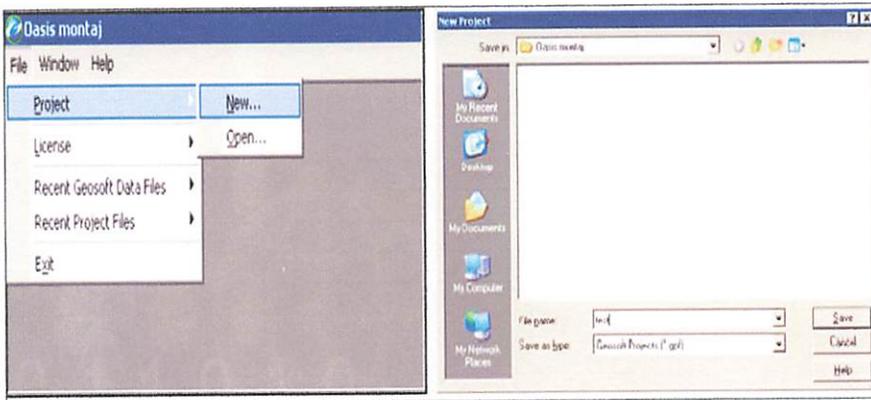


1990-1991

3.7 Basic Processing Magnetometer Menggunakan Oasis Montaj

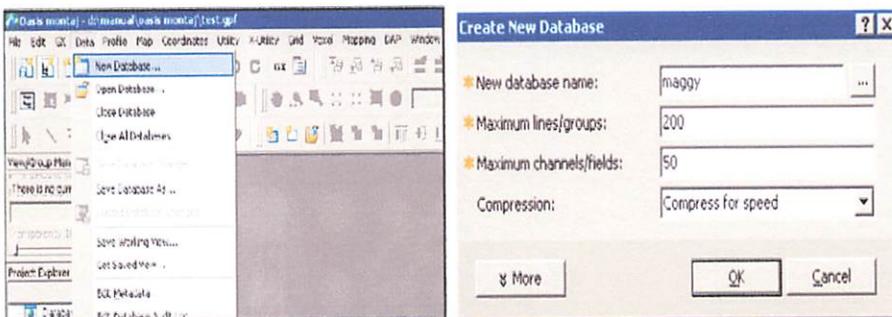
3.7.1 Basic Prossessing

1. *Open software Oasis montaj, Create new project: File – Project -New, dan Save project into the chosen directory.*



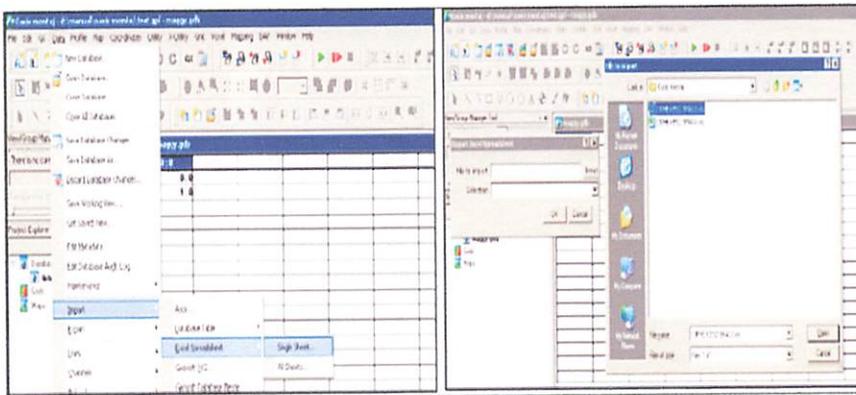
Gambar 3.15 jendela projec.

2. *Create new data base: Data – New Database. Isi nama database baru, mengisi atau menetapkan standar untuk maksimum baris / kelompok, saluran / bidang, dan kompresi seperti gambar di atas.*

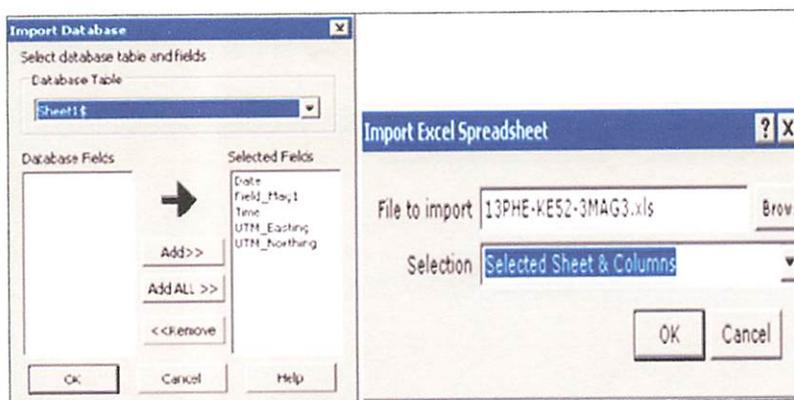


Gambar 3.16 Membuat DataBase Baru.

3. *Impor data mentah: Data - Impor - Excel Spread sheet –Single Sheet. Kemudian buka file dalam browser (File untuk impor). Pilih “Selected Sheet & Columns” di menu pilihan. Kemudian klik “OK”.*



Gambar 3.171 Impor Data.



Gambar 3.18 Selected Sheet & Columns.

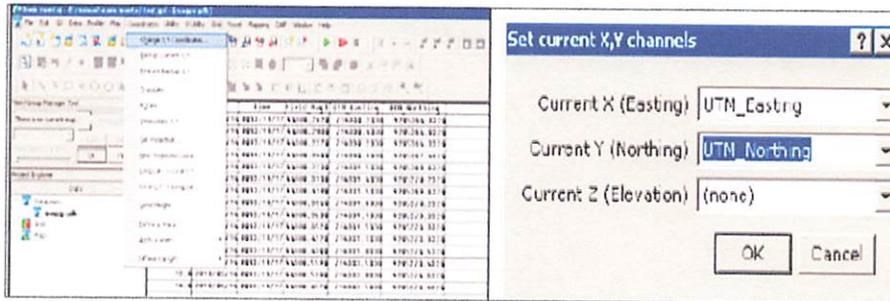
Di bawah ini adalah yang pertama *basis data garis magnetometer* dengan nama "MA-011". Periksa saluran nama / *header* dan jumlah *data base*.

 The image shows a screenshot of Microsoft Access displaying a table of magnetometer data. The table has the following columns: ID, Date, Time, Field_May1, Time, UTM_Easting, and UTM_Northing. The data consists of 20 rows of numerical values.

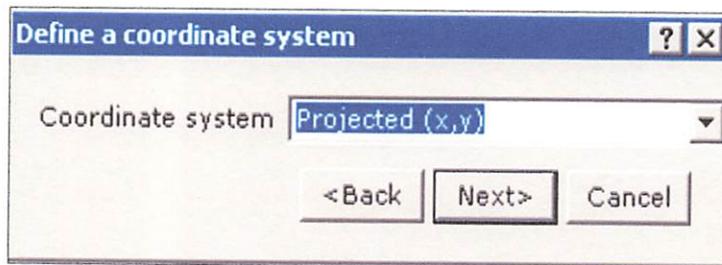
ID	Date	Time	Field_May1	Time	UTM_Easting	UTM_Northing
0	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
1	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
2	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
3	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
4	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
5	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
6	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
7	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
8	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
9	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
10	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
11	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
12	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
13	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
14	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
15	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
16	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
17	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
18	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
19	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220
20	2012/8/14 00:12:11	12:11:12	118331.8338	12:11:12	118331.8338	1285721.3220

Gambar 3.19 Tampilan Data Magnetometer.

4. Setting koordinat proyeksi: **Koordinat - Setting Projection**. Klik "**Modify**" untuk mengubah proyeksi. Pilih sistem koordinat: "Proyeksi (x, y)". Klik "**Next**" untuk melanjutkan. Pilih mengubah datum lokal, klik "Daftar Semua". Pilih "default". Klik "**OK**" untuk menyelesaikan pengaturan metode proyeksi.

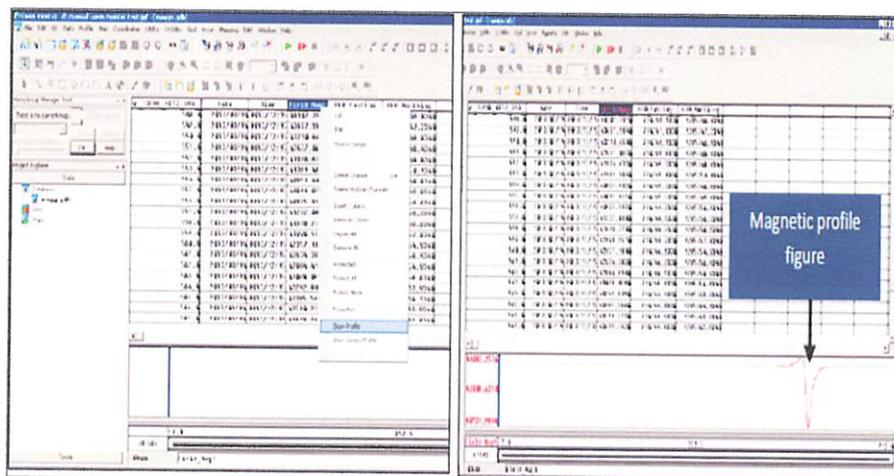


Gambar 3.20 setting koordinat proyeksi.



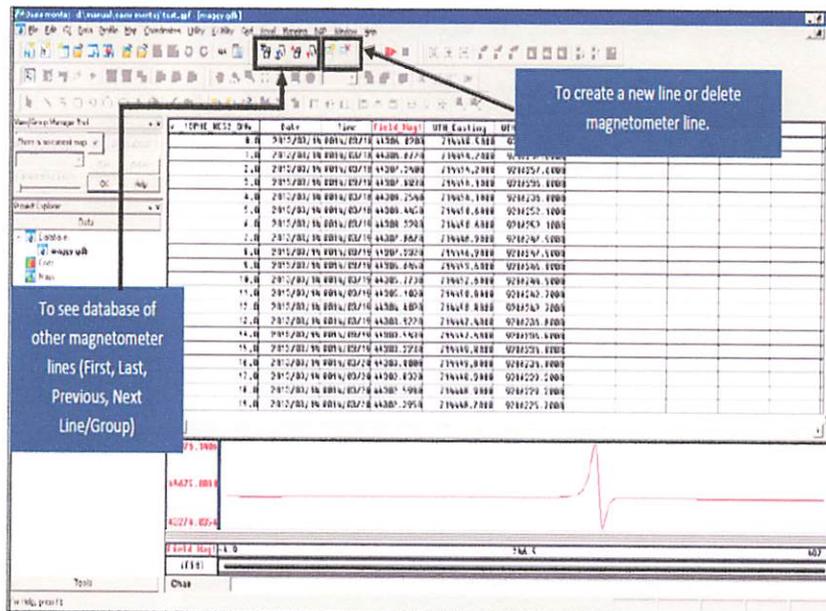
Gambar 3.21 Folder Pemilihan Jenis Proyeksi.

5. Tampilkan profil magnetik dengan klik kanan di magnet isi nama *channel*. Pilih "**Display Profil**". Seorang tokoh profil magnetik akan diplot di area profil.



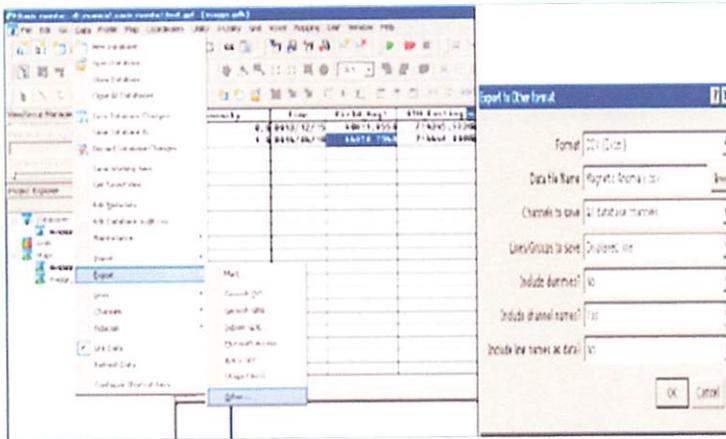
Gambar 3.22 Tampilan Profil Magnetometer.

6. Untuk membuka *data base* baru jalur lain, kita juga dapat mengimpor data mentah dari file lain dengan jenis yang sama dan format. Di bawah ini adalah yang kedua *basis data* garis *magnetometer* dengan nama "M-011". Gunakan toolbar navigasi (Pertama, terakhir, Sebelumnya, Berikutnya Baris / Group) untuk melihat garis *magnetometer* lainnya.



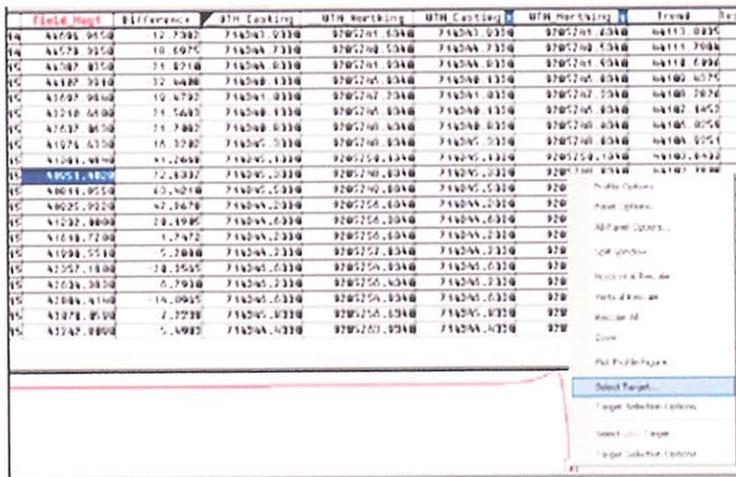
Gambar 3.23 Tampilan Garis Anomali Magnetometer.

7. Menganalisis *anomali magnetik* di daerah profil. Klik kiri *Anomali Magnetik* di plot profil dengan *pointer mouse*. Kemudian nilai *anomali magnetik* akan secara otomatis dilihat di daerah *data base* dengan sesuai dengan posisi *Easting* dan *Northing*. Mencatat informasi ini untuk interpretasi lebih lanjut.



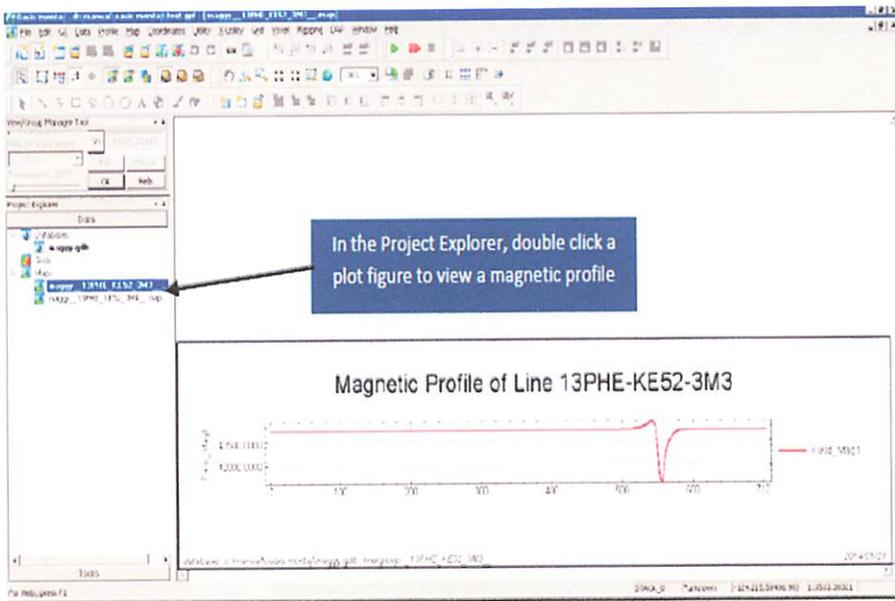
Gambar 3.26 Export Nilai Anomali Magnetik.

10. Buat sosok profil magnetik: klik klik kanan di area profil dan pilih "**Plot Profil Image**". Menetapkan nama judul angka profil ini kemudian klik "**OK**".



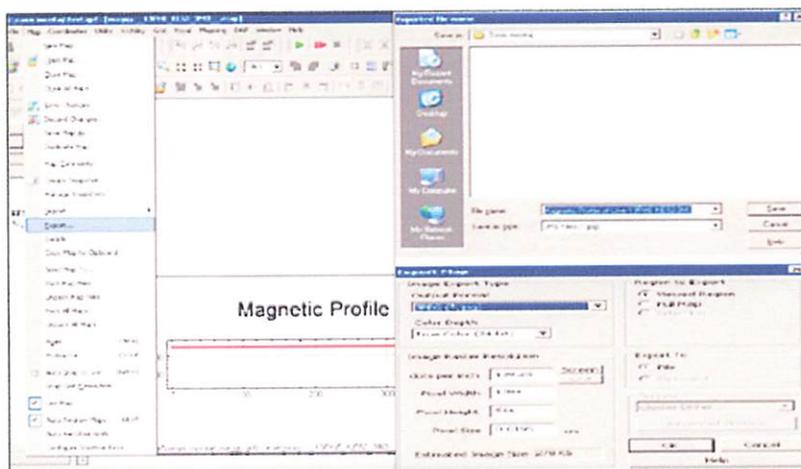
Gambar 3.27 Menetapkan Nama Judul Angka Profil.

Untuk melihat sosok plot profil magnet: Pilih "**Maps**" di Project Explorer, dan kemudian klik dua kali profil.



Gambar 3.28 Hasil Anomali Magnetik .

Ekspor sosok rencana ke format file * .jpg: Peta - *Ekspor*. Mengatur Format **Output** sebagai "JPEG (* .jpg)", yang lain ditetapkan sebagai default. Kemudian simpan nama file dengan nama baris ke folder proyek.



Gambar 3.29 Export Hasil Data Anomali Magnetik.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah survei tidak jelas dari struktur dan aktivitas kapal, sehingga data *magnetometer* yang diakuisisi memiliki gangguan antara setiap struktur logam dan puing-puing logam yang diamati. Data yang diperoleh umumnya baik dan telah divalidasi oleh kontrol kualitas standar. Kompilasi hasil akhir pada penelitian ini menyajikan sedimen dasar laut dan fitur dasar laut.

4.1 Dasar Laut Sedimen

Hasil dari *Side Scan Sonar* disajikan sebagai citra berwarna abu-abu. Naungan abu-abu sesuai dengan kekuatan sinyal dan digunakan untuk menyimpulkan jenis-jenis struktur sedimen dan permukaan laut yang kasar, dan mengidentifikasi karakteristik *substrat*.

Dasar laut ditandai dengan *sonar* refleksi rendah sampai dengan *sonar* reflektifitas sedang. *Sonar* reflektifitas menengah merupakan sedimen dasar laut sedang, sementara *Sonar* reflektifitas rendah merupakan indikasi dari sedimen dasar laut lebih lembut. Tidak ada indikasi *sedimen mobile* seperti riak atau pegunungan pasir juga ditemukan di daerah yang disurvei. Dasar laut di seluruh koridor survei ini kebanyakan rendah ke reflektifitas tinggi dan ditafsirkan sebagai *Soft Clay* diselingi dengan dasar laut reflektifitas tinggi atau sedimen kasar.

4.2 Fitur Dasar Laut

Distribusi fitur dasar laut dan sifat penutup *surficial* ditentukan terutama melalui interpretasi *image Side Scan Sonar* dan data *Magnetometer*. Fitur dasar laut utama diakui dalam wilayah yang disurvei adalah kemungkinan puing-puing linear, jangkar kapal, kawat, pengerukan kit, dan gangguan terhadap objek dasar laut lainnya.

4.1.1 Gangguan Dasar Laut

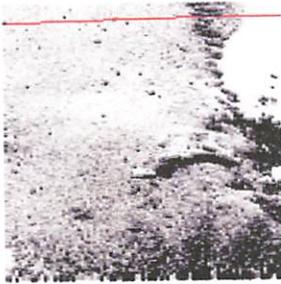
Gangguan lokal diamati dalam wilayah yang disurvei. Fitur ini menunjukkan aktivitas kapal pengerukan.

4.1.2 Pengerukan Pipa dan jangkar Kawat

Sebuah 90 m pipa pengerukan diamati di daerah yang disurvei, Kemungkinan terkait dengan Aktivitas kapal, pipa ini memanjang dari tenggara ke arah barat laut. Keberadaan pipa ini sedikit berkorelasi dengan nilai *anomali magnetik* lokal. Tiga (3) jangkar kabel yang diamati dalam wilayah yang disurvei, *anchor* yang dimiliki oleh kapal Cai Jun 1, BM V, dan Puma 17. Pengerukan pipa, jangkar-jangkar menyebabkan gangguan pada nilai magnetik lokal.

4.1.3 Debris

Delapan belas (18) *Sonar Contac* ditemukan, tiga (3) dari *Sonar Contac* ditafsirkan sebagai jangkar dari kapal yang ada, satu (1) dari *Sonar Contac* terkait dengan kapal pengerukan, lima (5) dari *Sonar Contac* ditafsirkan kemungkinan puing-puing, dan sembilan (9) dari *Sonar Contac* ditafsirkan sebagai puing-puing linear. *Sonar Contac* menunjukkan reflektifitas *Sonar* lebih tinggi sekitar dasar laut dengan ketinggian yang jelas. Tidak ada penjelasan geologi untuk fitur tersebut, dan penjelasan *litologi* yang memuaskan. Oleh karena itu, *Sonar Contac* diprediksi sebagai objek alami atau buatan manusia yang tenggelam ke dasar laut seperti yang di tunjukan pada gambar di bawah.



SC-01

- Sonar Time at Target: 07/27/2015 10:05:54
- Map Proj: UTM84-49S
- Acoustic Source File: E:\skripsi taufik - Side scan sonar\Raw Data SSS\sc01.jsf
- Easting: 686346
- Northing: 9205035 User Entered Info

Dimensions

- Volume target: 2,1 x 0,2 x 0,2
- Description: Kemungkinan Puing-puing. Tidak ada anomali magnetik berkorelasi dengan puing-puing ini.

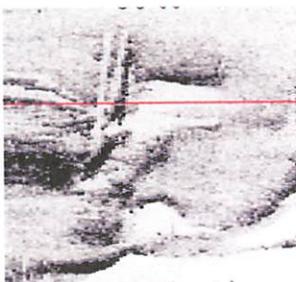


SC-02

- Sonar Time at Target: 07/27/2015 10:06:23
- Map Proj: UTM84-49S
- Acoustic Source File: E:\skripsi taufik - Side scan sonar\Raw Data SSS\sc02.jsf
- Easting: 686344
- Northing: 9204995

Dimensions

- Volume target: 4,7 x 01 x 2,5
- Description : kemungkinan Puing-puing. Berkorelasi dengan anomali MA-008,009,015.



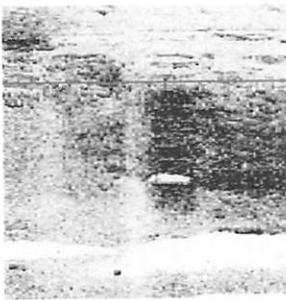
SC-03

- Sonar Time at Target: 07/27/2015 10:08:59
- Map Proj: UTM84-49S
- Acoustic Source File: E:\skripsi taufik - Side scan sonar\Raw Data SSS\sc03.jsf

- Easting: 686357
- Northing: 9204969

Dimensions

- Volume target: 6,6 x 0,2 x 2,5
- Description: kemungkinan Puing-puing.
Berkorelasi dengan anomali magnetik;MA-012,016, 018,020,023,024,028.



SC-04

- Sonar Time at Target: 07/27/2015 11:10:45
- Map Proj: UTM84-49S
- Acoustic Source File: E:\skripsi taufik - Side scan sonar\Raw Data SSS\sc04.jsf
- Easting: 686410
- Northing: 9204957

Dimensions

- Volume target: 3,3 x 0,1 x 0,1
- Description : kemungkinan Puing-puing linear. Berkorelasi dengan anomali magnetik MA-038.



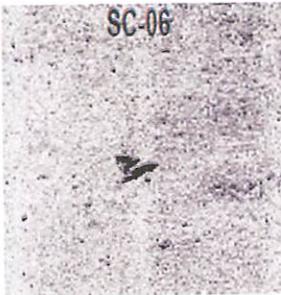
SC-05

- Sonar Time at Target: 07/27/2015 10:14:3
- Map Proj: UTM84-49S
- Acoustic Source File: E:\skripsi taufik - Side scan sonar\Raw Data SSS\sc05.jsf
- Easting: 686447
- Northing: 9204868

Dimensions

- Volume target: 20,0 x 8,0 x 5,0
- Description : kemungkinan objek kayu.Tidak

ada anomali magnetik berkorelasi dengan ini puing

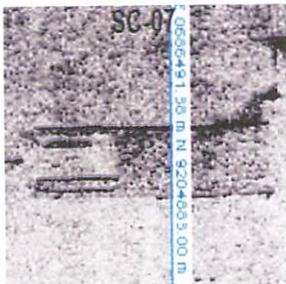


SC-06

- Sonar Time at Target: 07/27/2015 10:16:20
- Map Proj: UTM84-49S
- Acoustic Source File: E:\skripsi taufik -Side scan sonar\Raw Data SSS\sc06.jsf
- Easting: 686495
- Northing: 9204974

Dimensions

- Volume target: 1,9 x 1,3 x NMH
- Description : Kemungkinan puing-puing. Tidak ada anomali magnetik berkorelasi dengan puing-puing ini.

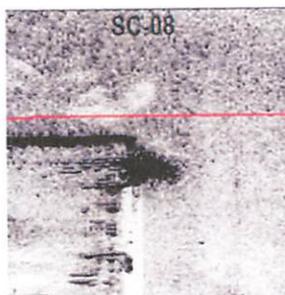


SC-07

- Sonar Time at Target: 07/27/2015 10:25:59
- Map Proj: UTM84-49S
- Acoustic Source File: E:\skripsi taufik -Side scan sonar\Raw Data SSS\sc07.jsf
- Easting: 686471
- Northing: 9204847

Dimensions

- Volume target: 14,0 x 14,0 x NMH
- Description : Alat pengerukan Kapal. Berkorelasi dengan anomali magnetik; MA-042, 043, 044,046.

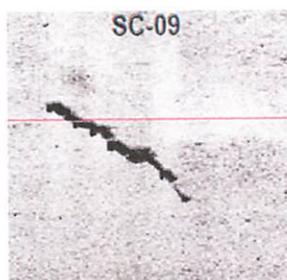


SC-08

- Sonar Time at Target: 07/27/2015 10:30:55
- Map Proj: UTM84-49S
- Acoustic Source File: E:\skripsi taufik -Side scan sonar\Raw Data SSS\sc08.jsf
- Easting: 686556
- Northing: 9204801

Dimensions

- Volume target: 2,0 x 2,0 x NMH
- Description : Jangkar dari kapal. Berkorelasi dengan anomali magnetik; MA-050, 051, 055.

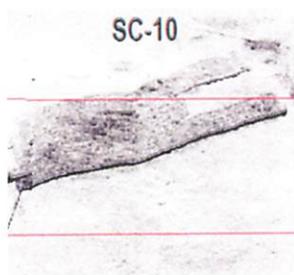


SC-09

- Sonar Time at Target: 07/27/2015 10:36:04
- Map Proj: UTM84-49S
- Acoustic Source File: E:\skripsi taufik -Side scan sonar\Raw Data SSS\sc09.jsf
- Easting: 686552
- Northing: 9204775

Dimensions

- Volume target: 12,6 x 0,5 x NMH
- Description : Kemungkinan Puing-puing. Berkorelasi dengan anomali magnetik; MA-052, 054



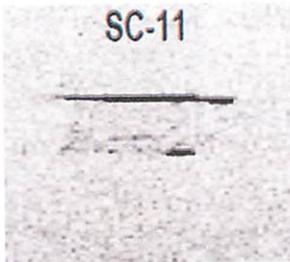
SC-10

- Sonar Time at Target: 07/27/2015 10:42:15
- Map Proj: UTM84-49S
- Acoustic Source File: E:\skripsi taufik -Side scan sonar\Raw Data SSS\sc10.jsf
- Easting: 686610

- Northing: 9204577

Dimensions

- Volume target: 14,0 x 14,0 x NMH
- Description : Alat pengerukan Kapal.
Berkorelasi dengan anomali magnetik; MA-067, 068, 069,070.

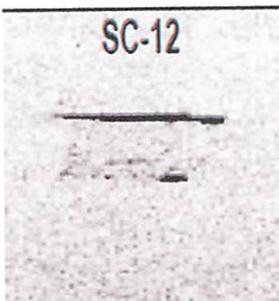


SC-11

- Sonar Time at Target: 07/27/2015 10:45:34
- Map Proj: UTM84-49S
- Acoustic Source File: E:\skripsi taufik - Side scan sonar\Raw Data SSS\sc11.jsf
- Easting: 686661
- Northing: 9204703

Dimensions

- Volume target: 6,9 x 0,2 x NMH
- Description : Kemungkinan Puing-puing.
Berkorelasi dengan anomali magnetik; MA-072 dan 073.



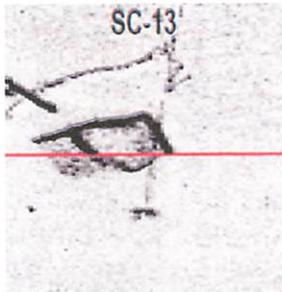
SC-12

- Sonar Time at Target: 07/27/2015 10:46:54
- Map Proj: UTM84-49S
- Acoustic Source File: E:\skripsi taufik -Side scan sonar\Raw Data SSS\sc12.jsf
- Easting: 686661
- Northing: 9204700

Dimensions

- Volume target: 2,1 x 0,2 x NMH
- Description : kemungkinan Puing-puing.
Berkorelasi dengan anomali magnetik; MA-

072 dan 073



SC-13

- Sonar Time at Target: 07/27/2015 10:50:39
- Map Proj: UTM84-49S
- Acoustic Source File: E:\skripsi taufik - Side scan sonar\Raw Data SSS\sc13.jsf
- Easting: 686664
- Northing: 9204712

Dimensions

- Volume target: 2,0 x 2,0 x NMH
- Description : Jangkar dari BM V Barge. berkorelasi dengan anomali magnetik; MA-072 dan 073.

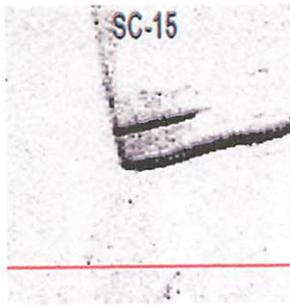


SC-14

- Sonar Time at Target: 07/27/2015 10:56:31
- Map Proj: UTM84-49S
- Acoustic Source File: E:\skripsi taufik - Side scan sonar\Raw Data SSS\sc14.jsf
- Easting: 686683
- Northing: 9204732

Dimensions

- Volume target: 6,3 x 0,5 x NMH
- Description : Kemungkinan Puing-puing. Berkorelasi dengan anomali magnetik; MA-072 dan 073.

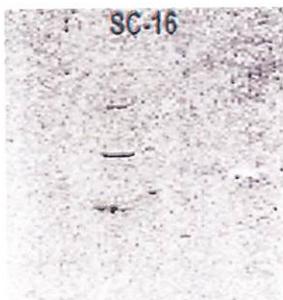


SC-15

- Sonar Time at Target: 07/27/2015 10:59:58
- Map Proj: UTM84-49S
- Acoustic Source File: E:\skripsi taufik - Side scan sonar\Raw Data SSS\sc15.jsf
- Easting: 686716
- Northing: 9204807

Dimensions

- Volume target: 2,0 x 2,0 x NMH
- Description : Jangkar dari Puma 17 Tongkang. berkorelasi dengan anomali magnetik; MA-079, 080, 081,082, 083, 084, 085.

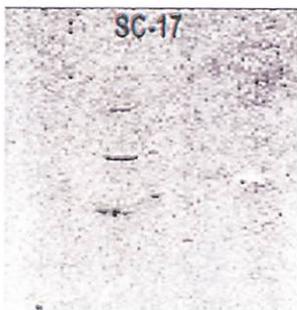


SC-16

- Sonar Time at Target: 07/27/2015 11:03:21
- Proj: UTM84-49S
- Acoustic Source File: E:\skripsi taufik - Side scan sonar\Raw Data SSS\sc16.jsf
- Easting: 686720
- Northing: 9204705

Dimensions

- Volume target: 2,5 x 0,1 x NMH
- Description : Kemungkinan Puing-puing. Tidak ada anomali magnetik berkorelasi dengan puing-puing ini.



SC-17

- Sonar Time at Target: 07/27/2015 11:05:33
- Map Proj: UTM84-49S
- Acoustic Source File: E:\skripsi taufik - Side scan sonar\Raw Data SSS\sc17.jsf
- Easting: 686721
- Northing: 9204709

Dimensions

- Volume target: 2,5 x 0,1 x NMH
- Description : Kemungkinan Puing-puing. Tidak ada anomali magnetik berkorelasi dengan puing-puing ini



SC-18

- Sonar Time at Target: 07/27/2015 11:09:24
- Map Proj: UTM84-49S
- Acoustic Source File: E:\skripsi taufik - Side scan sonar\Raw Data SSS\sc18.jsf
- Easting: 686723
- Northing: 9204712

Dimensions

- Volume target: 2,1 x 0,1 x NMH
- Description : Kemungkinan Puing-puing. Tidak ada anomali magnetik berkorelasi dengan puing-puing ini

4.2 Hasil Magnetometer

Sembilan puluh (90) data *magnetometer* yang terdeteksi terdapat beberapa benda-benda tersebut dicurigai sebagai *anomali magnetik*. dengan mengamati benda-benda yang di temukan di bagi menjadi 3 (tiga) tafsiran sebagai berikut:

1. Ditafsirkan anomali yang disebabkan dari berbagai gangguan pada daerah penelitian.

Point	Easting	Norting	□T	Diskripsi
MA-008	686330.00	9205000.00	649	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1 dan SC-02
MA-009	686332.00	9205011.00	67	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1 dan SC-02
MA-012	686344.00	9204964.00	400	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1 dan SC-03
MA-015	686349.00	9205002.00	204	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1 dan SC-04
MA-016	686350.00	9204969.00	110	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1 dan SC-05
MA-018	686354.00	9204983.00	1203	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1 dan SC-06
MA-023	686360.00	9204973.00	995	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1 dan SC-07
MA-024	686366.00	9204975.00	256	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1 dan SC-08
MA-028	686371.00	9204965.00	32	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1 dan SC-09
MA-042	686481.00	9204834.00	8	Sesuai dengan SC-07
MA-043	686489.00	9204868.00	3528	Sesuai dengan Pipa pada SC-07
MA-055	686540.00	9204831.00	1463	Sesuai dengan Pipa pada SC-07
MA-067	686604.00	9204598.00	66	Sesuai dengan SC-09 dan kawat
MA-068	686623.00	9204595.00	171	Sesuai dengan SC-09 dan kawat
MA-069	686632.00	9204586.00	277	Sesuai dengan SC-09 dan kawat
MA-070	686633.00	9204596.00	55	Sesuai dengan SC-09 dan kawat
MA-072	686662.00	9204722.00	42	Sesuai dengan SC-09 dan kawat
MA-073	686668.00	9204722.00	98	Sesuai dengan SC-11 dan kawat, SC-12, 13

Tabel 1. anomali magnetik ditafsirkan dari berbagai gangguan di area penelitian.

2. *Anomali* ditafsirkan disebabkan oleh benda-benda kapal terkait aktivitas kapal cai jun 1 dan struktur yang ada.

Point	Easting (m)	Northing (m)	HT	Diskripsi
MA-001	686205.00	9205264.00	367	Sesuai dengan struktur yang menumpuk dan deret
MA-003	686263.00	9205215.00	341	Sesuai dengan struktur yang menumpuk dan deret
MA-007	686326.00	9204965.00	19	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1
MA-010	686334.00	9204965.00	215	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1
MA-011	686339.00	9204939.00	60	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1
MA-013	686344.00	9204957.00	64	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1
MA-014	686346.00	9204937.00	162	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1
MA-017	686352.00	9204919.00	261	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1
MA-019	686354.00	9204941.00	18	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1
MA-021	686357.00	9204941.00	1093	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1
MA-025	686367.00	9204905.00	275	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1
MA-026	686369.00	9204900.00	796	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1
MA-027	686370.00	9204927.00	45	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1
MA-030	686381.00	9204906.00	200	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1
MA-032	686387.00	9204911.00	366	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1
MA-035	686397.00	9204944.00	53	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1
MA-037	686402.00	9204904.00	26	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai Jun 1
MA-044	686490.00	9204829.00	24	Sesuai dengan pipa
MA-045	686494.00	9204817.00	33	Sesuai dengan pipa
MA-047	686504.00	9204816.00	36	Sesuai dengan pipa
MA-048	686514.00	9204813.00	12	Sesuai dengan pipa
MA-049	686524.00	9205001.00	115	Sesuai dengan struktur yang menumpuk dan deret
MA-050	686526.00	9204806.00	57	Sesuai dengan pipa
MA-051	686527.00	9204813.00	23	Sesuai dengan pipa
MA-057	686554.00	9204646.00	887	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai jun 1
MA-059	686559.00	9204658.00	144	Sesuai dengan Aktivitas Kapal Cai jun 1
MA-075	686706.00	9204665.00	69	Sesuai dengan yang ada BM V
MA-076	686709.00	9204655.00	119	Sesuai dengan yang ada BM V
MA-077	686713.00	9204663.00	68	Sesuai dengan yang ada BM V
MA-078	686717.00	9204682.00	49	Sesuai dengan yang ada BM V
MA-083	686779.00	9204818.00	42	Sesuai dengan kawat jangkar
MA-084	686790.00	9204820.00	67	Sesuai dengan kawat jangkar
MA-085	686807.00	9204798.00	473	Sesuai dengan kawat jangkar
MA-086	686808.00	9204725.00	845	Sesuai dengan Puma yang ada
MA-087	686814.00	9204714.00	1480	Sesuai dengan Puma yang ada
MA-088	686834.00	9204788.00	241	Sesuai dengan kawat jangkar
MA-089	686843.00	9204815.00	61	Sesuai dengan kawat jangkar
MA-090	686850.00	9204804.00	328	Sesuai dengan kawat jangkar

Tabel 2. *Anomali* ditafsirkan disebabkan oleh benda kapal terkait, dan struktur yang ada.

3. Ditafsirkan anomali yang disebabkan oleh dugaan benda buatan manusia atau fitur geologi.

Point	Easting (m)	Northing (m)	ηT	Diskripsi
MA-002	686211.00	9205137.00	17	Kemungkinan yang menunjukkan litologi mengubah efek
MA-004	686301.00	9205006.00	6	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam tertimbun pasir
MA-005	686302.00	9205018.00	31	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam tertimbun pasir
MA-006	686312.00	9205052.00	7	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam tertimbun pasir
MA-022	686360.00	9205015.00	183	Kemungkinan yang menunjukkan litologi mengubah efek
MA-029	686379.00	9205009.00	70	Kemungkinan yang menunjukkan litologi mengubah efek
MA-031	686383.00	9204873.00	27	Kemungkinan yang menunjukkan dimakamkan
MA-036	686399.00	9205016.00	60	Kemungkinan yang menunjukkan litologi mengubah efek
MA-038	686402.00	9204947.00	37	Sesuai dengan SC-04
MA-039	686418.00	9205065.00	133	Kemungkinan yang menunjukkan litologi mengubah efek
MA-040	686423.00	9205004.00	15	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam yang tertimbun
MA-041	686430.00	9205074.00	73	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam yang tertimbun
MA-046	686497.00	9204877.00	756	Sesuai dengan SC-07
MA-052	686530.00	9204768.00	16	Sesuai dengan SC-09
MA-053	686534.00	9204677.00	31	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam yang tertimbun
MA-054	686538.00	9204765.00	24	Sesuai dengan SC-09
MA-056	686549.00	9204862.00	217	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam yang tertimbun
MA-058	686555.00	9204772.00	22	Sesuai dengan SC-09
MA-060	686562.00	9204668.00	34	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam yang tertimbun
MA-061	686563.00	9204952.00	86	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam yang tertimbun
MA-062	686565.00	9204755.00	38	Sesuai dengan SC-09
MA-063	686568.00	9204739.00	20	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam yang tertimbun
MA-064	686578.00	9204736.00	12	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam yang tertimbun
MA-065	686593.00	9204737.00	16	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam yang tertimbun
MA-066	686601.00	9204731.00	13	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam yang tertimbun
MA-071	686651.00	9204882.00	11	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam yang tertimbun
MA-074	686671.00	9204618.00	27	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam yang tertimbun
MA-079	686743.00	9204753.00	7	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam yang tertimbun
MA-080	686743.00	9204745.00	8	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam yang tertimbun
MA-081	686750.00	9204857.00	6	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam yang tertimbun
MA-082	686751.00	9204764.00	8	Kemungkinan yang menunjukkan benda logam yang tertimbun

Tabel 3. anomali yang disebabkan oleh dugaan benda buatan manusia atau fitur geologi.

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian survei *anomali magnetik* pada PT. Terminal Teluk Lamong sebagai berikut.

1. Dari hasil pengolahan dan interpretasi data *side scan sonar* dan *magnetometer* mempengaruhi 3 (tiga) klasifikasi telah diklasifikasikan berdasarkan keberadaannya. Benda dan struktur ditafsirkan sebagai berikut :
 - 1) *Anomali* ditafsirkan disebabkan oleh benda kapal terkait aktivitas kapal cai jun 1, dan struktur yang ada.
 - 2) *Anomali* ditafsirkan dari berbagai gangguan di daerah penelitian.
 - 3) *Anomali* ditafsirkan anomali yang disebabkan oleh dugaan benda buatan manusia atau fitur geologi.
2. Dari hasil prosesing dan Interpretasi data *Side Scan Sonar* dan *Magnetometer* yang kemudian di gambar menjadi Peta sebaran *anomali magnetik* dengan skala 1:1000.

5.2 SARAN

1. Dari semua temuan ini menjadi pertimbangan, saya menyarankan bahwa daerah yang diusulkan harus cukup jelas dari setiap hambatan yang tidak perlu terjadi, yang dapat menyebabkan kerusakan data.
2. Pada pembuatan Peta *anomali magnetik* saya menyarankan agar di tambah dengan data survei *Batymetri* menggunakan *Ecosonder* untuk mendapatkan nilai (Z) pada peta *anomali magnetik*.

DAFTAR PUSTAKA

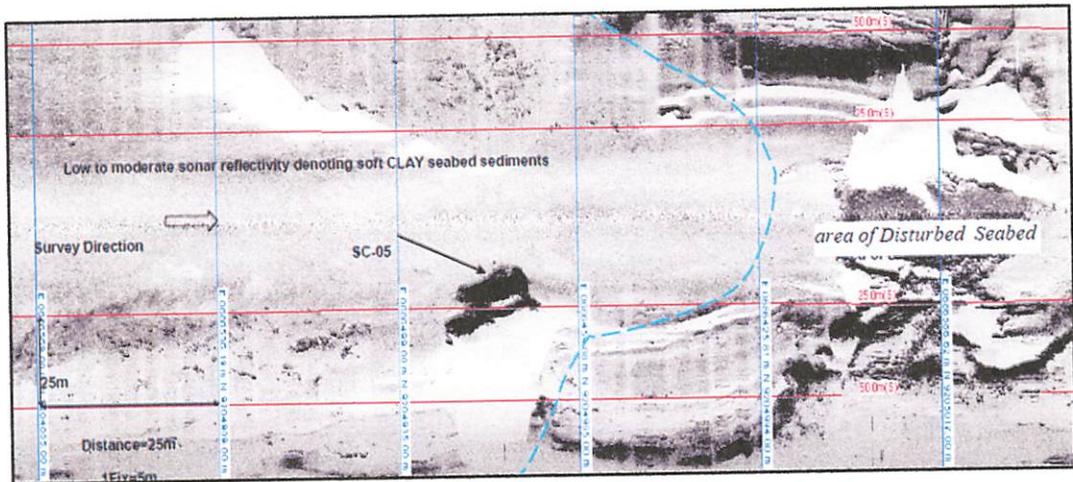
- Arini, Dwi. 2013. *Laporan Survey Operasi Ranjau di Daerah Tuban Jawa Timur*. Laporan Kerja Praktek di Dinas Hidro-Oseanografi TNI AL Jakarta Utara. Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
- Ashtead-Technology. 2013. *Geometrics G-882SX Marine Magnetometer*. Available at :www.ashtead-Technology.com. 2013.
- Fitra, Teguh. 2013. Pengolahan Data Kemagnetan Bumi (Studi Kasus Pendeteksian ranjau laut menggunakan *Magnetometer Cesium G-882SX* di Perairan Selat Laut Kota Baru Kalomantan Selatan. Skripsi. Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut Jakarta Utara.
- Pasek, M.R. 2009. Survei Kelautan. <URL: <http://www.ilmukelautan.com/sig-dan-penginderaan-jauh/pemetaan-sumberdaya-kelautan/426-surveikelautan>.
- Prasetya, A. 2010. *Sekilas Tentang Medan Magnet Bumi*. <URL: <http://ridtz.blogspot.com/2015/06/sekilas-tentang-medan-magnet-bumi.html>>.
- Pratama, P.Y. 2008. Optimasi Jalur Terbaik Kabel Bawah Laut dari Perspektif Kehidrografian. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Riess, W.C. 1998. *Possible Shipwreck and Aboriginal Sites on Submerged Land*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- Sulistianto, D. 2009. Estimasi Sumberdaya Bijih Besi Berdasarkan Analisis Data Anomali Magnetik Di Blangpidie, Aceh Barat Daya Dengan Menggunakan Sinyal *Analitik Dan Permodelan Magnetik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung Tarigan, M.P. 2010. Prekursor gempa bumi dengan metode magnet.
- Indral, Alanda. Edi Sumardi. 2012. Anomali Magnet dan Gaya Berat Bumi di Daerah Panas Bumi G. Endut. Available at: www.psdg.bgl.esdm.go.id. Diakses pada tanggal 12 Maret 2013.

Saputra, Lufti Rangga. 2012. Identifikasi Nilai Amplitudo Sediman Dasar Laut pada Perairan Dangkal Menggunakan *Multibeam Echosounder*. Skripsi. Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

Yosi, Mira, dkk. 2013. Sertifikasi Penyelaman Ilmiah (*Scientific Diving*) Bidang Keahlian Geologi Kelakutan di Indonesia. Available at : www.mgi.esdm.go.id.

LAMPIRAN A

IMAGE SIDE SCAN SONAR



Gambar A.1 Kondisi Umum Di Sekitar Area Dasar Laut Pada Line M1-18.