

225-87/H/05



ANITA PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

TUGAS AKHIR
(KL 1327)

**INTERPRETASI ANOMALI MEDAN MAGNET
LOKAL DI PERAIRAN DESA REMEN JENU TUBAN :
BENTUK RANJAU LAUT**



R.SKe
538.7
Wib
6-1
2005

Oleh :

SULUNG WIBOWO
NRP : 4398.100.020

| PERPUSTAKAAN ITS | |
|---------------------|-----------|
| Tgl. Terima | 16-2-2005 |
| Terima Dari | H |
| No. Agenda Prp. | 221458 |

**JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2005**

LEMBAR PENGESAHAN

INTERPRETASI ANOMALI MEDAN MAGNET LOKAL DI PERAIRAN DESA REMEN JENU TUBAN : BENTUK RANJAU LAUT



Nama : Sulung Wibowo

Nrp : 4398.100.020

Surabaya,-.....- 2005

Mengetahui/Menytujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr. Mahmud Mustain, M.Sc
NIP. 131.869.967



Dwa Desa Warnana, Msi
NIP.132.256.270



Ketua Jurusan Teknik Kelautan

Ir. Imam Rochani, Msc
NIP.131.417.209

ABSTRAK

Sulung Wibowo

Dr.H.M.Mustain, Msc

Dwa Desa Warnana,Msi

Metode magnetik merupakan salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk mendeteksi adanya benda yang dapat berupa logam, mineral, minyak bumi dan bahan lainnya yang mempunyai sifat kemagnetan yang berada atau terpendam di dalam bumi maupun di bawah perairan. Untuk mengetahui posisi atau keberadaan suatu benda dengan menggunakan metode magnetik harus diketahui tingkat kemagnetan bahan tersebut (*susceptibility*). Salah satu aplikasi dari metode magnetik tersebut adalah pencarian model interpretasi magnetic untuk mengetahui posisi ranjau di bawah air. Dalam tugas akhir ini lokasi yang diambil adalah di Perairan Desa Remen, Jenu, Tuban tepatnya pada posisi $6^{\circ} 43' S$ dan $111^{\circ} 57' E$. Setelah mengetahui nilai suseptibilitas 0,2642, *inclination* -31,790 $^{\circ}$, *declination* 1,32 $^{\circ}$, *profile bearing* tiap *bearing* dari 0 $^{\circ}$, 14 $^{\circ}$, 21 $^{\circ}$, 29 $^{\circ}$, 74 $^{\circ}$, 90 $^{\circ}$, 151 $^{\circ}$, 166 $^{\circ}$, *geomagnetic filed parameters intensity* 44.712 nT, *reference height* 1 m, *maximum depth* 25 m, *station spacing* 1 dan *no of points* 100 kemudian baru dilakukan proses interpretasi anomali medan magnet menggunakan *software Mag2DC* untuk mengetahui bentuk 2 dimensi masing-masing bodi. Selanjutnya bodi-bodi akan digabungkan sesuai dengan sudut kemiringan (*bearing*) masing-masing dengan menggunakan *software AutoCAD* untuk mengetahui bentuk 3 dimensinya. Dari hasil interpretasi di atas kita dapat peroleh dimana posisi ranjau beserta kedalamannya, diameter ranjau, nilai suseptibilitasnya, bentuk 2 dimensi dari tiap kemiringan (*bearing*), bentuk 3 dimensinya dan jenis ranjau tersebut.

Kata-kata kunci : *magnetic, susceptibility, bearing, inclination, declination, profile bearing, geomagnetic filed parameters intensity, reference height, maximum depth, station spacing, no of point*.

Sulung Wibowo

Dr.H.M.Mustain, Msc

Dwa Desa Warnana,Msi

Magnetic method, a kind of geophysics method is used to explore subsurface resource such metal, minerals, oil, and the other minings by interpreting the earth magnetism field anomaly caused by the existence of it. To find a position or existence of it with magnetic method is known type susceptibility of material. One of magnetic method application is finding magnetic interpretation model to know position of sea mines in underwater. At final project the observation location were Tuban, Jenu, Remen Village Water exactly $6^{\circ} 43' S$ and $111^{\circ} 57' E$. after known susceptibility 0,2642, inclination -31,790 $^{\circ}$, declination 1,32 $^{\circ}$, profile bearing each bearing 0 $^{\circ}$, 14 $^{\circ}$, 21 $^{\circ}$, 29 $^{\circ}$, 74 $^{\circ}$, 90 $^{\circ}$, 151 $^{\circ}$, 166 $^{\circ}$, geomagnetic field parameters intensity 44.712 nT, reference height 1 m, maximum depth 25 m, station spacing 1 and no of points 100 than recognized process of magnetic field anomaly interpretation using Mag2DC software to found 2 dimension shapes each body. Next the bodies will be connected based on its each bearing by using AutoCAD software to know 3 dimension shape. And from our result of interpretation on top will be get where position and depth a seamine, seamine diameter, susceptibility value, shapes of 2 dimension each bearing, shapes of 3 dimension and type of seamine.

Key Words : *magnetic, susceptibility, anomaly, bearing, inclination, declination, profile bearing, geomagnetic filed parameters intensity, reference height, maximum depth, station spacing, no of points*.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdullilah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya, sholawat serta salam semoga tetap terlimpahkan atas Nabi Muhammad Sallallaahu 'Alaihi Wasallam sehingga penulis diperkenankan dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini mengambil judul: "**Interpretasi Anomali Medan Magnet Lokal di Perairan Desa Remen, Jenu, Tuban : Bentuk Ranjau Laut**".

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi sebagian persyaratan untuk menyelesaikan studi program sarjana (Strata-1) pada Jurusan Teknik Kelautan - Fakultas Teknologi Kelautan - Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Selama menjalani mengerjakan Tugas Akhir ini, banyak sekali pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis. Oleh karena itu, dengan hati yang penuh keikhlasan penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan yang maha esa, atas segala karunia yang diberikan kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. H. Imam Rochani, Msc, selaku Ketua Jurusan Teknik Kelautan.
3. Bapak Dr. Ir. Handayanu, Msc, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kelautan.
4. Bapak Dr. H. M. Mahmud Mustain, Msc, selaku Dosen Pembimbing I atas semua bimbingan, arahan, motivasi serta doa restunya.
5. Bapak Dwa Desa Warnana, Msi, selaku Dosen Pembimbing II atas semua bimbingan, arahan, motivasi serta doa restunya.

6. Kedua orang tua saya yang tercinta : Bapak Anton Isbandono dan Ibu Esther Martini atas semua dorongan fisik maupun rohani sejak penulis lahir hingga penulis menjadi sarjana bahkan sampai akhir hayat nanti.
7. Teman-teman di rumah Nanang, Imam, Syarif, Ririn dan teman-teman yang masih belum saya sebutkan atas dorongan fisik maupun rohani sampai penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhirnya.
8. Teman-teman kuliah Fonda 98, Rouf 98, Medi 98, Nuril 98, Didik 98, Nuril 98, Willy 98, Puguh 98, Agus 98, Rukmanul 99, Totok 2000, dan lainnya yang lupa belum saya sebutkan.
10. Semua Instansi yang telah memberikan bantuan kepada penulis seperti Lemlit ITS, Pertamina, Lab Geofisika ITS

Akhirnya penulis menyadari bahwa dalam pengerajan Tugas Akhir ini masih terdapat beberapa kekurangan. Oleh karena itu, penulis akan menerima dengan senang hati setiap masukan ataupun kritikan dari para pembaca yang bersifat membangun, dan semoga laporan Tugas Akhir ini akan memberikan manfaat bagi pengembangan IPTEK dalam pendidikan. Amin.

Wassalam

Surabaya, Juli 2004

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman muka

Lembar pengesahan

Abstrak

Kata pengantar

Daftar isi

Daftar tabel

Daftar gambar

Daftar lampiran

Isi tugas akhir

Daftar pustaka

Lampiran

| | |
|--------------------------|----------|
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| I.1 Latar belakang. | 1 |
| I.2 Perumusan masalah. | 2 |
| I.3 Tujuan. | 2 |
| I.4 Manfaat. | 3 |
| I.5 Batasan masalah. | 3 |

| | |
|---|----------|
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI | 4 |
| II.1 Tinjauan pustaka. | 4 |
| II.2 Landasan teori. | 6 |
| II.2.1 Prinsip Dasar Metode Magnetik | 6 |
| II.2.1.1 Gambaran Umum Medan Magnet | 6 |
| II.2.1.2 Gaya Magnet (Magnetic Force) | 8 |
| II.2.1.3 Kuat Medan Magnet | 9 |
| II.2.1.4 Momen Magnetik | 9 |
| II.2.1.5 Suseptibilitas Magnetik | 10 |
| II.2.1.5.1 Suseptibilitas Magnetik pada Batuan dan Mineral | 10 |
| II.2.1.5.2 Suseptibilitas Magnetik pada Logam | 12 |
| II.2.1.6 Intensitas Magnetisasi (Intensity of Magnetization) | 14 |
| II.2.1.7 Satuan Intensitas Magnetik | 15 |
| II.2.1.9 Induksi Magnetik (Magnetic Induction) | 15 |
| II.2.1.10 Hubungan Kuat Medan dan Induksi Magnetisasi (Hysteresis Loop) | 16 |
| II.2.2 Anomali Magnetik | 17 |
| II.2.3 Anomali Medan magnet | 18 |
| II.2.4 Kemagnetan pada Bumi | 21 |
| II.2.4.1 Komponen Magnet dan Sifat-sifatnya | 21 |
| II.2.4.2 Medan magnet Bumi | 22 |
| II.2.5 Kemagnetan pada batuan | 24 |
| II.2.5.1 Magnetisasi residual | 25 |

| | |
|--|-----------|
| II.2.6 Pengaruh Megnetik dari Bodi/Massa magnetik yang Terpendam | 27 |
| II.2.6.1 Umum | 27 |
| II.2.6.2 Metoda Analisis dan Perhitungan | 29 |
| II.2.6.3 Intensitas Vertikal dari Bodi yang Terpolarisasi Vertikal | 29 |
| II.2.6.4 Batang Magnet vertikal | 30 |
| II.2.6.5 Bentuk Bola | 31 |
| II.2.6.6 Silinder Horisontal | 33 |
| II.2.6.7 Silinder Vertikal | 34 |
| II.2.6.8 Struktur Pita Vertikal (Vertical Sheet) | 35 |
| II.2.7 Aplikasi Metode Magnetik untuk Eksplorasi Lepas Pantai | 36 |
| II.2.7.1 Metode Pelaksanaan Survey Magnetik | 36 |
| II.2.7.2 Kalibrasi Magnetometer | 38 |
| II.2.7.3 Akuisi Data Survey Magnetik | 40 |
| II.2.7.4 Proses Data Survey Magnetik | 41 |
| II.2.8 Ranjau Laut (<i>Sea Mines</i>) | 42 |
| BAB III METODOLOGI | 50 |
| III.1 Tahapan Pengerjaan | 50 |
| III.2 Flow Chart | 65 |
| BAB IV ANALISA DATA | 67 |
| IV. Analisa Data | 67 |

| | |
|--|------------|
| IV.1 Peta Lintasan Magnet Laut pada perairan Desa Remen- Jenu-Tuban | 67 |
| IV.2 Analisa Perhitungan Suseptibilitas Logam Model | 68 |
| IV.1.3 Model Logam | 68 |
| IV.1.4 Analisa Peta Anomali Magnet Lokal | 68 |
| IV.1.5 Analisa Data Kontur Anomali Magnetik Lokal | 71 |
| IV.1.6 Analisa Kurva Anomali Magnetik Lokal | 79 |
| IV.1.7 Analisa Kurva Hasil Pemodelan Anomali Magnetik Lokal | 83 |
| IV.1.8 Analisa Bentuk Bodi Hasil Interpretasi 2 Dimensi | 92 |
| IV.1.9 Analisa Bentuk Bodi Hasil Interpretasi 3 Dimensi | 96 |
| IV.2 Pembahasan | 98 |
| IV.2.1 Hubungan Kurva Observasi, Kurva Kalkulasi, dan Bodi Mag2DC Pada Peta Anomali Magnet Lokal | 98 |
| IV.2.2 Penentuan Jenis Ranjau Berdasarkan Model Anomali Medan Magnet Lokal | 100 |
| BAB V KESIMPULAN | 101 |
| V.1 Kesimpulan | 101 |
| V.2 Saran | 101 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

- 1. Lampiran A:** *Input software Mag2DC.*
- 2. Lampiran B:** *Output software Mag2DC.*
- 3. Lampiran C:** *Anomali Medan Magnet Lokal*

4. Lampiran D:Peta Lintasan Medan Magnet

5. Lampiran E:Peta Anomali Medan Magnet Lokal

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Nilai suseptibilitas batuan dan mineral (<i>Telford, 1990</i>) | 11 |
| Tabel 2.2 Data beberapa jenis Moored Mines milik Jerman dari 1991 sampai 1939 (<i>RegiaMaria, 1996-2004</i>) | 44 |
| Tabel 4.1 Data kontur anomali magnetik garis-1 | 71 |
| Tabel 4.2 Data kontur anomali magnetik garis-2 | 72 |
| Tabel 4.3 Data kontur anomali magnetik garis-3 | 73 |
| Tabel 4.4 Data kontur anomali magnetik garis-4 | 74 |
| Tabel 4.5 Data kontur anomali magnetik garis-5 | 75 |
| Tabel 4.6 Data kontur anomali magnetik garis-6 | 76 |
| Tabel 4.7 Data kontur anomali magnetik garis-7 | 77 |
| Tabel 4.8 Data kontur anomali magnetik garis-8 | 78 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Garis-garis gaya magnet disekitar batang magnet pada kutub A dan kutub B (<i>Dobrin, 1981</i>) | 7 |
| Gambar 2.2 Dua kutub magnet yang mempunyai kekuatan P_0 dan P yang terpisah dengan jarak r (<i>Sharma, 1997</i>) | 8 |
| Gambar 2.3 Induksi Magnetik (<i>Setiadewi, 2002</i>) | 16 |
| Gambar 2.4 Hysteresis Loop (<i>Telford, 1990</i>) | 17 |
| Gambar 2.5 Anomali medan magnet dengan Inklinasi 90^0 (<i>Setiadewi, 2002</i>) | 18 |
| Gambar 2.6 Komponen-komponen magnetik (<i>Telford, 1990</i>) | 21 |
| Gambar 2.7 Peta Deklinasi untuk model medan magnet tahun 1995 (<i>Setiadewi, 2002</i>) | 23 |
| Gambar 2.8 Pengujian kemagnetan pada benda yang terpendam (<i>Setiadewi, 2002</i>) | 28 |
| Gambar 2.9 Medan magnet vertikal dari kutub negatif yang terisolasi (<i>Dobrin, 1981</i>) | 30 |
| Gambar 2.10 Intensitas vertikal dari batang magnet terpendam (<i>Dobrin, 1981</i>) | 31 |
| Gambar 2.11 Anomali magnetik vertikal dari bola dengan kedalaman pusat z (<i>Dobrin, 1981</i>) | 32 |
| Gambar 2.12 Estimasi medan magnet vertikal dari silinder vertikal yang terpendam (<i>Dobrin, 1981</i>) | 34 |
| Gambar 2.13 Medan magnet vertikal dari pita vertikal (<i>Dobrin, 1981</i>) | 35 |
| Gambar 2.14 Trimble yang dipasang di Kapal dan di darat (<i>PPGL, 2004</i>) | 38 |
| Gambar 2.15 Magnetometer (<i>PPGL, 2004</i>) | 39 |

| | |
|---|----|
| Gambar 2.16 Komputer yang digunakan untuk navigasi kapal survey (PPGL, 2004) | 40 |
| Gambar 2.17 Gambar tipe ranjau berdasarkan cara kerjanya (Hartmann, G.K dan Truver, 1991) | 43 |
| Gambar 2.18 Gambar Old Moored Mine buatan Jerman (Hartmann, G.K dan Truver, 1991) | 45 |
| Gambar 2.19 Gambar salah satu tipe Moored Mine (Military Parade JCS, 1998) | 46 |
| Gambar 2.20 Gambar Bottom Mines tipe MDM-6 (Military Parade JCS, 1998) | 47 |
| Gambar 2.19 Gambar Drifting Mines di atas Kapal Ligh Cruiser (RegiaMaria, 1996-2004) | 48 |
| Gambar 2.20 Gambar Self-Propeller Mine (Military Parade JCS, 1998) | 49 |
| Gambar 3.1 Tampilan program Mag2DC | 51 |
| Gambar 3.2 Peta anomali magnetik lokal (PPGL, 2003) | 52 |
| Gambar 3.3 Kapal KM Tonda PK 10 saat melakukan survey (PPGL, 2004) | 53 |
| Gambar 3.4 Contoh input data kontur anomali yang diobservasi pada notepad | 56 |
| Gambar 3.5 Input parameter dalam pemodelan | 57 |
| Gambar 3.6 Memilih input data observasi dalam file.dta | 58 |
| Gambar 3.7 Kurva hasil input data kontur anomali yang diobservasi | 59 |
| Gambar 3.8 Hasil input setelah model dimodelkan | 59 |
| Gambar 3.9 Proses untuk menampilkan bentuk kurva yang baik | 60 |
| Gambar 3.10 Proses iterasi dengan cara memilih inversion | 61 |



| | |
|---|----|
| Gambar 3.11 Tampilan kurva yang baik dengan error yang kecil | 61 |
| Gambar 3.12 Proses penyimpanan hasil pemodelan Mag2DC | 62 |
| Gambar 3.13 Proses pemanggilan kembali hasil pemodelan yang sudah disimpan | 62 |
| Gambar 3.14 Proses untuk menampilkan out put pemodelan Mag2DC | 63 |
| Gambar 3.15 Diagram alir dalam pemodelan dengan software Mag2DC | 65 |
| Gambar 3.16 Diagram alir dalam penggerjaan tugas akhir | 66 |
| Gambar 4.1 Lokasi peta lintasan magnet laut di Perairan Desa Remen, Jenu, Tuban | 67 |
| Gambar 4.2 Peta anomali medan magnet lokal | 69 |
| Gambar 4.3 Peta anomali medan magnet lokal yang ditinjau | 70 |
| Gambar 4.4 Kurva anomali magnetik garis Ke-1 | 79 |
| Gambar 4.5 Kurva anomali magnetik garis Ke-2 | 79 |
| Gambar 4.6 Kurva anomali magnetik garis Ke-3 | 80 |
| Gambar 4.7 Kurva anomali magnetik garis Ke-4 | 80 |
| Gambar 4.8 Kurva anomali magnetik garis Ke-5 | 81 |
| Gambar 4.9 Kurva anomali magnetik garis Ke-6 | 81 |
| Gambar 4.10 Kurva anomali magnetik garis Ke-7 | 82 |
| Gambar 4.11 Kurva anomali magnetik garis Ke-8 | 82 |
| Gambar 4.12 Kurva dan bodi hasil pemodelan dengan Mag2DC garis-1 | 84 |
| Gambar 4.13 Kurva dan bodi hasil pemodelan dengan Mag2DC garis-2 | 85 |
| Gambar 4.14 Kurva dan bodi hasil pemodelan dengan Mag2DC garis-3 | 86 |
| Gambar 4.15 Kurva dan bodi hasil pemodelan dengan Mag2DC garis-4 | 87 |
| Gambar 4.16 Kurva dan bodi hasil pemodelan dengan Mag2DC garis-5 | 88 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 4.17 Kurva dan bodi hasil pemodelan dengan Mag2DC garis-6 | 89 |
| Gambar 4.18 Kurva dan bodi hasil pemodelan dengan Mag2DC garis-7 | 90 |
| Gambar 4.19 Kurva dan bodi hasil pemodelan dengan Mag2DC garis-8 | 91 |
| Gambar 4.20 Grafik bodi ke-1 dari Mag2DC | 92 |
| Gambar 4.21 Bentuk bodi ke-2 dari Mag2DC | 92 |
| Gambar 4.22 Bentuk bodi ke-3 dari Mag2DC | 93 |
| Gambar 4.23 Bentuk bodi ke-4 dari Mag2DC | 93 |
| Gambar 4.24 Bentuk bodi ke-5 dari Mag2DC | 94 |
| Gambar 4.25 Bentuk bodi ke-6 dari Mag2DC | 94 |
| Gambar 4.26 Bentuk bodi ke-7 dari Mag2DC | 95 |
| Gambar 4.27 Bentuk bodi ke-8 dari Mag2DC | 95 |
| Gambar 4.28 Bentuk bodi 3 dimensi pada anomali lokal pendangan atas | 96 |
| Gambar 4.29 Bentuk bodi 3 dimensi pada anomali lokal pandangan samping | 97 |
| Gambar 4.30 Jenis ranjau laut Old Moored Mine | 101 |

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A: *Input software Mag2DC*

Lampiran B: *Output software Mag2DC*

Lampiran C: Anomali Medan Magnet Lokal

Lampiran D: Peta Lintasan Medan Magnet

Lampiran E: Peta Anomali Medan Magnet Lokal

BAB I

PENDAHULUAN



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia, yang terletak pada posisi geostrategis di kawasan segitiga Asia – Pasifik – Australia. Perkembangan industri eksplorasi dan eksploitasi lepas pantai serta wilayah pesisir telah mengalami perkembangan pesat. Dengan perkembangan tersebut tentunya harus diikuti dengan pengetahuan tentang geologi kelautan (geofisik, geoteknik, dan lain-lain). Perkembangan hingga ke perairan lepas pantai yang semakin dalam menuntut pengetahuan tentang geologi dan lapisan-lapisan dibawahnya. Dalam perencanaan lokasi instalasi struktur lepas pantai atau perencanaan pelabuhan perlu diperhatikan keadaan dasar laut di lokasi tersebut. Hal ini untuk menghindari kerusakan yang terjadi dari bawah laut seperti terjadinya patahan dan pergeseran dasar laut atau ledakan yang terjadi dari bekas-bekas ranjau yang masih tersisa sekian ratus tahun yang lalu di lokasi instalasi struktur lepas pantai. Oleh karena itu penggunaan metode geofisika (*geophysics methods*) sangat penting dalam analisa geologi.

Metode geofisik ini meliputi metode gravitasi, metode magnetik, dan metode seismik (Dobrin, 1960). Metode magnetik prosesnya dilakukan dengan mengukur secara langsung dengan presisi tinggi nilai dari variasi kemagnetan bumi. Selanjutnya membandingkan variasi kuat medan magnet dilapangan dengan medan secara keseluruhan dari bumi. Berdasarkan hasil perbandingan tersebut akan terdeteksi terjadinya penyimpangan (*anomaly*) yang hasilnya dapat diterjemahkan



sebagai adanya benda/obyek yang ditinjau, dalam hal ini adalah keberadaan posisi ranjau di lokasi. Data ranjau dicocokkan berdasarkan pada peta lokasi ranjau yang sudah diketahui oleh pihak yang berwenang (PERTAMINA) di parairan Tuban. Hasil dari analisa data di atas didapat posisi ranjau dan kedalaman, suseptibilitas, bentuk 2 dimensi dari tiap bearing, bentuk 3 dimensi model, dan jenis ranjau yang ditinjau.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mendapatkan model 2 dimensi dari anomali medan magnet lokal dengan profile bearing tertentu di area studi ?
2. Bagaimana mendapatkan model 3 dimensi dari anomali medan magnet lokal tersebut ?
3. Bagaimana mendapatkan jenis model interpretasi bentuk 3 dimensi yang disesuaikan oleh data variasi ranjau yang ada ?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang hendak dicapai adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan model 2 dimensi dari anomali medan magnet lokal dengan profile bearing pada area studi.
2. Mendapatkan model 3 dimensi dari anomali medan magnet lokal tersebut.
3. Mendapatkan jenis model interpretasi bentuk 3 dimensi yang disesuaikan oleh data variasi ranjau yang ada.



1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari Tugas Akhir ini adalah dapat mengetahui dan memahami konsep dasar serta rumusan matematis dalam interpretasi anomali medan magnet secara umum, mendapatkan data yang jelas tentang lokasi yang ditinjau yaitu di Perairan Desa Remen, Jenu ,Tuban untuk kepentingan instalasi, serta mengetahui metode alternatif yang lain dalam interpretasi anomali medan magnet. Di samping itu, hasil dari pengerjaan Tugas Akhir ini diharapkan dapat digunakan sebagai metode alternatif bagi perusahaan minyak (*oil company*) dalam menentukan lokasi instalasi struktur di perairan Tuban dan perusahaan perencana pengembangan wilayah pesisir. Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai referensi dalam proses kegiatan perkuliahan mahasiswa di Jurusan Teknik Kelautan ITS.

1.6 Batasan Masalah

Dalam pelaksanaan penelitian ini, segera nantinya didapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian, dan untuk mempersempit permasalahan dan mempermudah perhitungan, maka dalam Tugas Akhir ini diberikan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian dilakukan di Perairan Desa Remen, Jenu, Tuban..
2. Karena panjangnya lokasi penelitian, penulis membatasi daerah penelitian pada daerah tertentu yaitu pada posisi $6^{\circ} 43' S$ dan $111^{\circ} 57' E$.
3. Untuk menginterpretasikan model 2 dimensi dari anomali medan magnet digunakan software Mag2DC.
4. Untuk menginterpretasikan model 3 dimensi digunakan software AutoCAD.
5. Data yang dianalisa dalam bentuk data sekunder yaitu data kontur anomali.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

II.1. Tinjauan Pustaka

Pemetaan dengan menggunakan metode geofisika digunakan untuk melihat proses tektonik dan geologi dengan melihat hubungan antara parameter-parameter fisiknya. Metode geofisika yang umum dilakukan untuk penyelidikan kelautan adalah seismic pantul (*reflection*), seismic bias (*refraction*), gaya berat (*gravity*), magnetik dan aliran panas (*heat flow*).

Metode magnetik adalah salah satu dari metode geofisika, yang mana prinsip utama dari metode ini hanya memberikan informasi tentang kedalaman dari basement rock, menentukan lokasi dan penyebaran cekungan sedimen, sehingga nantinya akan dapat diperkirakan ketebalan sedimennya. Metode magnetik adalah metode yang memanfaatkan sifat magnetisme batuan untuk membedakan dengan lingkungan sekitarnya, sehingga dapat diketahui suseptibilitas dari batuan. Jadi berdasarkan nilai suseptibilitas tersebut, maka dapat diketahui jenis batuan yang terkandung dalam suatu lokasi tertentu (*Sulistiono, 2001*). Sedangkan pada eksplorasi mineral logam, metode magnetik dapat langsung digunakan untuk prospecting, karena material logam memberikan efek magnetik yang jauh lebih kuat daripada batuan sedimen di sekitarnya (*Wahyudi, 1997*).





Metode magnetik, prosesnya dilakukan dengan mengukur secara langsung dengan presisi tinggi nilai dari variasi kemagnetan bumi. Selanjutnya membandingkan variasi kuat medan magnet di lapangan dengan medan secara keseluruhan dari bumi. Berdasarkan hasil perbandingan tersebut akan terdeteksi terjadinya penyimpangan (*anomaly*) yang hasilnya dapat diterjemahkan sebagai adanya struktur geologi lokal. Metode magnetik dapat digunakan pada pekerjaan dengan wilayah studi yang luas, seperti untuk estimasi bentuk cekungan sedimen yang mencapai beberapa kilometer tebal sedimennya.

Semua penyelidikan geomagnet di lautan menggunakan *Proton Magnetometer*. Sensor ditarik dari belakang kapal pada jarak yang cukup jauh untuk menghindari pengaruh benda magnetik di kapal, yaitu 100 – 300 meter. Survey biasanya dilaksanakan serentak bersama-sama dengan survey seismik atau gravity dengan kombinasi dua metode tersebut diatas.

Dalam survey geomagnet, intensitas medan magnet bumi yang diukur tidak selamanya konstan, tetapi akan selalu mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Perubahan tersebut cenderung mulus dan naik turun dalam periode 24 jam. Amplitudonya dalam order 100 gamma (tidak begitu besar), tetapi dapat menyebabkan terjadinya penyimpangan pola medan magnet. Efek tersebut disebut variasi harian (*journal variation*), yang harus diperhitungkan dan diukur untuk mendapatkan anomali magnet (*Arifin, L, 2000*).



II.2. Landasan Teori

II.2.1. Prinsip Dasar Metode Magnetik

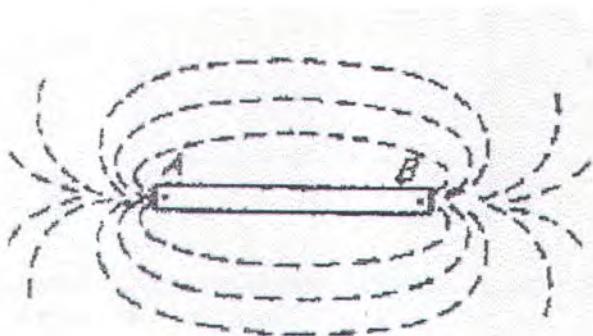
Kita tahu bahwa bumi merupakan benda magnetik. Apabila bumi berbentuk bulat pepat dan homogen, mungkin tidak akan menimbulkan masalah. Garis-garis gaya magnet secara homogen akan melintas dari kutub utara ke kutub selatan yang berlawanan secara ideal sebagai bola magnet biasa (*Telford, 1990*). Akan tetapi kenyataannya bumi tidak bulat dan juga tidak homogen, salah satu penyebab ketidakhomogenan bumi adalah perbedaan sifat material bahan penyusunnya. Bentuk bumi yang demikian disebabkan karena terjadinya pemipihan di kedua kutubnya, serta bahan penyusunnya tidak homogen yang dapat mengakibatkan pola-pola tertentu serta perubahan pada garis gaya magnet. Penyimpangan –penyampangan seperti itu disebut anomali geomagnet.

II.2.1.1. Gambaran Umum Medan Magnet

Magnet adalah suatu benda atau massa dari material besi ataupun material lain yang mempunyai kekuatan untuk menarik atau menolak benda atau massa lain yang sejenis. Timbulnya sifat magnetik pada suatu benda dapat kita lihat pada saat kita menaburkan serbuk besi di atas kertas secara random dan di bawah kertas tersebut diletakkan sebatang magnet sederhana, maka dengan sendirinya serbuk besi tersebut akan terorientasi membentuk garis atau kurva yang menghubungkan ujung batang magnet yang satu dengan ujung yang lainnya. Garis-garis tersebut disebut sebagai garis-garis gaya, sedangkan titik di dekat ujung batang magnet tempat munculnya garis gaya disebut dengan kutub magnet (*Dobrin, 1981*).



Kejadian tersebut dapat kita lihat pada gambar berikut ini :



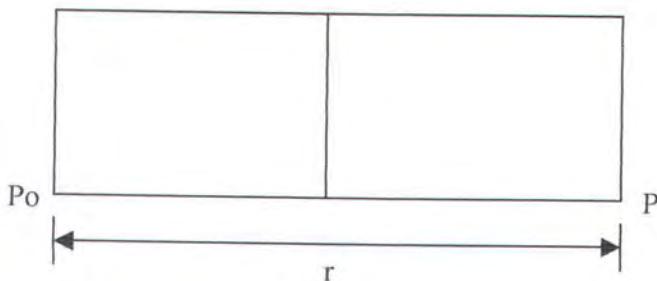
Gambar 2.1 Garis-garis gaya magnet di sekitar batang magnet pada kutub A dan kutub B (*Dobrin, 1981*).

Pengaruh pada batang di atas dapat mengalami perubahan jika pengaruh garis gaya magnet bumi berubah terhadap posisi. Apabila magnet batang diputar pada porosnya, maka akan mengalami rotasi secara bebas pada semua arah sepanjang bidang bumi. Salah satu kutub magnet akan menunjukkan arah kutub utara bumi. Kutub magnet yang mendekati kutub utara biasanya disebut sebagai kutub positif (x) dan kutub selatan disebut sebagai kutub negatif (y).



II.2.1.2. Gaya Magnet (*Magnetic Force*)

Apabila ada dua kutub yang mempunyai kekuatan P_0 dan P diletakkan secara terpisah pada jarak r seperti gambar berikut :



Gambar 2.2 Dua kutub magnet yang mempunyai kekuatan P_0 dan P yang terpisah dengan jarak r (*Sharma, 1997*).

Maka diantara dua kutub tersebut akan terjadi gaya tarik-menarik atau tolak-menolak yang besarnya adalah sebagai berikut :

$$F = \frac{m_1 m_2}{\mu r^2} \hat{r}_1 \quad \dots \dots \dots \quad (2.1)$$

dimana :

F = Gaya tolak-menolak atau tarik-menarik magnet (N) dalam SI

m_1, m_2 = Kekuatan kutub magnet (Am) dalam SI

r = Jarak antara dua kutub magnet (m) dalam SI

μ = permitivitas medium (1 = udara dan ruang hampa)

\hat{r}_1 = vektor satuan (m)



II.2.1.3 Kuat Medan Magnet

Medan magnet adalah bidang yang dilalui oleh kutub magnet dengan jarak tertentu. Besarnya kuat medan magnet (H) pada suatu titik yang disebabkan oleh kekuatan kutub P dengan jarak r adalah,(Pranowo, 1997)

$$H = \frac{F}{m'} \quad \dots \dots \dots \quad (2.2)$$

$$H = \frac{m}{\mu r^2} F \quad \dots \dots \dots \quad (2.3)$$

Dimana :

m' = Kutub semu magnetik

H = Kuat medan magnet (A/m) dalam SI

II.2.1.4 Momen Magnetik

Kutub magnet selalu berpasangan dan merupakan pasangan kutub yang mendasar, jika kutub-kutub tersebut terpisah sejauh L , maka persamaan momen magnetik adalah sebagai berikut :

$$M = m_1 \cdot L \cdot r_1 \quad \dots \dots \dots \quad (2.4)$$

$$= \mu \cdot r_1$$

Dimana :

M = Momen magnetik

L = Jarak antar kutub (m)



II.2.1.5 Suseptibilitas Magnetik

II.2.1.5.1 Suseptibilitas Magnetik pada Batuan dan Mineral

Suatu batuan mempunyai sifat magnetik yang penting yaitu suseptibilitas (*susceptibility*). suseptibilitas magnetik menunjukkan kemampuan suatu benda untuk termagnetisasi oleh medan magnet.

$$k = \frac{I}{H} \quad \dots \dots \dots \quad (2.5)$$

respon magnetik batuan dan mineral ditentukan oleh jumlah material magnetik yang dikandungnya. Harga suseptibilitas (k) semakin besar jika jumlah mineral magnetik yang dikandung material semakin tinggi. Suseptibilitas batuan dapat diukur di laboratorium maupun langsung di lapangan pada daerah singkapan (*outotrop*). Suseptibilitas magnetik dari batuan tergantung pada prosentase volume magnetik dimana material ferrimagnetik mempunyai nilai suseptibilitas yang tinggi. Batuan beku dan metamorf mempunyai suseptibilitas tinggi bila dibandingkan dengan batuan sedimentasi. Hal ini disebabkan kemagnetan batuan sedimen cukup kecil sehingga kenampakkan struktur yang dibatasi pada bagian sedimentasi itu renggang dan kelihatan profil magnetiknya. Kejadian seperti inilah yang menjadi alasan digunakannya metode magnetik untuk eksplorasi lepas pantai.



Tabel 2.1 Nilai Suseptibilitas Batuan dan Mineral (*Telford, 1990*)

| Type | Susceptibility $\times 10^3$ (SI) | Average |
|--------------------|-----------------------------------|---------|
| | Range | |
| Sedimentary | | |
| Dolomite | 0-0.9 | 0.1 |
| Limestone | 0-3 | 0.3 |
| Sandstone | 0-20 | 0.4 |
| Shales | 0.01-15 | 0.6 |
| Av 48 sedimentary | 0-18 | 0.9 |
| Metamorphic | | |
| Amphibolite | | 0.7 |
| Schist | 0.3-3 | 1.4 |
| Phyllite | | 1.5 |
| Gneiss | 0.1-25 | |
| Quartzite | | 4 |
| Serpentine | 3-17 | |
| Slate | 0-35 | 6 |
| Av 61 metamorphic | 0-70 | 4.2 |
| Igneous | | |
| Granite | 0-50 | 2.5 |
| Rhyolite | 0.2-35 | |
| Dolomite | 1-35 | 17 |
| Augite-syenite | 30-40 | |
| Olivine-diabase | | 25 |
| Diabase | 1-160 | 55 |
| Porphyry | 0.3-200 | 60 |
| Gabbro | 1-90 | 70 |
| Basalts | 0.2-175 | 70 |
| Diorite | 0.6-120 | 85 |
| Pyroxenite | | 125 |
| Peridotite | 90-200 | 150 |
| Andesite | | 160 |
| Av. Acidic igneous | 0-80 | 8 |
| Av. Basic igneous | 0.5-97 | 25 |
| Minerals | | |
| Graphite | | 0.1 |
| Quartz | | -0.01 |
| Rock salt | | -0.01 |
| Anhydrite, gypsum | | -0.01 |
| Calcite | -0.001 - 0.01 | |
| Coal | | 0.02 |
| Clays | | 0.2 |
| Chalcopyrite | | 0.4 |
| Sphalerite | | 0.7 |
| Cassiterite | | 0.9 |
| Sideterite | 1-4 | |
| Pyrite | 0.05-5 | 1.5 |
| Limonite | | 2.5 |
| Arsenopyrite | | 3 |
| Hematite | 0.5-35 | 6.5 |
| Chromite | 3-110 | 7 |
| Franklinite | | 430 |
| Pyrrhotite | 1-6000 | 1500 |
| Ilmenite | 300-3500 | 1800 |
| Magnetite | 1200-19200 | 6000 |



II.2.1.5.2 Suseptibilitas Magnetik pada Logam

a. Paramagnetisme

Bahan ini merupakan bahan yang memiliki suseptibilitas magnetik χ_m yang positif, dan sangat kecil. Paramagnetisme muncul dalam bahan yang atom-atomnya memiliki momen magnetic permanent yang berinteraksi satu sama lain secara sangat lemah. Apabila tidak terdapat medan magnetik luar, momen magnetic ini akan berorientasi acak. Dengan daya medan magnetik luar, momen magnetik ini cenderung menyebar sejajar dengan medannya, tetapi ini tidak dilawan oleh kecenderungan momen untuk berorientasi acak akibat gerakan termalnya. Perbandingan momen yang menyebar dengan medan ini bergantung pada kekuatan medan dan pada temperaturnya. Pada medan magnetik luar yang kuat pada temperatur yang sangat rendah, hampir seluruh momen akan disearahkan dengan medannya.

b. Ferromagnetik

Bahan ferromagnetik merupakan bahan yang memiliki nilai suseptibilitas magnetik χ_m positif, sangat tinggi. Pada dasarnya ferromagnetik muncul pada besi murni, kobalt, dan nikel serta paduan logam-logam ini. Sifat ini juga dimiliki oleh gadolinium, dysprosium, dan beberapa senyawa lain. Dalam bahan-bahan ini sejumlah kecil medan magnetik luar dapat menyebabkan derajat penyebaran yang tinggi pada momen dipole magnetik atomnya. Dalam beberapa kasus, penyebaran ini dapat bertahan sekalipun medan magnetnya telah hilang. Ini terjadi karena momen dipole magnetik atom dari bahan-bahan ini mengerahkan gaya-gaya yang kuat pada atom tetangganya sehingga dalam daerah ruang yang sempit momen ini

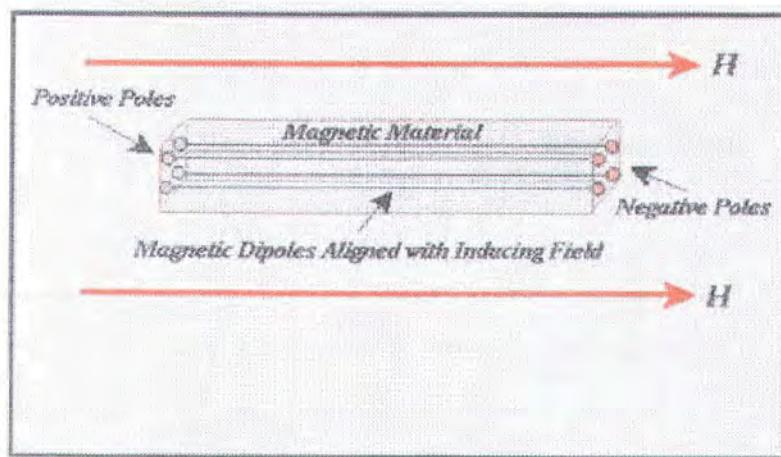


disearahkan satu sama lain sekalipun medan luarnya tidak ada lagi. Daerah ruang tempat momen dipole magnetik disearahkan ini disebut daerah magnetik.

c. Diamagnetik

Bahan diamagnetik merupakan bahan yang memiliki nilai suseptibilitas χ_m negatif dan sangat kecil. Sifat diamagnetik ditentukan oleh Faraday pada tahun 1846 ketika ia mengetahui bahwa sekeping bismuth ditolak oleh kedua kutub magnet, yang memperlihatkan bahwa medan luar dari magnet tersebut menginduksikan suatu momen magnetik pada bismuth dalam arah yang berlawanan dengan medan magnet tersebut.

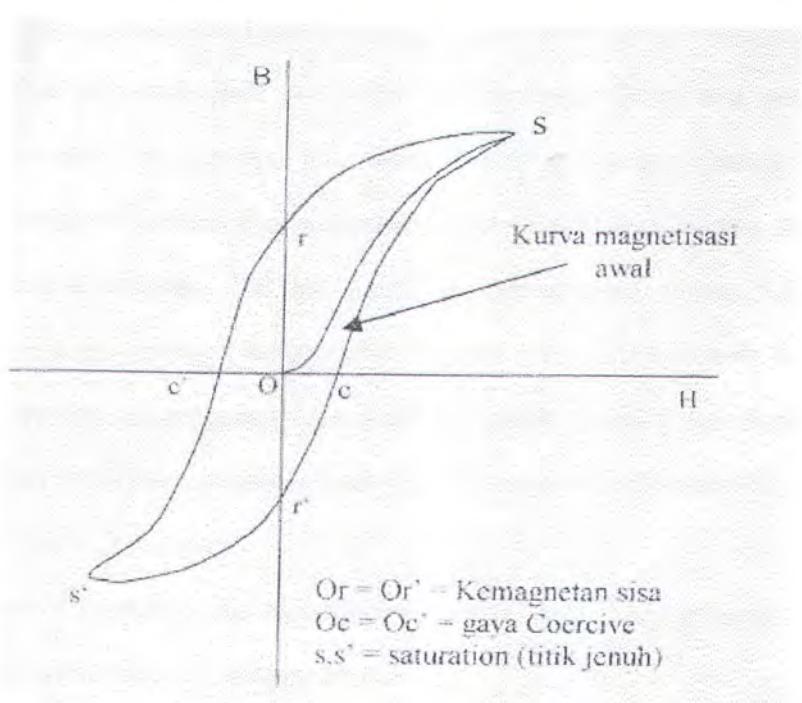
Atom dengan struktur elektron kulit tertutup memiliki momentum sudut total sama dengan nol dan dengan demikian tidak ada momen magnetik permanen totalnya. Bahan-bahan yang memiliki atom yang demikian misalnya bismuth yang merupakan bahan diamagnetik. Sebagaimana yang akan kita lihat kemudian, momen magnetik induksi yang menyebabkan diamagnetik memiliki besar orde 10^{-5} magneton Bohr. Karena nilai ini jauh lebih rendah dari pada momen magnetik permanent atom-atom bahan-bahan paramagnetik dan ferromagnetik, yang tidak memiliki struktur kulit tertutup, pengaruh diamagnetik pada atom-atom ditutupi oleh penyebaran momen magnetik permanent. Akan tetapi, karena penyebaran ini menurun terhadap temperatur, semua bahan secara teoritis bersifat diamagnetik pada temperatur yang cukup tinggi.



Gambar 2.3 Induksi magnetik (Setiadewi, 2002).

II.2.1.9 Hubungan Kuat Medan dan Induksi Magnetisasi (*Hysteresis Loop*)

Kemagnetan dalam suatu material dapat digambarkan sebagai suatu kurva antara kuat medan magnet (H) dan induksi magnetisasi (B). Apabila harga kuat medan magnet (H) semakin besar, maka harga induksi magnetisasi (B) akan ikut naik sampai terjadi kejemuhan. Dan jika harga H turun, maka harga B juga ikut turun tetapi tidak melalui kurva pertama, sehingga pada saat harga H pada titik nol tetapi tetapi harga B masih positif (tidak berada pada posisi nol) disebut kemagnetan sisa (*residual magnetism*). Untuk membuat harga B menjadi nol, maka dibutuhkan harga H yang negatif sebesar yang disebut *coersive force*. Jika harga H dibuat lebih negatif lagi, maka harga B juga semakin negatif sampai akhirnya terjadi kejemuhan.

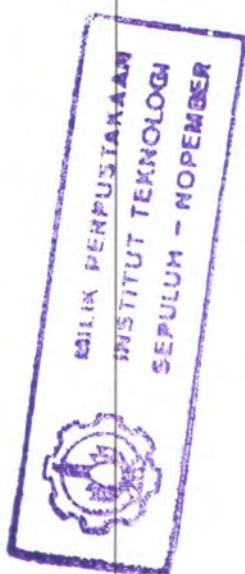
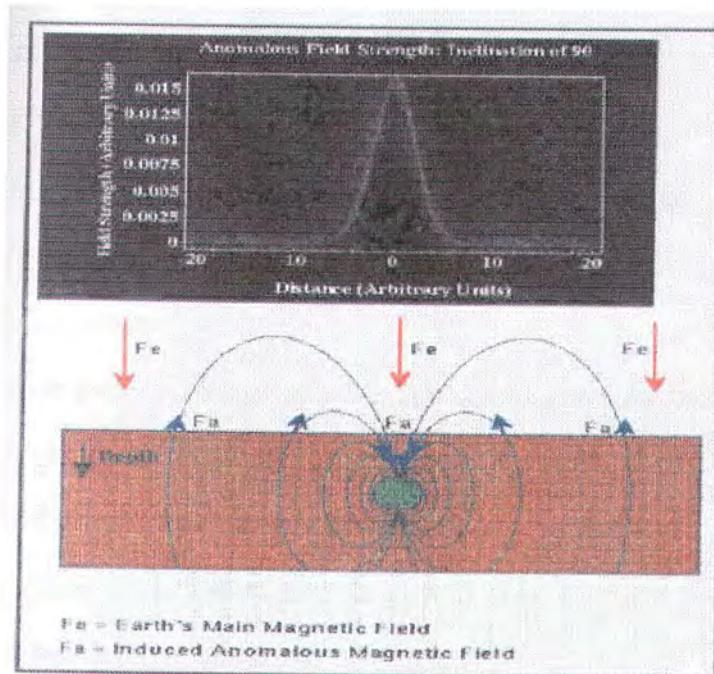


Gambar 2.4 Hysteresis Loop (*Telford, 1990*)

II.2.2 Anomali Magnetik

Anomali magnetik disebabkan oleh adanya anomali medan magnet yang disebabkan oleh pengaruh batuan yang berada disekitarnya (*Sulistiono, D, 2001*).

Pada kutub utara magnet, bidang utama magnetik bumi, Fe, ditunjukkan dengan anak panah ke arah bawah. Karena lapisan terbenam (*burried sphere*) terdiri dari beberapa material dengan suseptibilitas yang tidak nol, bidang utama magnetik bumi juga menghasilkan bidang magnetik terinduksi. Garis-garis bidang anomali yang menghubungkan bidang terinduksi ini ditunjukkan dengan garis hitam, dengan magnitude dan arah anomali bidang terinduksi (*induced anomalous field*), F_a , pada permukaan dari bumi ditunjukan dengan panah biru.



Gambar 2.5 Anomali Medan Magnet dengan inklinasi 90° (Setiadewi, 2002).

Total bidang yang kuat akan tercatat pada *Proton Precession Magnetometer*, dan selanjutnya akan dijumlahkan dengan bidang utama (**Fe**), dan bidang anomali terinduksi (**Fa**).

II.2.3. Anomali Medan Magnet

Medan magnet bumi tidak konstan, tetapi dapat berubah secara periodik terhadap waktu dan juga berubah tidak periodik (Arifin, L, 2000). Perubahan secara periodik meliputi :

- a. Variasi sekuler yaitu variasi medan magnet utama dengan periodesitas sekitar 960 tahun.
- b. Variasi tahunan, variasi seperti ini biasanya dalam aplikasi magnet bumi diabaikan.



- c. Variasi harian yaitu variasi dengan periode waktu 24 jam, range 20 gamma bervariasi sesuai ketinggian dan musim yang dikontrol oleh aktifitas matahari dan arus listrik pada ionosfer.

Struktur yang ada di dalam bumi baik material maupun batuan dapat dipastikan mendapat pengaruh medan magnet dari bumi. Sehingga besar dan arah polarisasi sering ditentukan oleh medan magnet bumi pada saat ini. Ketiak medan magnet bumi mengalami perubahan, magnetisasi yang terjadi juga akan ikut berubah. Tetapi ada juga material yang tetap menyimpan magnetisasinya yang diterima dari bumi, sehingga akan menunjukkan magnetisasi yang tidak sama dengan medan magnet bumi pada saat ini. Anomali medan magnet dapat diartikan sebagai suatu perubahan dari medan magnet suatu material yang diperoleh dari magnet sisa yang terdapat pada material tersebut terhadap medan magnet batuan yang ada disekitarnya. Anomali tersebut menunjukkan adanya jenis material yang terkandung pada suatu daerah tertentu. Nilai anomali dapat diperoleh dengan cara melakukan survey.

Menurut Telford, dkk.(1990), anomali magnetik dibagi menjadi dua macam, yaitu:

- a. Anomali Positif (+)

Yaitu anomali yang momen magnetiknya tidak sama dengan nol jika magnet luar adalah nol, sehingga nilai suseptibilitasnya adalah positif. Unsur yang mengandung anomali ini disebut sebagai paramagnetik, misalnya besi, nikel, kobal, dan sebagainya.



b. Anomali Negatif (-)

Yaitu anomali batuan yang pengaruh medannya berlawanan dengan medan dari luar, sehingga suseptibilitasnya bernilai negatif. Unsur yang mengandung anomali seperti ini disebut sebagai unsur diamagnetik, misalnya minyak bumi.

Sedangkan menurut Sharma (1997), anomali medan magnet secara sederhana merupakan hasil pengurangan antara medan magnet total (hasil koreksi sementara) dengan magnet dari data.

$$\Delta T = F_{obs} - F_r \dots \dots \dots \dots \dots \quad (2.6)$$

Dimana :

ΔT = Medan magnet total dari anomali geomagnet

F_{obs} = Medan magnet total dari observasi

F_r = Medan magnet dari data yang selalu direvisi setiap lima tahun

Pada umumnya peta anomali magnetik mencerminkan karakteristik struktur yang terletak di bawah dasar laut yang dicirikan dengan kontur (*closure*). Apabila nilai anomali adalah negatif atau rendah, maka diduga berbentuk cekungan. Sedangkan jika kontur anomali bernilai positif, maka ditafsirkkan sebagai struktur tinggi di dasar laut.

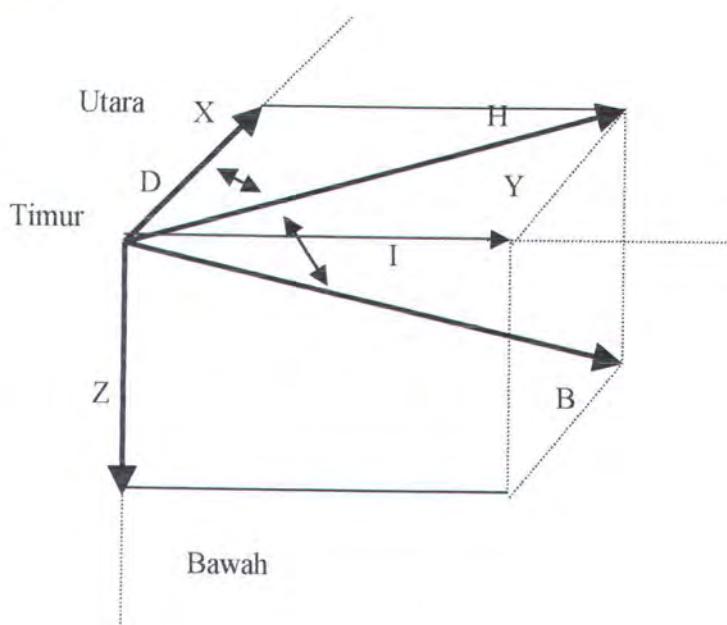


II.2.4 Kemagnetan pada Bumi

Bumi mempunyai kutub magnetik yang besar dengan kutub magnetik utara dan selatan yang terletak kira-kira pada 75° LU, 101° BB, dan 67° LS, 143° BT. Pusat dua kutub ini bergeser kira-kira 750 mil dari pusat geometris bumi dan sumbunya miring 18° terhadap diameter kutub-kutub bumi.

II.2.4.1 Komponen Magnet dan Sifat-sifatnya

Pada setiap titik di permukaan bumi, jarum magnet bergerak bebas ke suatu arah dengan poros di pusatnya, dan arah jarum magnet tersebut adalah merupakan arah dari medan magnet bumi F pada titik tersebut. Arah ini akan membentuk sudut dengan vertikal, serta proyeksi horisontalnya akan membentuk sudut dengan arah Utara – Selatan. Sudut yang dibentuk oleh F dengan komponen horinsontal H , adalah inklinasi, I , sedangkan sudut yang dibentuk oleh H dengan X , adalah deklinasi, D .



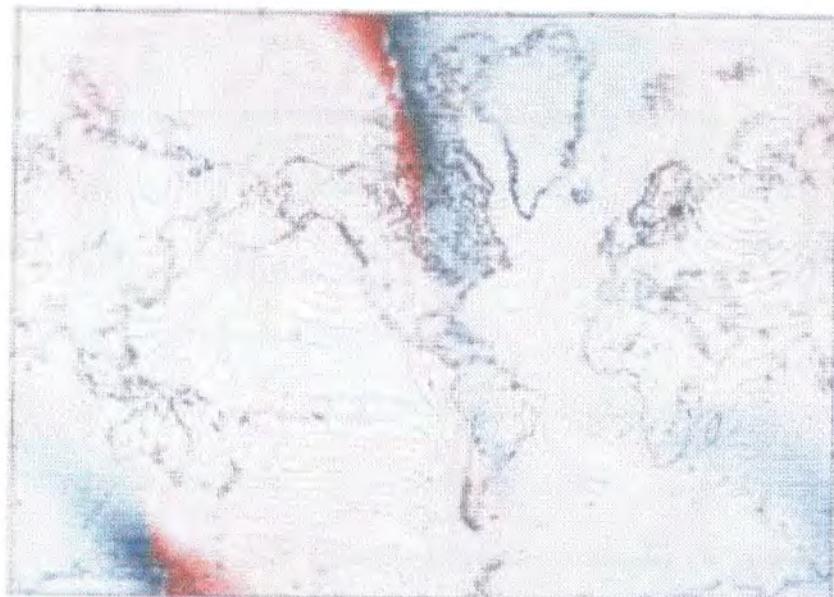
Gambar 2.6 Komponen-komponen magnetik (*Telford, 1990*)



Disebelah bumi utara, jarum magnet akan menunjukkan kearah bawah, sedangkan di belahan bumi selatan jarum magnet akan menunjuk kearah atas. Sedangkan bila berada di antaranya jarum magnet akan horisontal, ini berarti inklinasi adalah nol. Garis yang menghubungkan semua titik yang mengelilingi bumi dengan inklinasi nol, disebut sebagai *magnetic equator*. Ekuator magnet bumi tidak tepat berimpit dengan ekuator geografis, tetapi tidak teratur dan tidak jelas. Bila berjalan kearah utara atau selatan, maka jarum kompas akan berdiri tegak jika telah mencapai kutub magnet utara atau selatan bumi. Kutub-kutub magnet bumi ini bergeser kurang lebih 18° dari kutub geografis.

II.2.4.2 Medan Magnet Bumi

Sembilan puluh persen dari medan magnet bumi terlihat seperti medan magnet yang dihasilkan dari sumber magnetik dipolar terletak pada pusat bumi dan menyatu dengan sumbu rotasional bumi. Gambaran dari medan magnet bumi ini, pertama kali diberikan oleh Sir William Gilbert pada tahun 1600. kuat medan magnet pada kutub sekitar 60.000 nT. Jika gambaran dari dipolar medan magnet ini komplit, kemudian ekuator magnet akan disamakan ke ekuator bumi dan kutub magnet akan disamakan ke kutub geografis, maka kita sudah dapat memperkirakan kemagnetan, itu merupakan gambaran sederhananya, yang ternyata tidak cukup mewakili analisa medan magnet bumi. Sisa 10 % dari medan magnet tidak dapat dijelaskan dalam hubungan dari sumber dipolar sederhana. Model yang komplek dari medan magnet bumi saat ini telah dikembangkan dan tersedia.



Gambar 2.7 Peta deklinasi untuk model medan magnet tahun 1995
(setiadewi, 2002).

Gambar di atas adalah contoh salah satu model yang dihasilkan oleh USG. Gambar yang muncul pada tahun 1995. Jika medan bumi secara sederhana dipolar dengan sumbu dipole berorientasi sepanjang sumbu bumi, semua deklinasi akan bernilai 0 derajat (medan akan selalu berarah ke titik utara). Seperti yang kita lihat, deklinasi yang teramat amat kompleks.

Dari studi dibidang magnetik dapat disimpulkan bahwa medan geomagnet terdiri dari tiga bagian (*Telford, 1990*) yaitu :

- a. Medan Utama ini adalah komponen terbesar dari medan magnet dan dipercaya disebabkan oleh arus listrik dalam fluida diluar inti bumi, yang memiliki sifat bervariasi relatif lambat terhadap waktu. Untuk pekerjaan eksplorasi, medan ini berlaku sebagai medan induksi magnetik.
- b. Medan Magnet Luar (*External Field*) ini relatif lebih kecil dari medan magnetik yang diobservasi yang disebabkan dari sumber magnetik eksternal ke bumi.



- c. Medan ini dipercaya dihasilkan oleh interaksi dari ionosfer bumi dengan pemancaran matahari, misalnya aktivitas sunspot, variasi harian matahari dan bulan, badi magnetik. Sebab itu, variasi temporal/sementara dihubungkan dengan medan magnetik eksternal yang berhubungan dengan aktifitas matahari. Variasi terhadap waktu sangat cepat.
- d. Medan Crustal (Variasi dari medan utama) merupakan bagian dari medan magnetik dihubungkan dengan kemagnetan dari batuan kerak (*crustal rock*). Bagian dari medan ini mengandung kemagnetan disebabkan induksi dari medan utama magnet bumi dan dari magnetisasi remanen (*anomaly local magnetic*, kemagnetan batuan dan mineral) didekat permukaan. Variasi terhadap waktu relatif konstan.

II.2.5 Kemagnetan pada Batuan

Berdasarkan sifat kemagnetannya, batuan dapat diklasifikasikan dalam tiga kelompok, yaitu :

a. Diamagnetik

Suatu material dikelompokkan dalam diamagnetik jika mempunyai harga suseptibilitas magnetik negatif, sehingga intensitas magnetisasi yang diimbas (I) dalam zat oleh medan magnet (H) adalah berlawanan arah.

b. Paramagnetik

Suatu material dikelompokkan dalam paramagnetik jika mempunyai harga suseptibilitas magnetik tidak sama dengan nol di dalam medan magnet luar yang sama dengan nol. Secara umum material tidak diamagnetik adalah paramagnetik.



c. Ferromagnetik

Seperti besi, kobalt, dan nikel adalah material paramagnetik, dimana interaksi magnetik antara atom-atomnya begitu kuat sehingga menimbulkan pemusatan momen yang mencakup bagian yang luas. Ferromagnetik ini bergantung pada suhu, dimana akan berkurang dengan turunnya serta hilang pada suhu Curie. Ferromagnetisme dibagi menjadi dua, yaitu :

- *Ferrimagnetisme*

Material yang mempunyai harga suseptibilitas besar dan tergantung pada temperatur. Contoh : magnetite, titanomagnetite, ilmenite, oksida besi atau besi dan titanium. Secara praktis semua mineral magnetik adalah ferrimagnetik.

- *Antiferromagnetisme*

Material yang mempunyai harga suseptibilitas seperti benda paramagnetik, tetapi harganya akan naik dengan adanya kenaikan temperatur hingga nilai temperatur tertentu dan kemudian turun.

II.2.5.1 Magnetisasi Residual

Magnetisasi batuan yang terukur di permukaan merupakan magnetisasi total dari penjumlahan magnetisasi batuan itu sendiri dengan induksi dari medan magnet utama dan induksi dari medan luar (*eksternal field*).

Untuk mendapatkan medan magnet dari batuan itu sendiri, maka nilai medan magnet yang terukur di permukaan harus dikoreksi dari pengaruh induksi medan magnet di sekelilingnya, dan medan magnet hasil dari koreksi disebut magnetisasi residual.



Pembentukan sifat magnetisasi batuan disebut dengan magnetisasi normal remanen (NRM) yang disebabkan oleh beberapa kejadian sebagai berikut :

a. *Magnetisasi Remanen secara Kimia (CRM)*

Terjadi pada saat perubahan butir magnetik atau perubahan dari suatu bentuk lain sebagai hasil dari proses kimiawi pada temperatur hampir konstan di bawah titik Currie. Proses magnetisasi seperti ini sering terjadi pada magnetisasi batuan sedimen metamorf.

b. *Magnetisasi Detrial (DRM)*

Terjadi secara perlahan selama peristiwa pengendapan butir-butir partikel yang berada di bawah pengaruh medan magnet.

c. *Magnetisasi Remanen Isotermal (IRM)*

Magnetisasi sisa setelah hilangnya medan luar (kurva histeresis). Medan magnet utama bumi tidak cukup kuat untuk menghasilkan IRM kecuali oleh sambaran kilat pada daerah yang kecil.

d. *Magnetisasi Termo Remanen (TRM)*

Tercipta selama pendinginan material magnetik dari titik Currie dan di bawah pengaruh medan luar. Umumnya dapat menghasilkan medan magnet yang berlawanan dengan medan luar. Mekanisme ini adalah proses magnetisasi utama pada batuan beku.

e. *Magnetisasi Remanen Viskos (VRM)*

Selalu terbuka terhadap medan luar dan penambahan magnetiknya merupakan fungsi waktu secara logaritma.



II.2.6 Pengaruh Magnetik dari Bodi/Massa Magnetik yang Terpendam

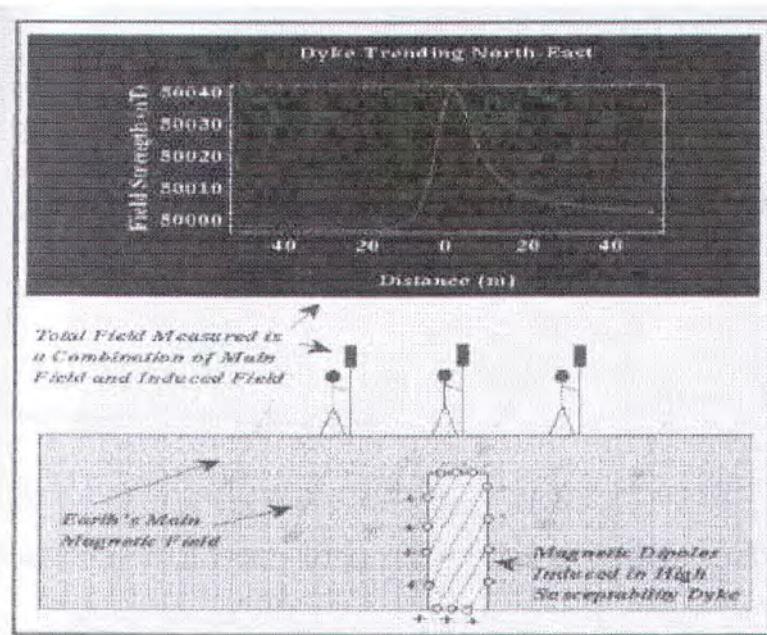
II.2.6.1 Umum

Bagian dari bidang magnetik yang sering disebut sebagai bidang magnet utama dipercaya terbentuk dalam inti bumi. Sebagai tambahan inti ini sumber magnetism, batuan yang berada dekat permukaan bumi yang berada di bawah temperatur *Currie*, mereka dapat secara langsung terinduksi seperti pada magnetisasi remanen. Sehingga, jika kita mengukur bidang magnetik sepanjang permukaan bumi, kita akan mencatat magnetisasi akibat bidang utama dan bidang induksi. Medan induksi berkaitan dengan keberadaan batuan dengan suseptibilitas yang tinggi maupun yang rendah yang berada dekat dengan peralatan ukur. Jika dilakukan pengukuran dekat dengan batuan yang suseptibilitas magnetiknya tinggi, maka secara umum akan tercatat kuat medan magnet yang lebih besar daripada hasil pengukuran yang dilakukan jauh dari batuan bersusceptibilitas magnetik tinggi. Karena itu, seperti halnya metode gravitasi, pada saat pengukuran, kemungkinan besar akan menemukan batuan di bawah permukaan tanah yang memiliki suseptibilitas magnetik yang tinggi dengan membuat peta dalam variasi kuat medan magnetik pada permukaan bumi.

Andaikata kita memiliki benda (*dyke*) yang terkubur dengan suseptibilitas sebesar 0,001 dikelilingi oleh batuan sedimen yang tidak memiliki suseptibilitas magnetik. Dyke dalam contoh ini selebar 3 meter dan terkubur pada kedalaman 5 meter, dan menghadap/arah ke timur laut. Untuk menemukan *dyke*, kita dapat mengukur kuat medan magnet (dalam kasus ini sepanjang arah garis timur – barat). Ketika kita mendekati *dyke*, kita akan mulai mengobservasi medan induksi magnetik yang berhubungan dengan *dyke* dalam tambahan untuk medan magnet



utama bumi. Jadi, kita dapat menentukan lokasi *dyke* dan mungkin dimensinya dengan mengukur variasi ruang dan tempat dalam kekuatan dari medan magnetik.



Gambar 2.8 Pengujian kemagnetan pada benda yang terpendam (Setiadewi, 2002)

Ada beberapa hal yang digunakan sebagai catatan anomali magnetik yang dihasilkan *dyke* ini adalah :

- Seperti anomali gravitasi yang dihubungkan dengan densitas body tinggi, anomali magnetik dihubungkan dengan *dyke* yang dibatasi untuk daerah di dekat *dyke*. Ukuran dari anomali dengan cepat akan turun sesuai dengan semakin jauhnya jarak pengukuran dari *dyke*.
- Tidak seperti anomali gravitasi, anomali magnetik tidak simetris dengan *dyke's midpoint* pada jarak nol untuk contoh di atas. Tidak hanya itu,



anomali yang terbentuk secara berbeda ke kiri dan ke kanan dari *dyke*, juga maksimum anomali tidak di tengah, pada saat pusat *dyke*. Pengamatan ini secara umum benar untuk semua anomali magnetik. Kekhususan dari generalisasi ini, bagaimanapun akan tergantung pada bentuk dan orientasi dari body termagnetisasi, lokasinya (bodi dari bentuk dan ukuran yang sama akan menghasilkan anomali yang berbeda ketika ditempatkan pada lokasi yang berbeda).

II.2.6.2 Metoda Analisis dan Perhitungan

Pengaruh magnetik pada permukaan bumi dari yang termagnetisasi yang diketahui bentuk dan suseptibilitasnya, dapat diprediksi dari teori potensial dengan metoda yang mirip dengan yang digunakan untuk menentukan pengaruh gravitasi dari perbedaan densitas. Tetapi perhitungan untuk kasus magnetik agak lebih kompleks karena ada dua kutub magnet yang sekaligus mempunyai gaya tarik-menarik dan tolak-menolak.

II.2.6.3 Intensitas Vertikal dari Bodi yang Terpolarisasi Vertikal

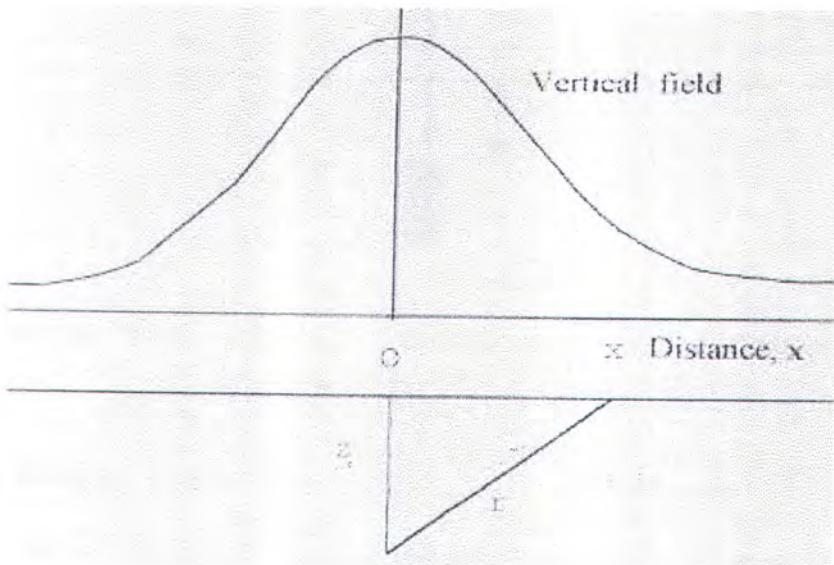
Profil magnetik yang akan diperoleh dari pengukuran magnetometer secara vertikal pada bidang horisontal di atas kutub negatif yang terisolasi (jika salah satu kutubnya berada tak terhingga di bawah kutub yang lainnya) pada kedalamam z seperti gambar :

Anomali vertikal $H_z = \left(\frac{z}{x}\right)H$, dimana H (total kuat medan magnet dari kutub) =

$\frac{P}{r^2}$, sehingga :



$$H_z = \frac{P_z}{(X^2 + Z^2)^{\frac{3}{2}}} \dots \dots \dots (2.7)$$



Gambar 2.9 Medan magnet vertikal dari kutub negatif yang terisolasi (Dobrin, 1981).

II.2.6.4 Batang Magnet Vertikal

Medan magnet dari batang magnet yang tipis dengan panjang L, terpendam pada kedalaman z (dari ujung paling atas) dan z' (dari ujung paling bawah), maka:

$$P = I.A = k.H_z.A \dots \dots \dots (2.8)$$

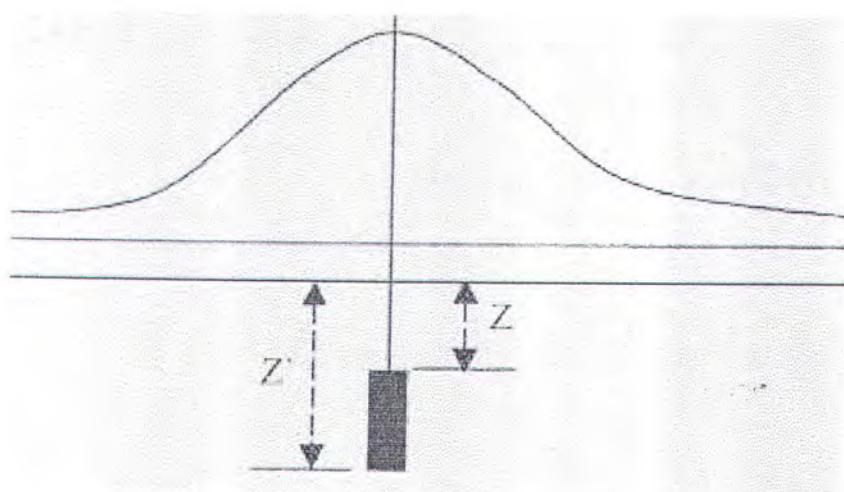
Dimana :

P = Total kekuatan kutub



H_z = Kuat medan vertikal

A = Luas permukaan atas



Gambar 2.10 Intensitas vertikal dari batang magnet terpendam (*Dobrin, 1981*).

II.2.6.5 Bentuk Bola

Anomali magnetik secara vertikal dari bola dengan kedalaman z. Efek magnetiknya diplotkan terhadap jarak horisontal dibagi dengan kedalaman pusat bola.

$$H_z = \frac{\frac{4}{3}\pi R^3 I}{Z^3} \frac{2 - \left(\frac{X}{2}\right)^2}{\left(1 + \left(\frac{X}{2}\right)^2\right)^{\frac{5}{2}}} \quad \dots \dots \dots \quad (2.9)$$



Dimana :

H_z = Kuat medan vertikal (T)

R = Jari-jari bola (m)

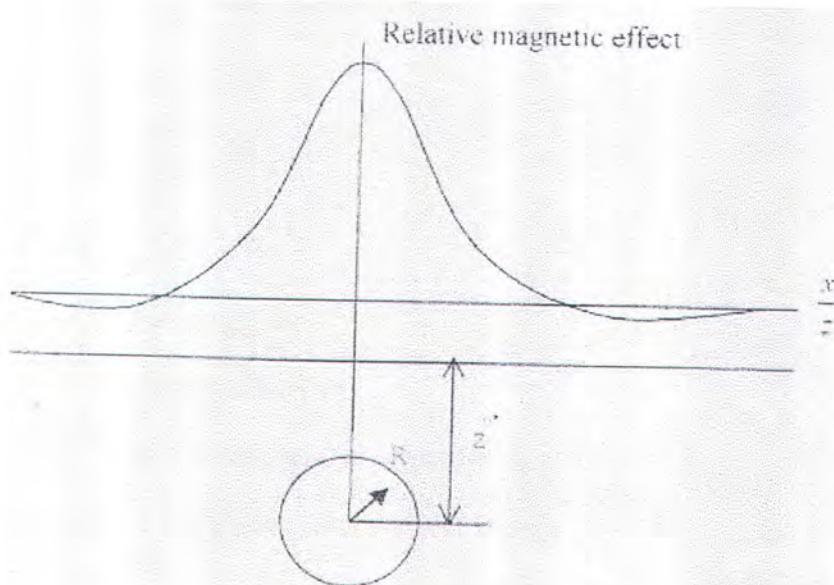
I = Intensitas magnetisasi ($I = k \cdot H$)

x = Jarak horizontal (m)

z = Kedalaman bola (m), dengan depth rule : ($z = x$)

Sehingga untuk menghitung kedalaman suatu budi, dapat digunakan formula :

$$z = \left[\frac{\pi R^2 I}{24 H_z} \right]^{\frac{1}{3}} \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (2.10)$$



Gambar 2.11 Anomali magnetik vertikal dari bola dengan kedalaman pusat z
(Dobrin, 1981).



Sedangkan menurut Derringh (1998), kedalaman suatu bodi dapat dihitung dengan formula sebagai berikut :

$$z = \frac{x}{\sqrt{\left(\frac{H_z(0)}{H_z(x)}\right)^2 + 1}} \quad \dots \dots \dots \quad (2.11)$$

Dimana :

z = kedalaman (m)

x = jarak horisontal (m)

$H_z(0)$ = Kuat medan magnetik vertikal pada puncak kurva

$H_z(x)$ = Kuat medan magnetik vertikal sepanjang jarak horisontal

II.2.6.6 Silinder Horisontal

Pada silinder horisontal memiliki diagram yang sama dengan bentuk bola, tetapi pada peta kontur magnetiknya bentuk silinder tidak menunjukkan lingkaran yang simetris.

$$H_z = \frac{4/3 \pi R^2 I}{Z^2} \frac{2 - \left(\frac{X}{2}\right)^2}{\left(1 + \left(\frac{X}{2}\right)^2\right)^2} \quad \dots \dots \dots \quad (2.12)$$



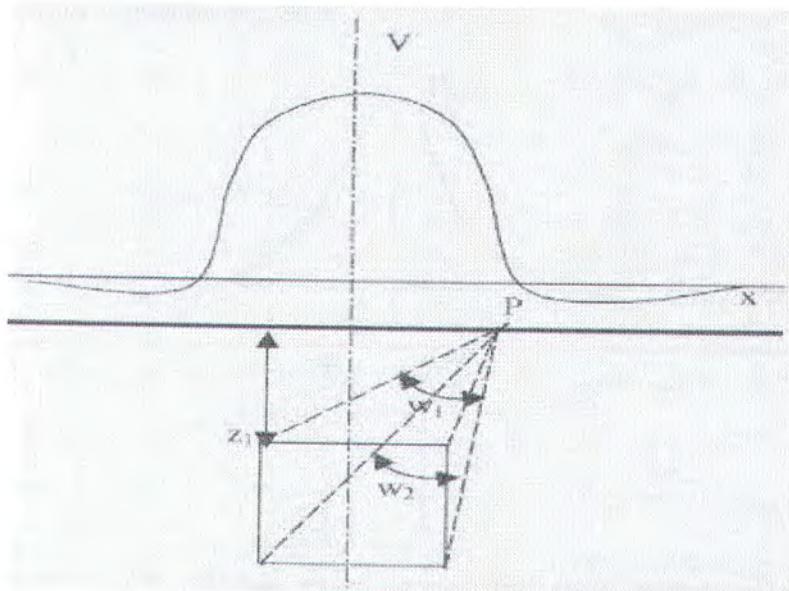
II.2.6.7 Silinder Vertikal

Kuat medan vertikal yang disebabkan oleh adanya suatu silinder vertikal dapat dihitung dengan formula sebagai berikut (*Dobrin, 1981*):

$$H_z = I(w_1 - w_2) \quad \dots \dots \dots \quad (2.16)$$

Apabila silinder mempunyai panjang yang sangat besar, maka:

$$H_z = \frac{\pi R^2 ZI}{(X^2 + Z^2)^2} \quad \dots \dots \dots \quad (2.17)$$



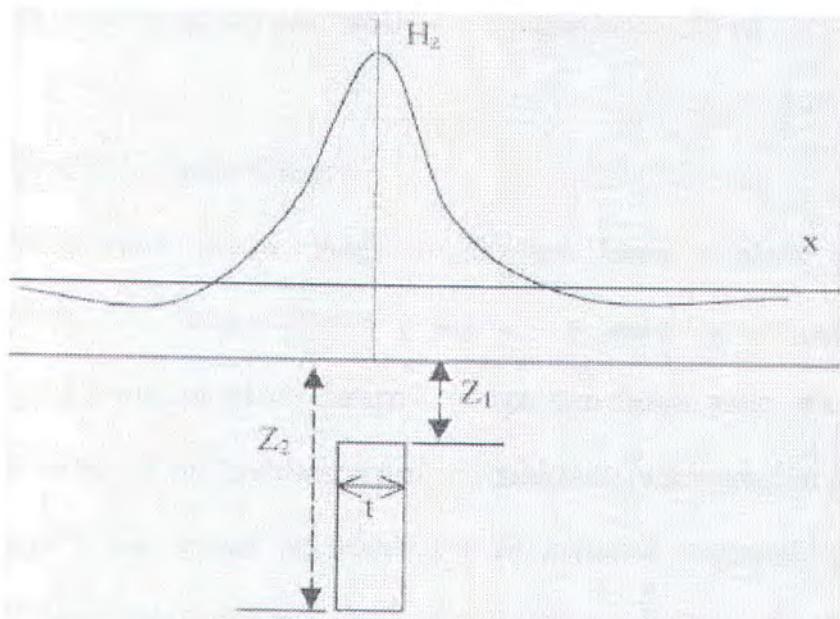
Gambar 2.12 Estimasi medan magnet vertikal dari silinder vertikal yang terpendam (*Dobrin, 1981*).



II.2.6.8 Struktur Pita Vertikal (*Vertical Sheet*)

Suatu medan magnet vertikal dari pita vertikal yang terpolarisasi vertikal dengan ketebalan t , tinggi permukaan atas z_1 dan tinggi permukaan dasar z_2 , maka mempunyai harga H_z sebagai berikut :

$$H_z = 2It \left(\frac{Z_1}{Z_1^2 + X^2} - \frac{Z_2}{Z_2^2 + X^2} \right) \dots \dots \dots \quad (2.18)$$



Gambar 2.13 Medan magnet vertikal dari pita vertikal (*Dobrin*, 1981).



II.2.7 Aplikasi Metode Magnetik untuk Eksplorasi Lepas Pantai

II.2.7.1 Metode Pelaksanaan Survey Magnetik

Survey magnetik dapat dilakukan di darat, di laut, ataupun dari udara, tergantung dari kondisi wilayah studi, biaya (modal), serta target dan tujuan yang akan dicapai. Pelaksanaan survey magnetik dapat dilakukan di darat, laut, maupun dari udara.

a) Survey Magnetik di Darat

Survey dilakukan untuk eksplorasi minyak bumi atau bahan tambang lainnya. pelaksanaannya tergolong lebih sulit karena peralatan harus di set up jauh dari benda-benda yang terbuat dari logam.

b) Survey Magnetik di Laut

Survey magnetik di laut selalu diikuti dengan survey seismik dan survey gravitasi. Survey ini lebih mengefisienkan waktu dan biaya. Pada survey ini peralatan harus diletakkan jauh dari kapal agar tidak terjadi interferensi dari material magnetik di kapal.

c) Survey Magnetik di Udara

Survey ini lebih mudah dan ekonomis, dimana dapat sekaligus dilakukan survey untuk daratan dan lautan. Peralatan survey harus diletakkan pada jarak 80 – 100 ft di bawah pesawat, dan pesawat tidak dapat terbang lebih rendah dari 350 ft.





Tahap-tahap pelaksanaan survei metode magnetik untuk eksplorasi lepas pantai adalah :

1. Kapal survei diperlengkapi dengan peralatan-peralatan seperti *Fluxgate Magnetometer*, *Proton Precession Magnetometer*, *Optically Pumped Magnetometer*, dan *Instrument Recording*.
2. Dengan menggunakan peralatan tersebut, diukur secara langsung variasi kemagnetan pada area yang disurvei. Selanjutnya data-data output yang dihasilkan harus dikoreksi sebelum diproses dan disajikan dalam bentuk peta anomali magnetik. Koreksi data tersebut antara lain ; koreksi diurnal, koreksi normal field, elevation, dan koreksi terrain.
3. setelah data-data output dikoreksi maka data-data tersebut dapat disajikan dengan menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif dan selanjutnya dapat diplotkan dalam suatu peta anomali magnetik.
4. Berdasarkan anomali magnetik yang terjadi dapat dibuat suatu interpretasi sehingga nantinya dapat diketahui dan dihitung kedalaman dari basement rock, dapat ditentukan lokasi dan penyebaran cekungan sedimen serta dapat dihitung pula ketebalan dari sedimen.

Dalam pelaksanaan survei atau pengambilan data yang dilakukan dengan menggunakan metode magnetik, penempatan data yang dilakukan dengan menggunakan metode magnetik, penempatan sensor magnetometer terhadap kapal



disesuaikan dengan konfigurasi ukuran kapal, panjang rentang sensor, kecepatan kapal dan kedalaman perairan di daerah yang akan dilakukan survei tersebut. Untuk pengambilan data intensitas magnetik di lapangan atau daerah perairan yang disurvei, ditentukan lintasan gerak kapal dengan interval titik pengukuran yang sama sehingga dapat diperoleh data dengan tingkat ketelitian yang baik.

Setelah diperoleh data dari survei, maka data tersebut akan dikoreksi kemudian diplotkan pada peta jalur lintasan kapal setiap selang waktu 15 menit, dan digambar dalam bentuk peta anomali (*arifin, L, 2000*).



Gambar 2. 14 Trimble yang dipasang di kapal dan di darat (PPGL, 2004).

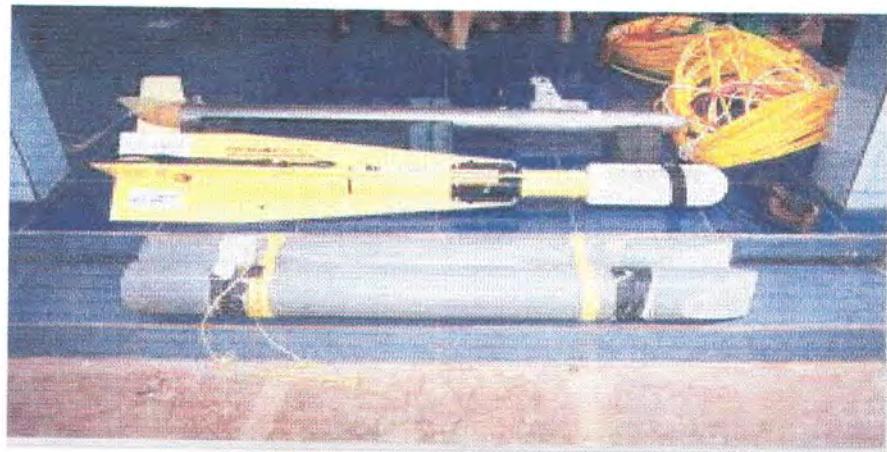
II.2.7.2 Kalibrasi Magnetometer

Pada kegiatan survei dengan metode magnetik, sebelum pengambilan data atau akuisi data, maka terlebih dahulu harus dilakukan kalibrasi peralatan Magnetometer dengan tujuan untuk mengetahui kondisi, kualitas sensitifitas serta kelayakan peralatan tersebut. Sehingga tingkat akurasi data yang diperoleh di lapangan akan lebih baik. Kegiatan kalibrasi diarahkan pada pengukuran sensitifitas



alat Magnetometer dalam merekam data magnet pada berbagai kondisi dan situasi, serta mengamati faktor-faktor internal dan eksternal yang berpengaruh terhadap sensitifitas alat tersebut (*Azis, dkk. 1990*). Beberapa faktor yang diamati dalam kegiatan kalibrasi adalah:

1. Pengaruh posisi azimut sensor terhadap kualitas data rekam
2. Pengaruh kedudukan sensor magnet secara inklinasi terhadap kualitas data rekam.
3. Pengaruh panjang kabel sensor, kondisi dan situasi tempat terhadap kualitas data rekam.
4. Pengaruh dari benda-benda besar yang terbuat dari besi atau baja terhadap kualitas data rekam.



Gambar 2. 15 Magnetometer (PPGL, 2004).



II.2.7.3 Akuisi data Survei Magnetik

Untuk akuisi data magnet di lepas pantai digunakan kapal survei yang diperlengkapi dengan dua jenis alat Magnetometer yaitu *Fluxgate Magnetometer* dan *Proton-precission Magnetometer*. Kedua alat tersebut digunakan karena tidak menimbulkan masalah jika dipasang di kapal survei. Peralatan tersebut harus dipasang pada waterproof casing dan harus diletakkan sejauh mungkin di belakang kapal survei dengan jarak 500-1000 ft. hal ini dimaksudkan untuk mengurangi pengaruh magnet yang ditimbulkan oleh logam-logam dari kapal survei (*Dobrin, 1981*).



Gambar 2.16 Komputer yang digunakan untuk navigasi kapal survey
(PPGL,2004).

Jarak antara kapal dengan sensor dapat dibedakan menjadi dua yaitu untuk pemetaan yang jaraknya harus tiga kali panjang kapal dan jika digunakan untuk eksplorasi maka jaraknya harus lima kali panjang kapal. Dalam proses akuisi data, maka kecepatan kapal sekitar 6 knots, kedalaman sensor dari permukaan laut adalah 1/12 panjang kabel. Untuk perairan dangkal kedalaman sensor kurang dari atau



sama dengan $\frac{1}{2}$ kedalaman dasar laut. Sedangkan untuk laut yang dalam (lebih dari 50 meter), kedalaman sensor dinyatakan dengan panjang kabel yang terulur dan bergantung pada ketelitian yang ingin diukur.

II.2.7.4 Proses Data Survei Magnetik

Dari hasil survei di lapangan diperoleh data yang direkam selama beberapa waktu yang mana data tersebut berupa grafik antara intensitas magnetik (nT) dan waktu (t), data-data tersebut selanjutnya akan dilakukan beberapa koreksi sebagai berikut:

1. Koreksi Temperatur

Koreksi ini dilakukan karena adanya koefisien temperatur sekitar 8 gamma/ $^{\circ}C$, yang disebabkan oleh ekspansi temperatur atau kontraksi karena perubahan temperatur pada momen magnetik. Dalam peralatan modern, pengaruh temperatur akan berubah kurang lebih 1/8 dari besar semula.

2. Koreksi Harian

Variasi harian dari medan magnet memiliki amplitudo 100 gamma dan dihitung dengan mengambil data dari magnetometer. Dalam menggunakan kurva variasi harian untuk dikoreksi, observasi medan membutuhkan waktu dari pembacaan pada station medan yang dicatat dengan cukup akurat. Waktu referensi dipilih pada setiap kurva dan semua nilai dikoreksi terhadap waktu.



3. Koreksi Normal

Variasi yang tidak dapat dihubungkan dengan kenampakan geologi memiliki kesamaan dalam variasi regional dengan skala luas sering dilakukan dalam survei gravity. Dalam metode magnetik juga diperlukan koreksi normal, yang mana skala horizontal lebih luas dari anomali karena kenampakan geologi yang terlokasi. Koreksi ini dibuat hampir sama dengan yang digunakan dalam metode gravity.

4. Koreksi Normal Field

Koreksi ini dilakukan untuk menghitung variasi normal dari intensitas geomagnetik di lokasi dengan garis lintang dan garis longitudinal.

5. Koreksi Elevasi dan Medan

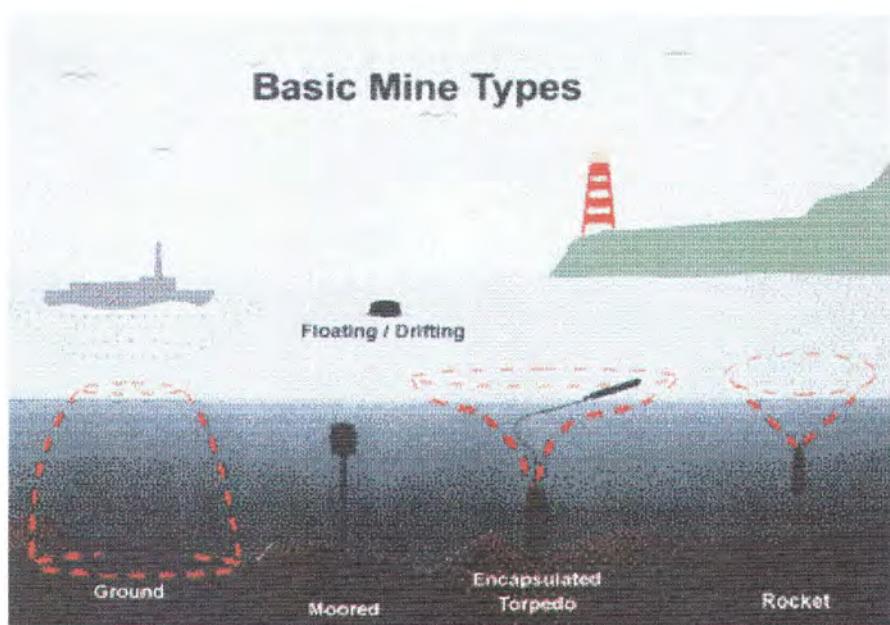
Koreksi elevasi ini hanya dipakai jika survei magnetik dilakukan dengan menggunakan pesawat terbang, sedangkan jika dilakukan di darat maka koreksi tersebut tidak dipakai. Untuk metode gravity harus dipakai.

II.2.8 Ranjau Laut (*Sea Mines*)

Ranjau laut adalah sebuah logam yang berisi bahan peledak yang kedap air dan biasa digunakan untuk menghancurkan kapal, pertahanan pelabuhan (*harbor*), atau pertahanan pesisir laut untuk kepentingan militer (*safe zone*). Ranjau laut sangat sensitif terhadap getaran baik itu suara oleh *propeller* kapal (*acoustic mine*), tekanan air yang terjadi akibat dari pergerakan kapal yang mendekat ranjau tersebut



(pressure mines) maupun pengaruh medan magnet kapal (magnetic field). Penggunaan ranjau laut pertama kali terjadi pada abad 16 untuk menghancurkan kapal dengan posisi ranjau diapungkan. Sedangkan pertahanan wilayah perbatasan menggunakan ranjau pertama digunakan pada Revolusi Amerika menentang Inggris pada tahun 1778 (*The Columbia Encyclopedia, 1959*). Ranjau dibagi menjadi dua kategori yaitu *controlled mines* dan *noncontrolled mines* atau *contact mines*. Controlled mines dihubungkan dengan kabel elektrik menuju base station, kabel elektrik dapat dimatikan apabila kapal bukan musuh (*Hartmann, G.K dan Truver, S.C, 1991*). Jenis baru ranjau tipe magnetik ditemukan oleh Jerman dan pertama kali terjadi pada tahun 1939, menyerang lambung kapal dan meledak ketika berdekatan.



Gambar 2.17 Gambar tipe Ranjau berdasarkan cara kerjanya

(*Hartmann, G.K dan Truver, S.C, 1991*).



Berikut dapat dilihat beberapa jenis ranjau pada Tabel 2.2 di bawah ini :

Tabel 2.2 Data beberapa jenis Moored Mine milik Jerman dari 1911 sampai 1939

(RegiaMarina, 1996-2004).

| Model | Sub marine | Year | UK Code | Manufacture | Total Weighth | Charge | Diameter | Max Depth |
|----------------|---------------|------|------------|---------------------|------------------|---------|----------|--------------|
| | | | | | Kg | | | |
| Harle'75/M | | 1911 | | Sautter- Harle' | | 75 | | |
| V.E. | | 1915 | | Vicker-Elia | 760 | 145 | | |
| C.15 | | 1915 | | Austrian | | 100 | | |
| Harle'70/M | | 1916 | | | | 70 | | |
| Harley'100/M | | 1916 | | | | 100 | | |
| SG 125 | * | 1916 | | San Giorgio | | 125 | | |
| UC | | 1921 | | Old German (1) | | 200 | | |
| Elia 145 | | 1925 | | (Vicker) | 763 | 145 | 0,96 | |
| Bollo P125 | | 1928 | | Pignone | | 125 | | 12 |
| Elia P145 | | 1930 | | (Vicker) Pignone | | 145 | 0,98 | 60 |
| Bollo P125 | | 1932 | | | | 125 | | 30 |
| Italia M | | 1932 | IL | | 1100 | 150 | 0,9 | 100 |
| Bollo P125 | | 1935 | | | | 125 | | 30 |
| P150 | * | 1935 | | | | 120-150 | | |
| P200 (P5) | | 1936 | IK | Pignone | 1150 | 200 | 1,07 | 100 |
| P4 150 CR | | 1938 | | Pignone | 825 | 150 | | |
| P125 Coloniale | | | | Pignone | 125 | | | |
| T 200 | * | | | Tosi | | 120- | | |
| Italian type A | | | | | 4500 | 300 | 2 | |
| Italian type B | | | | (Vickers) | 1545 | 250 | 1,3 | 100 |



Ranjau laut berdasarkan prinsip kerjanya dibagi menjadi beberapa kategori yaitu :

1) *Moored Mines*

Ranjau ini diletakkan melayang dibawah permukaan laut dimana bagian peledaknya diikat dengan semacam *mooring/ sling* yang ditanam didasar laut. Biasanya bentuknya spherical, dilengkapi dengan *spike* yang bisa disebut *hertz horns* yang mana apabila tertekan akan meledak. Ranjau ini didesain untuk manghancurkan permukaan kapal. Ranjau yang digunakan untuk menangkal *submarine* biasanya diletakkan pada 8 - 9 meter terhadap dasar laut, sedangkan untuk menangkal kapal diletakkan 3 – 4 meter di bawah permukaan laut. Panjang kabel mooring dapat mencapai diatas 800 meter dari dasar laut/ seabed (*Regiamarina, 1996-2004*)

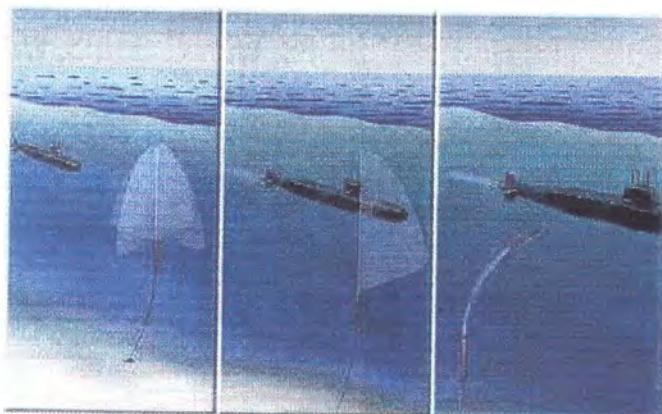


Gambar 2.18 Gambar Old Moored Mine buatan Jerman

(*Hartmann, G.K dan Truver, S.C, 1991*).



Ranjau ini sudah dikembangkan pada perang dunia 2 sekitar 1908 – 1939 seperti tipe Mirab, AMG, KB, KB Krab, AGSG dan YaM (*small moored mine*). Kebanyakan dipasang di sepanjang Perairan Rusia pada waktu itu. Setelah 15 tahun kemudian tipe *moored mine* banyak dikembangkan seperti : GM *mine* (1956), KSM medium mine, KAM acoustic mine (1957), dan KPM *anti-landing contact mine* (1957) juga tipe *antenna*. Jenis pertama *exploder* pada *moored mine* adalah tipe *electroacoustic directed-action* (Krab), menyebabkan ranjau meledak di bawah atau dekat target lambung kapal (*submarine*). Dan berikutnya dikembangkan tipe *hydroacoustic exploder* seperti KAM dan *Lira mines*. Untuk *exploder* tipe *antenna* cara kerjanya berdasarkan medan elektrik yang diproduksi oleh target kapal (*Military Parade JSC, 1998*).



Gambar 2.18 Gambar salah satu tipe *Moored Mine* (*Military Parade JSC, 1998*).



2) Bottom Mines

Biasanya diletakkan didasar laut, ukuran untuk yang kecil atau *small mine* biasanya 450 mm hampir sama dengan bom udara FAB-500 sedangkan yang besar atau *large mine* 533 mm hampir sama dengan bom udara FAB-1500. *Bottom mines* (kecuali tipe AMD-1-500) ukuran kecil dapat menghamburkan kapal atau boat dipermukaan. Sedangkan yang besar dapat menghamburkan bangunan atas platform dan kapal selam (*submarine*). Perbedaan antara AMD-1 dan AMD-2 adalah perlengkapannya dimana AMD-1 dilengkapi *single-channel two-pulse magnetic* yang mempengaruhi *exploder*, sementara AMD-2 dilengkapi dengan *acoustic-magnetic* yang mempengaruhi *exploder*. Sedangkan tipe IGDM dilengkapi *hydrodynamic (pressure) channel*. Semua jenis diatas dapat menghamburkan kapal perang dan kapal komersial serta kapal selam. Sedangkan pada modern bottom mines sekarang ini sudah dilengkapi dengan multichannel exploders dengan sensor yang dapat merespon physical field kapal seperti akustik, magnetik (*induction*), hidrodinamik (*pressure*), elektrik dll. Sensitif pada radius 50 meter sampai 60 m. *Bottom mines* dapat bertahan sampai 20 tahun dan *power sourceny* bertahan 10 tahun (*Military Parade JSC, 1998*).



Gambar 2.19 Gambar Bottom Mines tipe MDM-6 (*Military Parade JSC, 1998*).



3) Drifting Mines

Ranjau ini merupakan ranjau yang tampak diperlukan laut karena mengambang bebas di permukaan laut. Ranjau ini tidak memiliki anchor sehingga dapat bergerak kemana-mana. Penggunaan ranjau ini dibatasi pada tahun 1907 melalui Konvensi Hague dan sudah tidak digunakan lagi oleh U.S Navy, Berat ranjau tersebut sekitar 120 kg termasuk 80 kg bahan peledak/TNT (*Regiamarina, 1996-2004*).



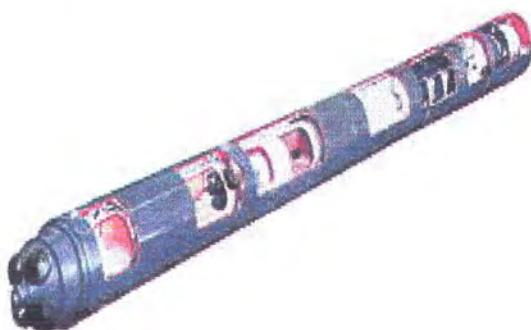
Gambar 2.20 Gambar Drifting Mines di atas kapal Ligth Cruiser
(*Regiamarina, 1996-2004*).

4) Mobility Mines

Salah satu tipe ranjau ini adalah *self-propelled mines* yang dikembangkan oleh Rusia sekitar 1970. ranjau ini biasanya digunakan untuk menghancurkan submarine. Tipe pertama dari jenis ini adalah MDS-1, dikendalikan oleh *propeller* dan dapat medeteksi musuh dengan range 40 m. Inovasi terbaru buatan Rusia tipe



ini adalah SDMM memiliki tiga channel (*acoustic-induction-hydrodynamic*) yang kecepatannya dapat dikembangkan di atas 42 knot menjelajah sampai diatas 17.000 m (*Military Parade JSC, 1998*).



Gambar 2.30 Gambar Self-Propeller Mine (*Military Parade JSC, 1998*).

BAB III

METODOLOGI



BAB III

METODOLOGI

III.1 Tahapan Pengerjaan

Tugas akhir ini dikerjakan dengan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Studi Literatur

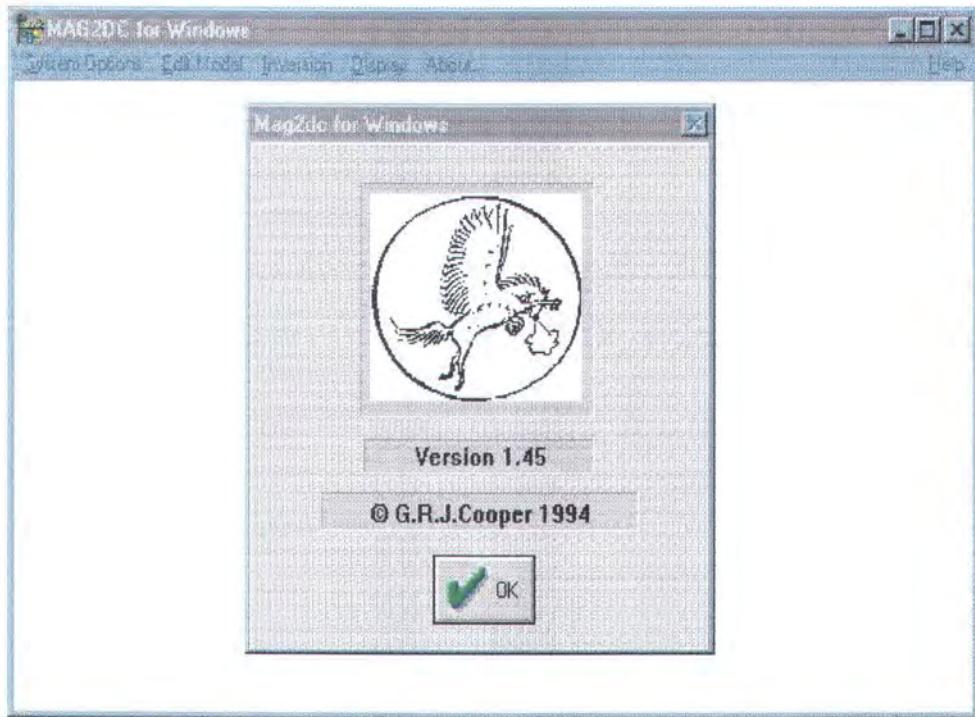
Pada studi literatur ini yang dilakukan adalah mencari, mengumpulkan dan kemudian mempelajari teori-teori dasar yang berhubungan dengan segala permasalahan interpretasi anomali medan untuk keperluan tugas akhir yang dikerjakan.

2. Pengumpulan Data

Mengumpulkan data-data pendukung yang berhubungan dengan segala permasalahan interpretasi anomali medan magnet yang berhubungan keperluan tugas akhir yang dikerjakan. Data-data pendukung yang diperoleh berasal dari survey medan magnet di Perairan Desa Remen, Jenu, Tuban.

3. Mempelajari Software

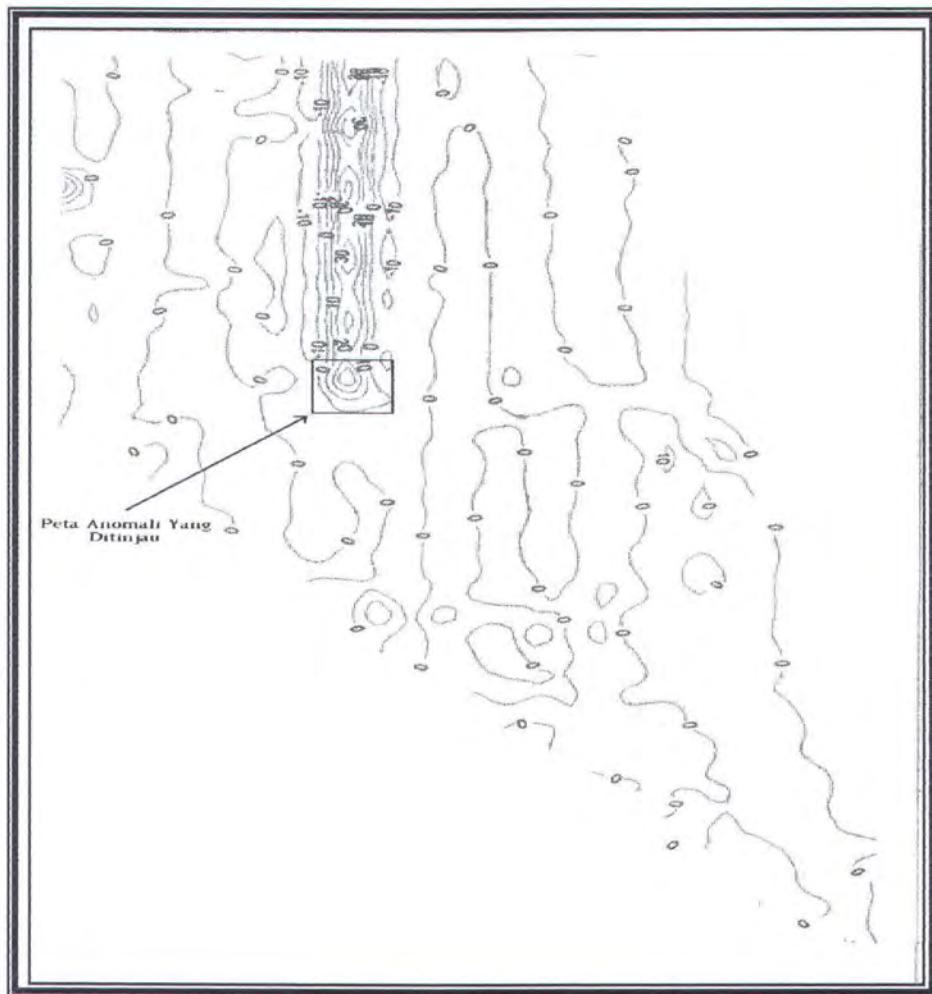
Yang dilakukan dalam mempelajari software adalah memahami, mendalami, dan menguasai penggunaan software MAG2C sebagai sarana input data yang telah kita analisa untuk memodelkan obyek dua dimensi yang ada dibawah dasar laut yang menyebabkan terjadinya anomali magnetik. Sedangkan AutoCAD untuk memodelkan obyek tiga dimensi dari MAG2DC.



Gambar 3.1 Tampilan program MAG2DC

4. Analisa Data

Dari data yang sudah ada seperti peta anomali magnetik lokal di perairan Desa Remen, Jenu, Tuban dianalisa dengan cara membuat beberapa garis yang memotong kontur anomali medan magnet, dan mencatat nilai anomali magnetik serta jarak masing-masing anomali. Dari data sekunder yang diperoleh dari peta anomali magnetik, dibuat suatu kurva dan dijadikan data primer dengan cara menjumlahkan nilai anomali magnetik yang diperoleh dari peta dengan intensitas magnetik total dimana untuk wilayah indonesia besarnya 45.000 nT, dan mengkonversikan jarak masing-masing anomali dengan skala dari peta tersebut. Sedangkan untuk nilai suseptibilitasnya dicari dengan cara melakukan iterasi melalui software Mag2DC karena relatif terhadap lingkungan.



Gambar 3.2 Peta Anomali magnetik lokal (PPGL, 2004).

5. Pemodelan Anomali Magnetik

Peta anomali magnet total dan lokal di perairan desa Remen-Jenu-Tuban dengan skala 1 : 10.000 merupakan salah satu hasil penyelidikan yang dilakukan oleh Pusat Pengembangan Geologi Kelautan (PPGL) Bandung dalam rangka pemetaan geologi untuk rencana lokasi offshore terminal – proyek TTU Tuban. Penyelidikan dilakukan pada bulan desember 2003 dengan menggunakan kapal KM Tonda Pk 10 milik Pusat Pengembangan Geologi Kelautan (PPGL).



Gambar 3.3 Kapal KM Tonda PK 10 saat melakukan survey (PPGL, 2004).

Dari peta anomali magnetik tersebut, kemudian diambil kontur yang panjang yang mewakili keseluruhan dari kontur anomali. Selanjutnya pada kontur tersebut ditarik garis yang memotong titik pusat kontur tersebut sebanyak delapan baris dengan mempertimbangkan kemiringan sudut (*bearing*) masing-masing garis terhadap arah utara (0° , 14° , 21° , 29° , 74° , 90° , 151° , 166°). Pada masing-masing garis dilakukan pengukuran jarak antar anomali satu dengan yang lainnya dan nilai anomali magnetiknya. Besar jarak yang didapat kemudian dikonversikan dengan skala peta dan nilai anomali dijumlahkan dengan nilai intensitas magnetik total bumi yang besarnya adalah 45.000 nT.



5.1 Parameter Umum Pemodelan

Setelah diperoleh data-data yang berisikan jarak antar kontur anomali dan nilai anomali magnetiknya serta telah dilakukan rekonstruksi terhadap data-data yang telah diperoleh tersebut, kemudian dimasukkan ke dalam software Mag2DC dengan mempertimbangkan parameter-parameter sebagai berikut :

a) *Profil Bearing*

Adalah sudut kemiringan antara garis yang ditarik pada kontur anomali medan magnet terhadap arah utara. Harga *bearing* semakin membesar searah jarum jam.

b) *Reference Height*

Adalah ketinggian atau posisi sensor magnetometer pada saat pengambilan data anomali pada survey magnetik.

c) *Maximum Depth Displayed*

Adalah kedalaman maksimum dari survei geologi pada letak anomali yang ditentukan.

d) *Geomagnetic Field Parameter Intensity*

Adalah besarnya intensitas magnetik bumi, dimana untuk wilayah Tuban nilainya adalah sebesar 44712nT.



e) *Declination Degree*

Adalah sudut antara utara geografi dengan komponen medan horisontal yang dihitung dari arah utara ke timur, dimana nilainya tergantung dari lokasi peta (daerah penelitian).

f) *Inclination Degree*

Adalah sudut antara arah medan dengan medan horisontal dan besarnya tergantung dari wilayah penelitian.

g) *Body 1 Susceptibility*

Adalah nilai suseptibilitas magnetik dari suatu benda atau material yang akan dimodelkan.

h) *Station Spacing*

Adalah range jarak (x) antara kontur pada nilai anomali magnetik.

i) *Number of Point*

Adalah jumlah titik pengamatan anomali magnetik.

Dengan catatan data-data tersebut di atas merupakan masukkan yang tetap hingga proses pemodelan berakhir.



5.2 Pelaksanaan Pemodelan

Dalam pelaksanaan pemodelan dengan menggunakan software Mag2DC, adapun langkah-langkah yang harus dilakukan sebagai berikut :

1. Memasukkan data-data yang diperolah dalam *notepad*, *wordpad* dll yang kemudian disimpan dalam bentuk *file.dta*

The screenshot shows a Windows Notepad window with the title bar 'Gaus-1.dta - Notepad'. The menu bar includes 'File', 'Edit', 'Search', and 'Help'. The main content area contains the following text:

```
xyz Mag.dta
garis 1
pemodelan

      0.0    0.0
    40.0    0.0
    85.0    5.0
   130.0   10.0
   150.0   15.0
   170.0   20.0
   190.0   25.0
   210.0   30.0
   310.0   30.0
   330.0   25.0
   350.0   20.0
   370.5   15.0
   390.0   10.0
   435.0    5.0
   480.0    0.0
   520.0    0.0
```

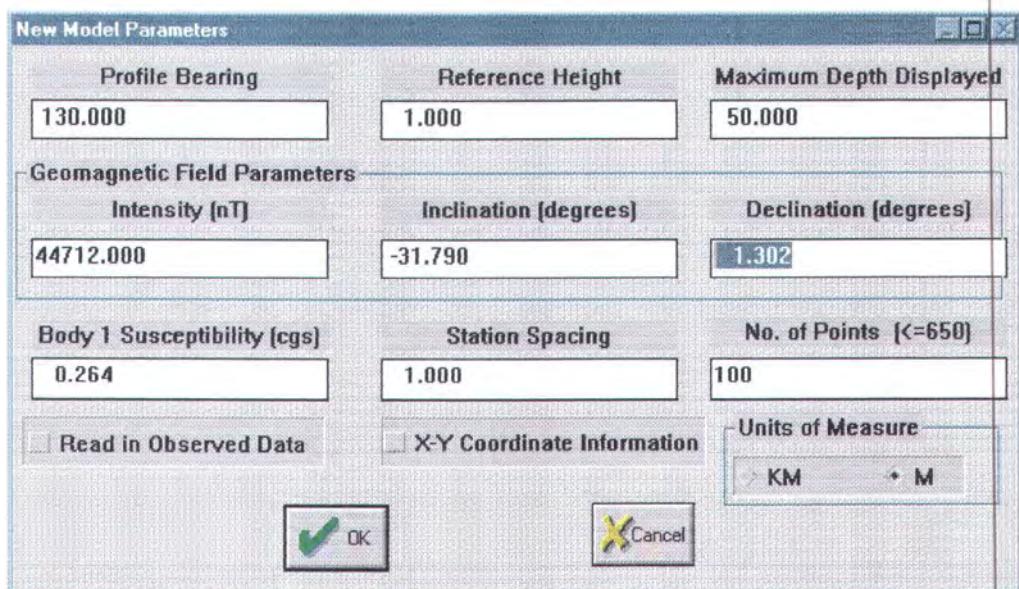
Gambar 3.4 Contoh input data kontur anomali yang diobservasi pada notepad

2. Membuka *software* Mag2DC dan membuat model baru dengan cara mengklik (memilih) *begin a new model*, kemudian akan keluar menu yang berisi perintah untuk memasukkan nilai-nilai :

- *Profil bearing* $0^{\circ}, 14^{\circ}, 21^{\circ}, 29^{\circ}, 74^{\circ}, 90^{\circ}, 151^{\circ}, 166^{\circ}$
- *Reference Height* 1 m
- *Maximum depth displayed* 25 m



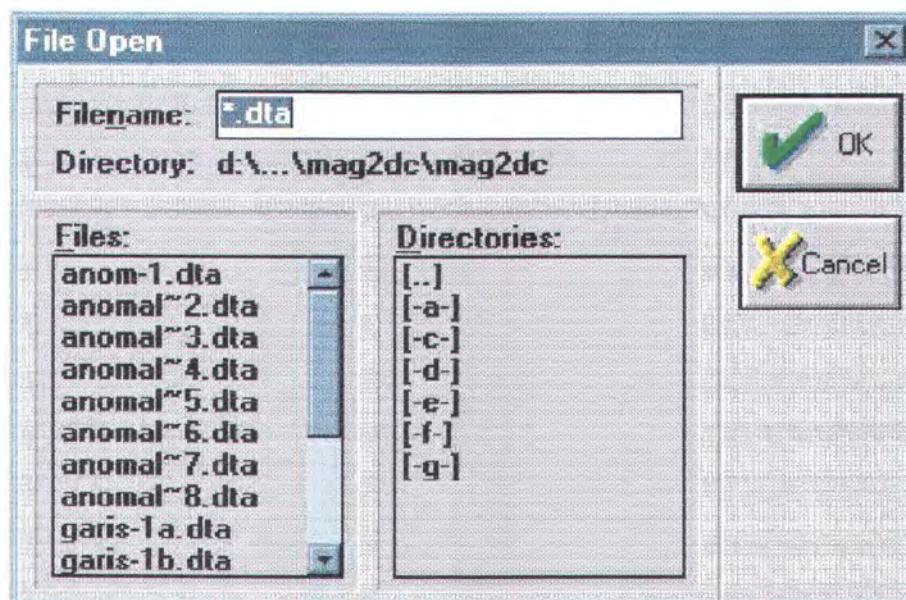
- *Geomagnetic field parameter intensity* = 44712 nT
- *Inclination degree* (untuk wilayah indonesia sebesar -31.790°)
- *Declination degree* (untuk wilayah indonesia sebesar 1.302°)
- Body 1 *susceptibility* 0,2642 (cgs)
- *Number of point* 100
- *Station spacing* 1.000



Gambar 3.5 Input Parameter dalam permodelan



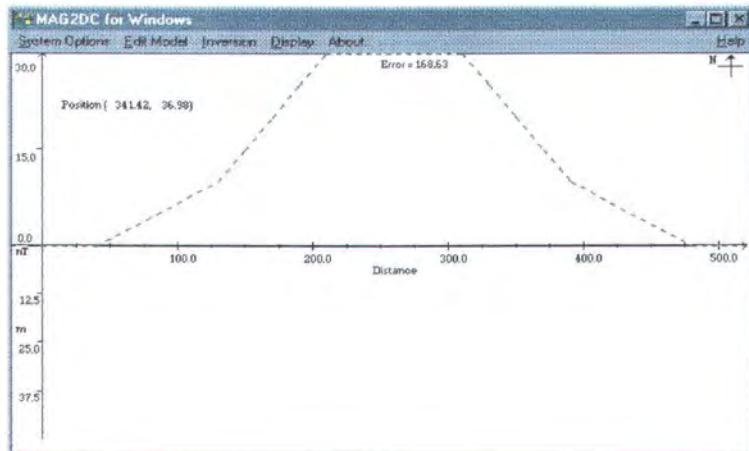
3. Kemudian setelah data semua sudah dimasukkan kemudian dipojok kanan bawah centang tanda *Read in observed data*, maka akan keluar *file.dta* dari data yang telah ketik dalam *notepad* (usahakan extension dari file notepad dalam bentuk txt didelete agar dapat terbaca pada software Mag2DC karena hanya dapat membaca *file* berextension dta).



Gambar 3.6 Memilih input data observasi dalam file.dta

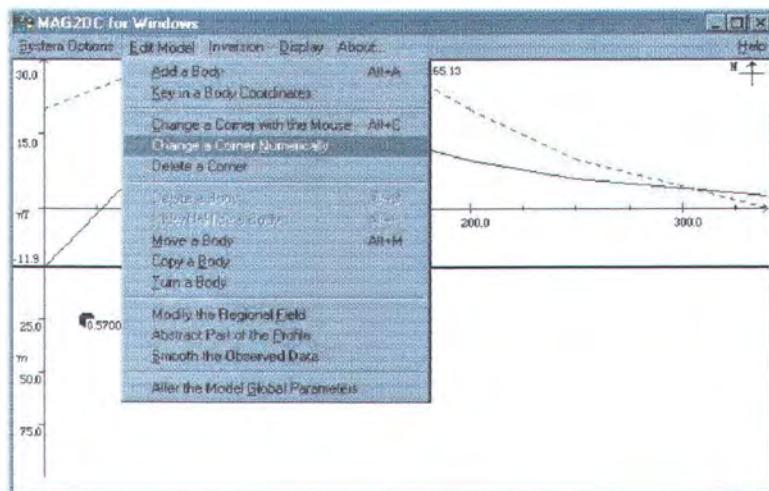


4. Setelah dipilih data yang dikehendaki, maka akan ditampilkan bentuk kurva dari data yang dimasukkan yang berbentuk lengkungan dengan garis putus-putus.



Gambar 3.7 Kurva hasil input data kontur anomali yang diobservasi

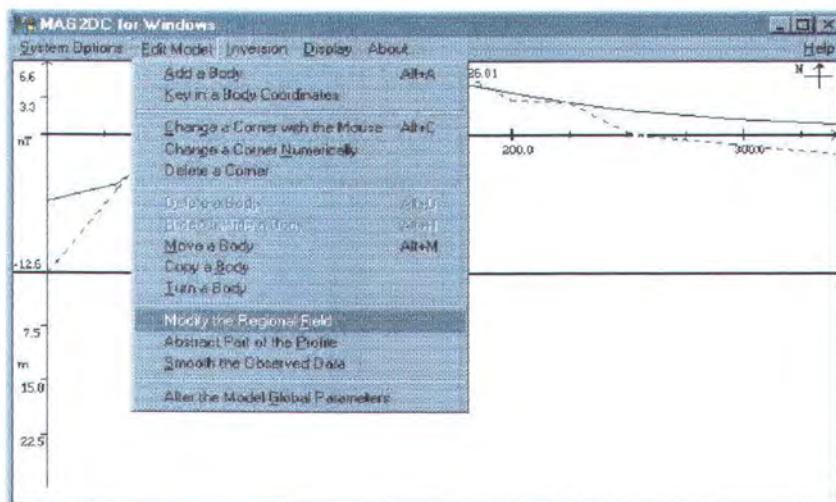
5. Kemudian baru kita memodelkan logam baja tersebut dibawah kurva dengan asumsikan logam tersebut berbentuk bola yang kedap air dengan diameter kurang lebih 1m.



Gambar 3.8 Hasil input setelah model dimodelkan



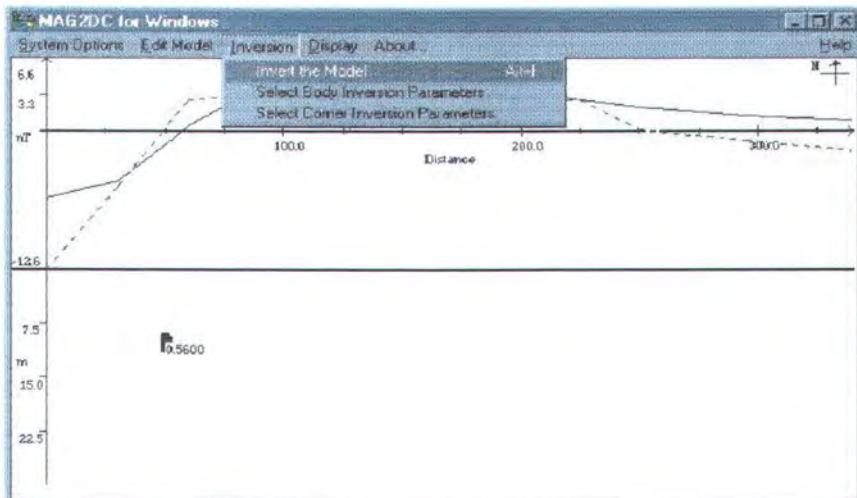
6. Pada kurva di atas belum masih terlihat kurang simetris. Untuk menghasilkan tampilan kurva yang lebih baik, maka dilakukan edit dengan cara mengklik *edit model* dengan memilih *modify the regional body* sampai nilai error antara kurva dengan garis kontinu (tidak putus-putus) dan kurva dengan garis putus-putus sekecil mungkin.



Gambar 3.9 Proses untuk menampilkan bentuk kurva yang baik

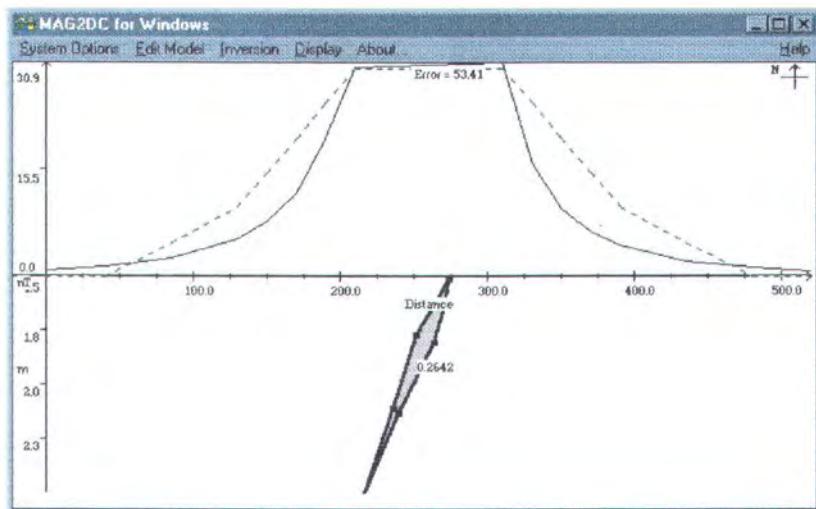
7. Atau pada model yang dimodelkan tadi, kemudian dilakukan iterasi sampai diperoleh bentuk kurva kontinu yang berhimpit atau mendekati kurva putus-putus, sehingga dihasilkan error yang sekecil-kecilnya. Proses iterasi ini dapat dilakukan dengan cara mengklik *inversion* dan memilih salah satu dari 3 cara tersebut, sebagaimana terlihat digambar di bawah ini :

Atau bisa melakukan *edit model*, dan memilih *change a corner with the mouse*

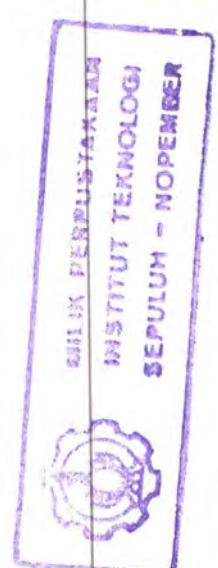


Gambar 3.10 Proses iterasi dengan cara memilih inversion

8. Setelah diperoleh kurva kontinu yang kelihatan berhimpit dengan kurva putus-putus dan nilai error yang kecil, maka akan didapat suatu model bodi atau benda dua dimensi yang menunjukkan bentuk lengkungan dengan nilai suseptibilitas tertentu.

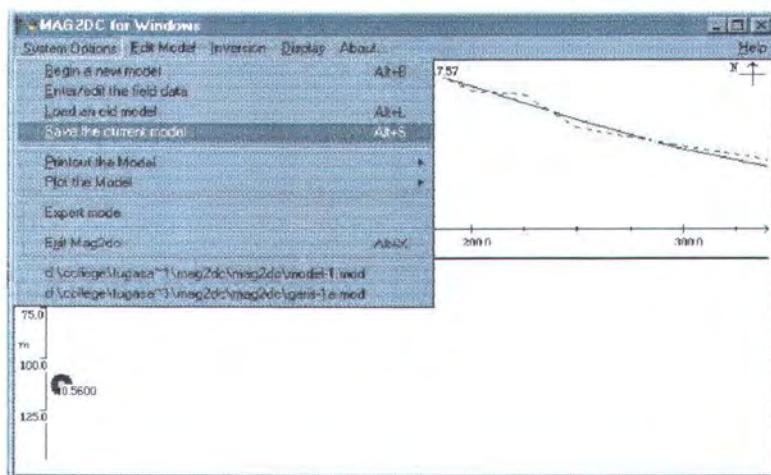


Gambar 3.11 Tampilan kurva yang baik dengan error yang kecil



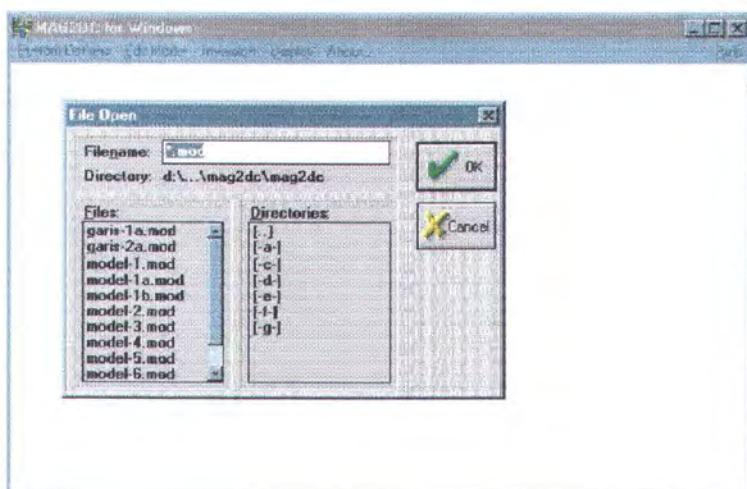


9. Apabila ingin menyimpan hasil pemodelan, maka dipilih *system option*, dan menyimpannya dalam *file.mod*.



Gambar 3.12 Proses penyimpanan hasil permodelan Mag2DC

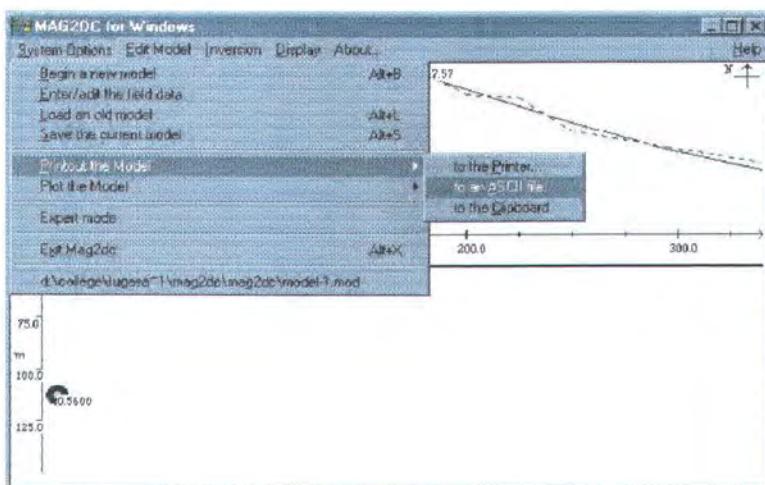
- 10.Untuk memanggil kembali hasil pemodelan yang telah disimpan, maka dipilih :
File open kemudian klik *file* yang mau ditampilkan.



Gambar 3.13 Proses pemanggilan kembali hasil pemodelan yang sudah disimpan



11.Untuk menampilkan hasil out put dari pemodelan bodi di atas, maka dipilih *system options, printout the model, to an ASCII file*, dan selanjutnya akan keluar dalam *notepad*.



Gambar 3.14 Proses untuk menampilkan out put pemodelan Mag2DC

6. Interpretasi Data

Dari hasil *output* data dengan menggunakan Mag2DC kemudian diinterpretasikan untuk mengestimasi bentuk dan dimensi dari lengkungan *seabed* dengan cara memodelkan benda yang menyebabkan terjadinya anomali magnetik tersebut. Hasil pemodelan kemudian diinterpretasikan dalam bentuk 3 dimensi dengan AutoCAD 2000.

7. Analisa Hasil dan Pembahasan

Jadi semua data yang ada dan hasil pemodelan bentuk benda yang menyebabkan anomali dianalisa, mulai dari mendapatkan bentuk bodi dari model pada pemograman dibantu *software*, mendapatkan bentuk 3 dimensi model dengan cara



menggabungkan semua bodi berdasarkan *bearingnya*, kemudian menginterpretasikan model yang ditinjau berdasarkan klasifikasi ranjau yang ada.

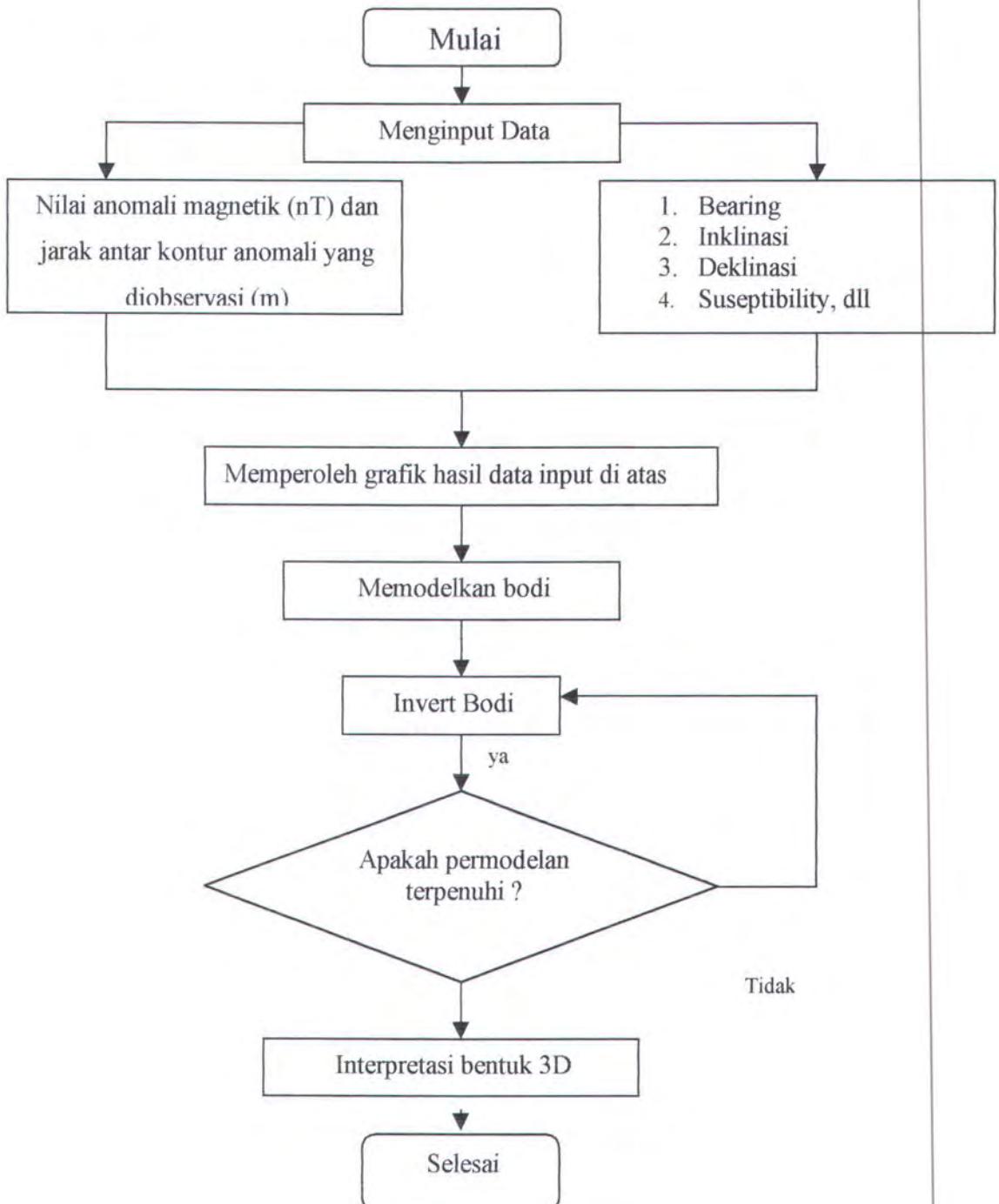
8.Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pembahasan kemudian dapat di tarik suatu kesimpulan.



III.2 Flow Chart

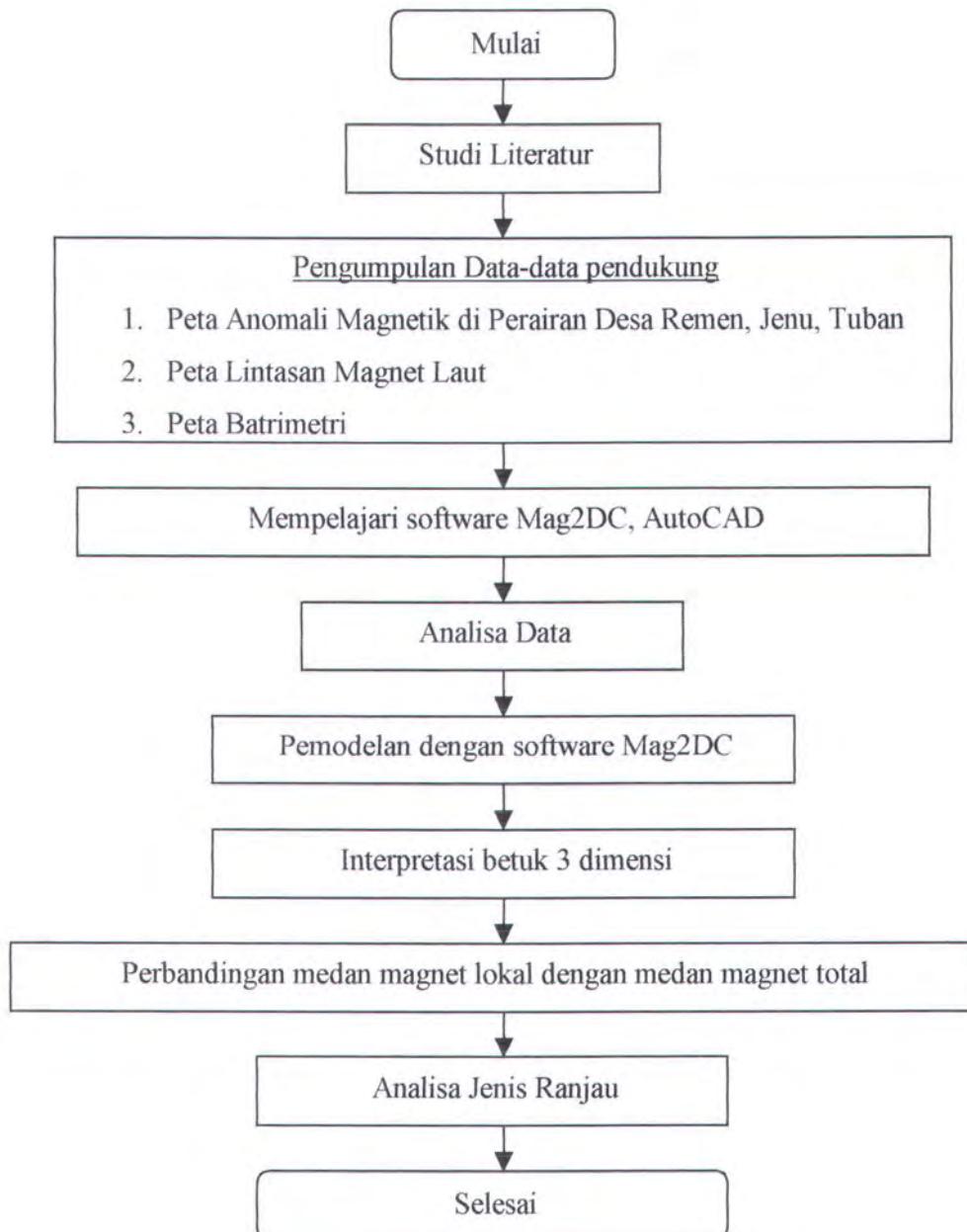
Alur penggerjaan anomali medan magnet dibantu software Mag2DC dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 3.15 Diagram alir dalam pemodelan dengan software Mag2DC



Alur penggerjaan Tugas Akhir :



Gambar 3.16 Diagram alir dalam penggerjaan Tugas Akhir

BAB IV

ANALISA DATA



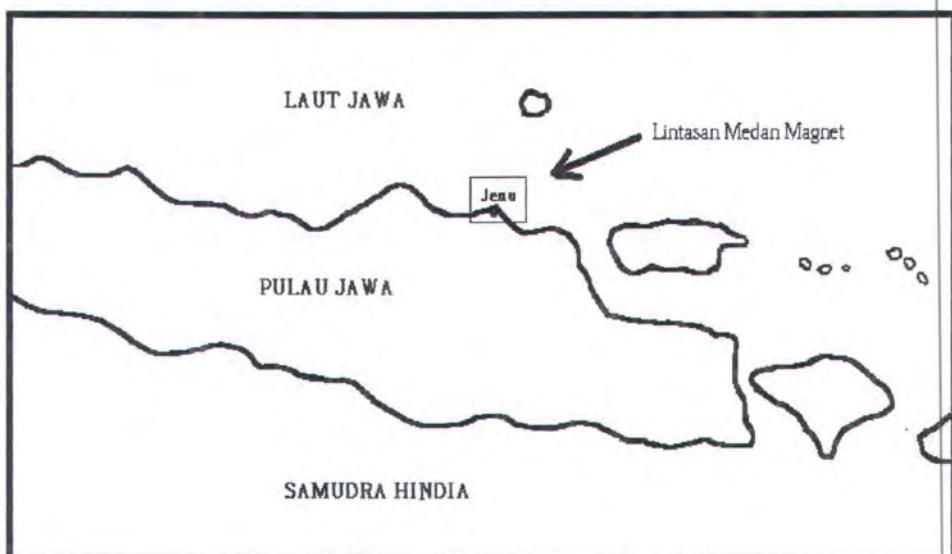
BAB IV

ANALISA HASIL

IV.1 Analisa Data

IV.1.1 Peta Lintasan Magnet Laut pada Perairan Desa Remen, Jenu, Tuban

Jalur lintasan magnet laut yang dipasang secara geografis terletak pada koordinat $6^{\circ}43'112''$ S sampai $6^{\circ}42'0''$ S dan $111^{\circ}56'20,4''$ E sampai $111^{\circ}56'31,2''$ E. secara teritorial masuk pada daerah pantai utara Jawa propinsi Jawa Timur. Peta lintasan magnet laut yang dipakai menggunakan skala 1 : 10.000.



Gambar 4.1 Lokasi peta lintasan magnet laut di Perairan desa Remen,
Jenu, Tuban (PPGL, 2004).



IV.1.2 Analisa Perhitungan Suseptibilitas Logam Model

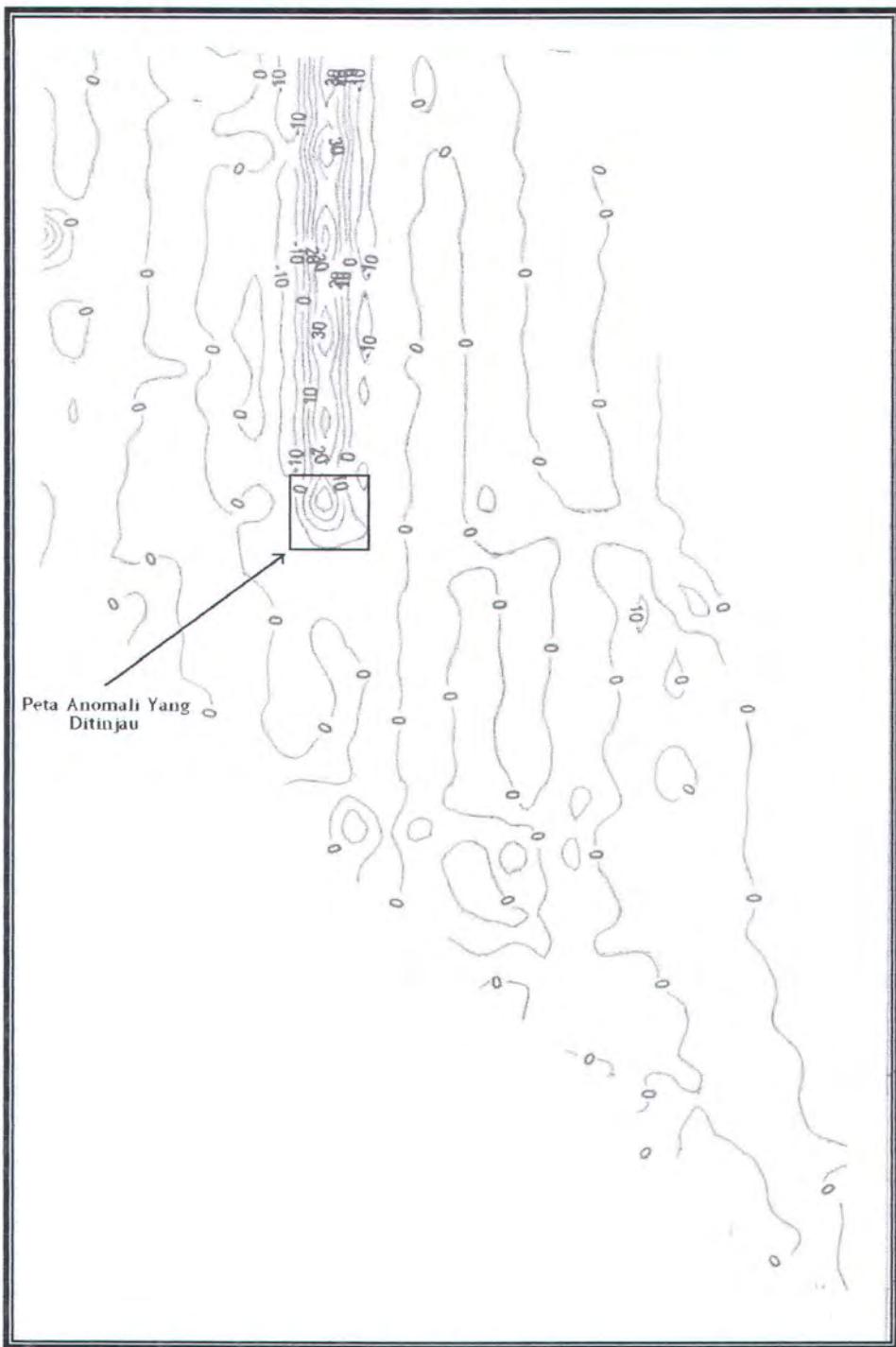
Pada perhitungan nilai suseptibilitas logam model menggunakan pendekatan iterasi pada software Mag2DC dalam hal ini nilai suseptibilitasnya relatif terhadap lingkungan maksudnya nilai di atas adalah nilai suseptibilitas yang sudah dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti air laut, hal ini disebabkan karena model sudah cukup lama berada di dalam air laut berbeda dengan kondisi sebelum dimasukkan ke dalam air laut. Nilai suseptibilitas yang didapat dari pendekatan software adalah 0,2642.

IV.1.3 Model Logam

Model logam baja yang diidentifikasi diperkirakan berbentuk bola yang kedap air (*massive*) berdiameter ± 1 meter terangkai satu sama lain secara memanjang di perairan desa Remen, Jenu, Tuban.

IV.1.4 Analisa Peta Anomali Magnet Lokal

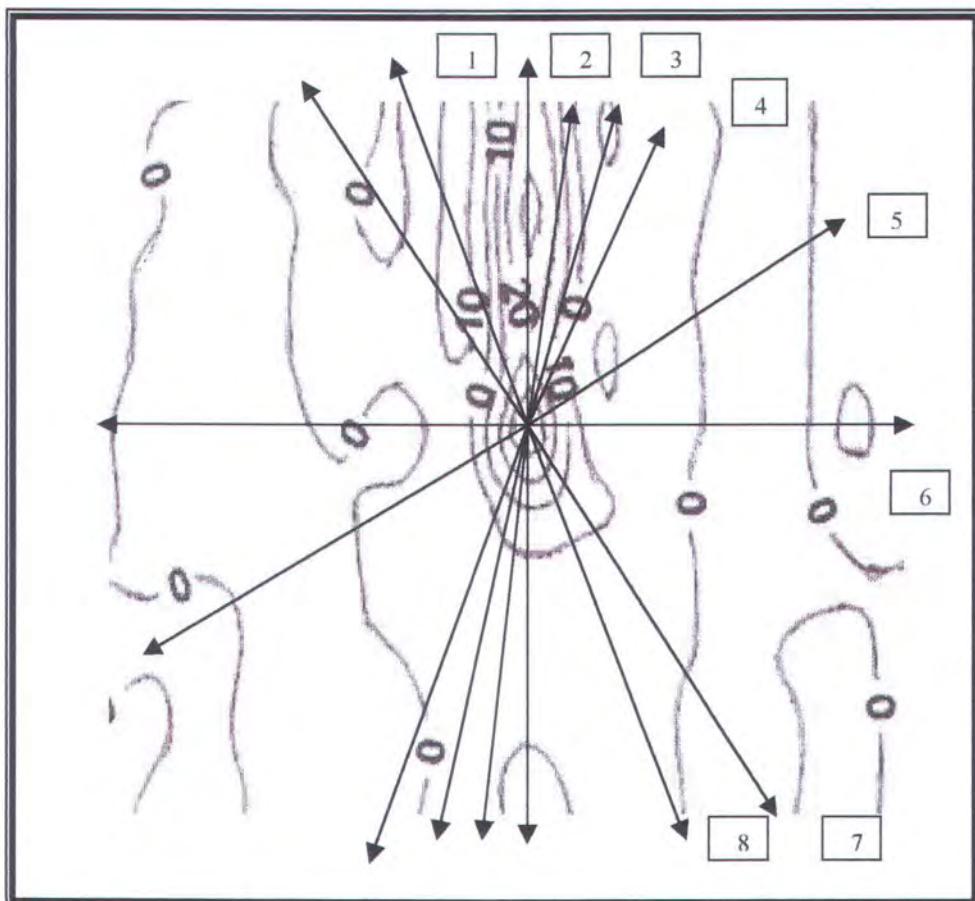
Untuk pemodelan dibantu software Mag2DC ini dibuat sudut potongan yang dianggap mewakili penampang dari model yang sudah diidentifikasi. Sudut yang dipilih adalah 0° , 14° , 21° , 29° , 74° , 90° , 151° , 166° terhadap arah utara. Pemotongan ini dilakukan pada peta anomali magnet lokal di perairan desa Remen, Jenu, Tuban pada daerah yang sudah dipilih yaitu dengan cara memberi garis berbentuk segiempat pada daerah yang dipilih atau yang ditinjau. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.2 di bawah ini :



Gambar 4.2 Peta Anomali medan magnet lokal



Pemilihan area yang akan ditinjau didasarkan atas kemudahan dalam pemotongan penampang karena anomali dari model tersebut saling berinteraksi satu sama lain sehingga pola dari anomali model satu sama lain saling menyambung. Sehingga daerah yang mudah ditinjau adalah daerah yang dapat kita lihat pada Gambar 4.3 di bawah ini :



Gambar 4.3 Peta anomali medan magnet yang ditinjau



IV.1.5 Analisa Data Kontur Anomali Magnetik Lokal

Pada penarikan garis potongan ke-1 dengan mengambil sudut kemiringan tarhadap utara (*bearing*) sebesar 0^0 , maka diperoleh nilai jarak horisontal (m) dan nilai anomali magnetik lokal (nT) sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data kontur anomali magnetik garis-1

| L (cm) | L (m) Skala Peta | Anomali Magnetik (nT) |
|--------|---------------------|--------------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 0,4 | 40 | 0 |
| 0,85 | 85 | 5 |
| 1,30 | 130 | 10 |
| 1,50 | 150 | 15 |
| 1,70 | 170 | 20 |
| 1,90 | 190 | 25 |
| 2,10 | 210 | 30 |
| 3,10 | 310 | 30 |
| 3,30 | 330 | 25 |
| 3,50 | 350 | 20 |
| 3,70 | 370 | 15 |
| 3,90 | 390 | 10 |
| 4,35 | 435 | 5 |
| 4,80 | 480 | 0 |
| 5,20 | 520 | 0 |



Pada penarikan garis potongan ke-2 dengan mengambil sudut kamiringan tarhadap utara (*bearing*) sebesar 14° , maka diperoleh nilai jarak horisontal (m) dan nilai anomali magnetik lokal (nT) sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data kontur anomali magnetik garis-2

| L (cm) | L (m) Skala Peta | Anomali Magnetik (nT) |
|--------|---------------------|--------------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 0,75 | 75 | 0 |
| 1,10 | 110 | 5 |
| 1,45 | 145 | 10 |
| 1,70 | 170 | 15 |
| 1,95 | 195 | 20 |
| 2,15 | 215 | 25 |
| 2,25 | 225 | 30 |
| 3,15 | 315 | 30 |
| 3,35 | 335 | 25 |
| 3,55 | 355 | 20 |
| 3,75 | 375 | 15 |
| 3,95 | 395 | 10 |
| 4,325 | 432,5 | 5 |
| 4,70 | 470 | 0 |
| 5,40 | 540 | 0 |



Pada penarikan garis potongan ke-3 dengan mengambil sudut kamiringan tarhadap utara (*bearing*) sebesar 21° , maka diperoleh nilai jarak horisontal (m) dan nilai anomali magnetik lokal (nT) sebagai berikut :

Tabel 4.3 Data kontur anomali magnetik garis-3

| L (cm) | L (m) Skala Peta | Anomali Magnetik (nT) |
|--------|---------------------|--------------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 1,00 | 100 | 0 |
| 1,30 | 130 | 5 |
| 1,60 | 160 | 10 |
| 1,775 | 177,5 | 15 |
| 1,95 | 195 | 20 |
| 2,15 | 215 | 25 |
| 2,35 | 235 | 30 |
| 3,15 | 315 | 30 |
| 3,40 | 340 | 25 |
| 3,65 | 365 | 20 |
| 3,875 | 387,5 | 15 |
| 4,10 | 410 | 10 |
| 4,40 | 440 | 5 |
| 4,70 | 470 | 0 |
| 5,70 | 570 | 0 |



Pada penarikan garis potongan ke-4 dengan mengambil sudut kamiringan tarhadap utara (*bearing*) sebesar 29^0 , maka diperoleh nilai jarak horisontal (m) dan nilai anomali magnetik lokal (nT) sebagai berikut :

Tabel 4.4 Data kontur anomali magnetik garis-4

| L (cm) | L (m) Skala Peta | Anomali Magnetik (nT) |
|--------|---------------------|--------------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 1,35 | 135 | 0 |
| 1,60 | 160 | 5 |
| 1,85 | 185 | 10 |
| 2,00 | 200 | 15 |
| 2,15 | 215 | 20 |
| 2,35 | 235 | 25 |
| 2,55 | 255 | 30 |
| 3,30 | 330 | 30 |
| 3,50 | 350 | 25 |
| 3,70 | 370 | 20 |
| 3,85 | 385 | 15 |
| 4,00 | 400 | 10 |
| 4,25 | 425 | 5 |
| 4,50 | 450 | 0 |
| 5,85 | 585 | 0 |



Pada penarikan garis potongan ke-5 dengan mengambil sudut kamiringan tarhadap utara (*bearing*) sebesar 74^0 , maka diperoleh nilai jarak horisontal (m) dan nilai anomali magnetik lokal (nT) sebagai berikut :

Tabel 4.5 Data kontur anomali magnetik garis-5

| L (cm) | L (m) Skala Peta | Anomali Magnetik (nT) |
|--------|---------------------|--------------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 0,50 | 50 | 0 |
| 0,70 | 70 | 5 |
| 0,90 | 90 | 10 |
| 1,00 | 100 | 15 |
| 1,10 | 110 | 20 |
| 1,25 | 125 | 25 |
| 1,40 | 140 | 30 |
| 1,75 | 175 | 31 |
| 2,10 | 210 | 30 |
| 2,20 | 220 | 25 |
| 2,30 | 230 | 20 |
| 2,40 | 240 | 15 |
| 2,50 | 250 | 10 |
| 2,65 | 265 | 5 |
| 2,85 | 285 | 0 |
| 3,20 | 320 | 0 |



Pada penarikan garis potongan ke-6 dengan mengambil sudut kamiringan tarhadap utara (*bearing*) sebesar 90^0 , maka diperoleh nilai jarak horisontal (m) dan nilai anomali magnetik lokal (nT) sebagai berikut :

Tabel 4.6 Data kontur anomali magnetik garis-6

| L (cm) | L (m) Skala Peta | Anomali Magnetik |
|--------|---------------------|---------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 0,50 | 50 | 0 |
| 0,65 | 65 | 5 |
| 0,80 | 80 | 10 |
| 0,90 | 90 | 15 |
| 1,00 | 100 | 20 |
| 1,15 | 115 | 25 |
| 1,30 | 130 | 30 |
| 1,60 | 160 | 31 |
| 1,90 | 190 | 30 |
| 2,05 | 205 | 25 |
| 2,20 | 220 | 20 |
| 2,30 | 230 | 15 |
| 2,40 | 240 | 10 |
| 2,55 | 255 | 5 |
| 2,70 | 270 | 0 |
| 3,20 | 320 | 0 |



Pada penarikan garis potongan ke-7 dengan mengambil sudut kamiringan tarhadap utara (*bearing*) sebesar 151^0 , maka diperoleh nilai jarak horisontal (m) dan nilai anomali magnetik lokal (nT) sebagai berikut :

Tabel 4.7 Data kontur anomali magnetik garis-7

| L (cm) | L (m) Skala Peta | Anomali Magnetik (nT) |
|--------|---------------------|--------------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 0,80 | 80 | 0 |
| 1,275 | 127,5 | 5 |
| 1,75 | 175 | 10 |
| 1,975 | 197,5 | 15 |
| 2,20 | 1220 | 20 |
| 2,405 | 240,5 | 25 |
| 2,60 | 2,60 | 30 |
| 3,40 | 3,40 | 30 |
| 3,60 | 3,60 | 25 |
| 3,80 | 3,80 | 20 |
| 4,025 | 402,5 | 15 |
| 4,25 | 425 | 10 |
| 4,725 | 472,5 | 5 |
| 5,20 | 520 | 0 |
| 6,00 | 600 | 0 |



Pada penarikan garis potongan ke-8 dengan mengambil sudut kamiringan tarhadap utara (*bearing*) sebesar 166^0 , maka diperoleh nilai jarak horisontal (m) dan nilai anomali magnetik lokal (nT) sebagai berikut :

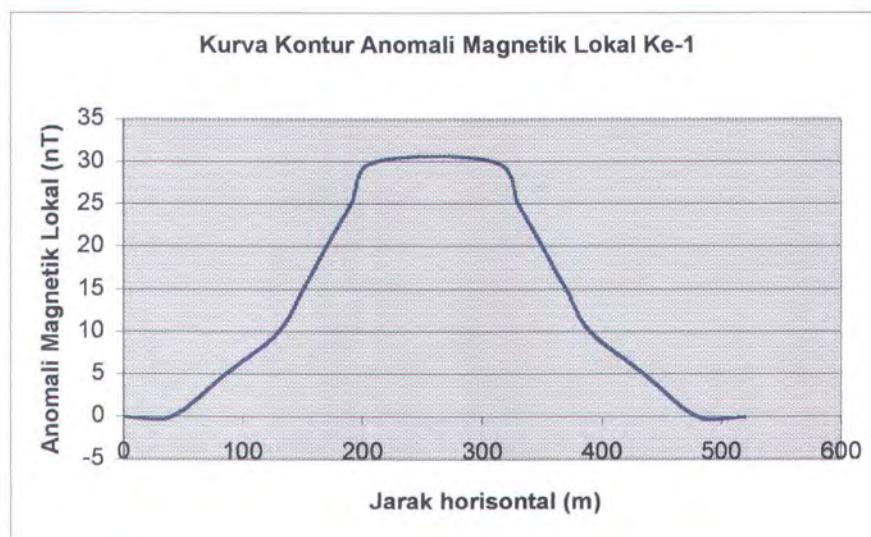
Tabel 4.8 Data kontur anomali magnetik garis-8

| L (cm) | L (m) Skala Peta | Anomali Magnetik (nT) |
|--------|---------------------|--------------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 0,50 | 50 | 0 |
| 0,90 | 90 | 5 |
| 1,30 | 130 | 10 |
| 1,55 | 155 | 15 |
| 1,80 | 180 | 20 |
| 2,025 | 202,5 | 25 |
| 2,25 | 225 | 30 |
| 3,10 | 310 | 30 |
| 3,325 | 332,5 | 25 |
| 3,55 | 355 | 20 |
| 3,80 | 380 | 15 |
| 4,05 | 405 | 10 |
| 4,455 | 445,5 | 5 |
| 4,85 | 485 | 0 |
| 5,35 | 535 | 0 |

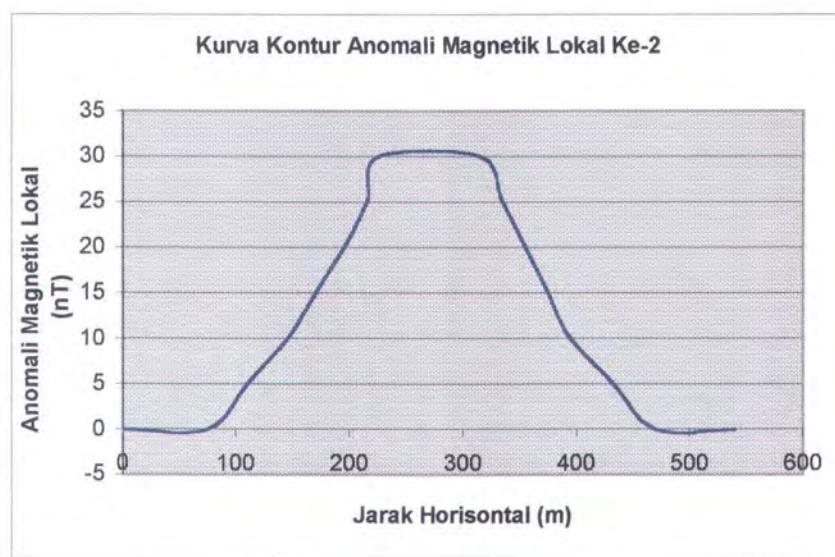


IV.1.6 Analisa Kurva Anomali Magnetik Lokal

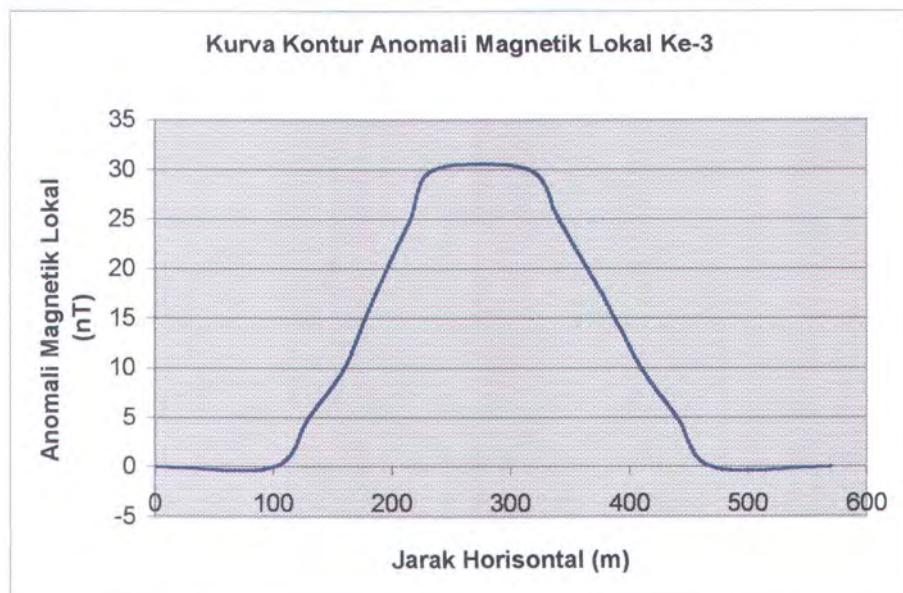
Semua data kontur diperoleh dari tabel di atas disesuaikan dengan bearingnya, dimana sumbu x adalah jarak horisontal (m) sedangkan sumbu y adalah anomali magnetik lokal (nT), bentuk kurva pada masing-masing garis dapat dilihat di bawah ini :



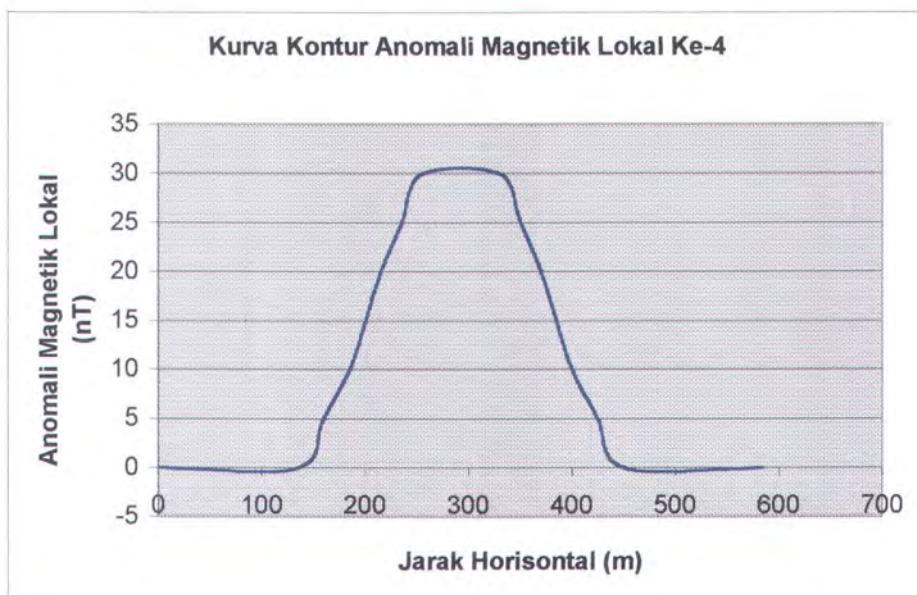
Gambar 4.4 Kurva anomali magnetik garis ke-1



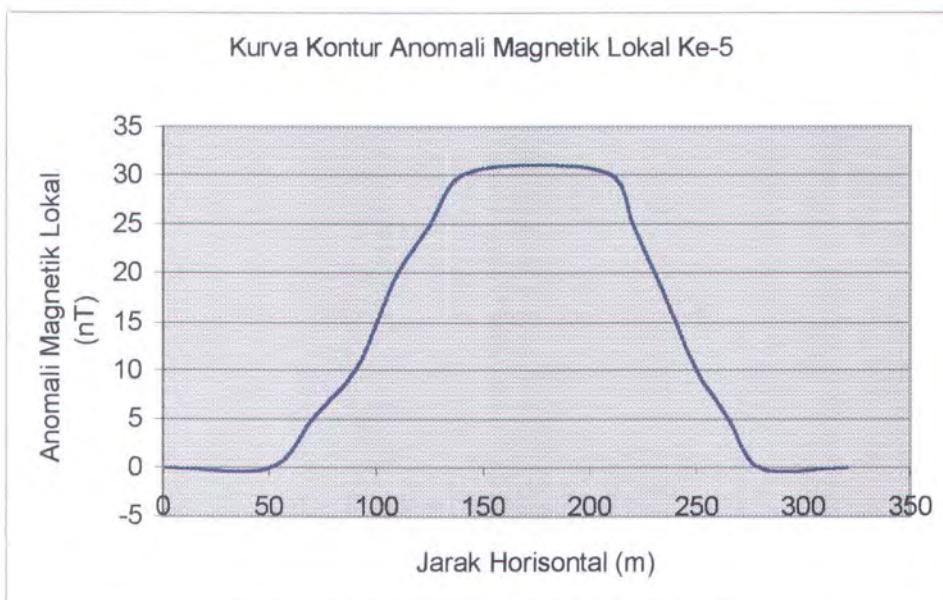
Gambar 4.5 Kurva anomali magnetik garis ke-2



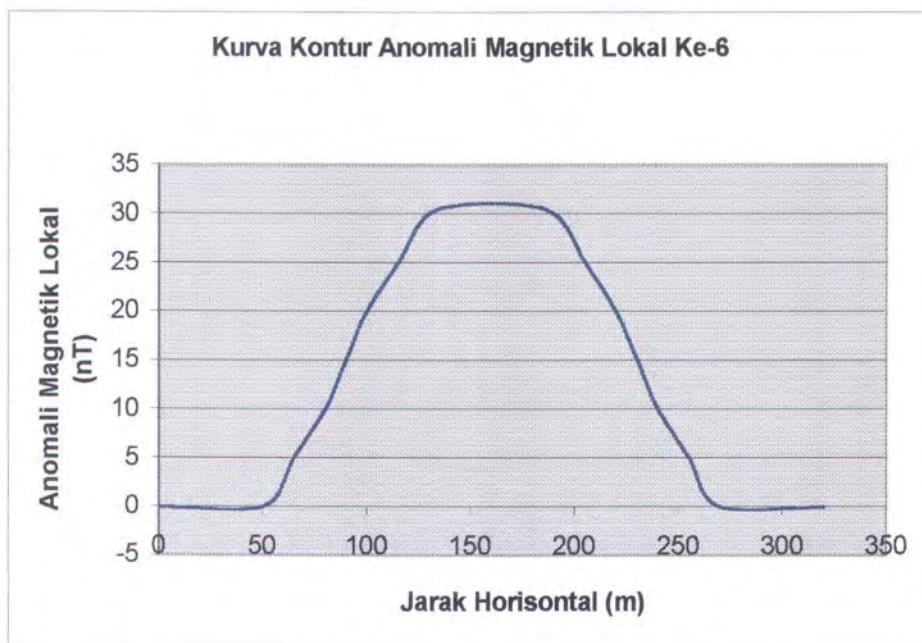
Gambar 4.6 Kurva anomali magnetik garis ke-3



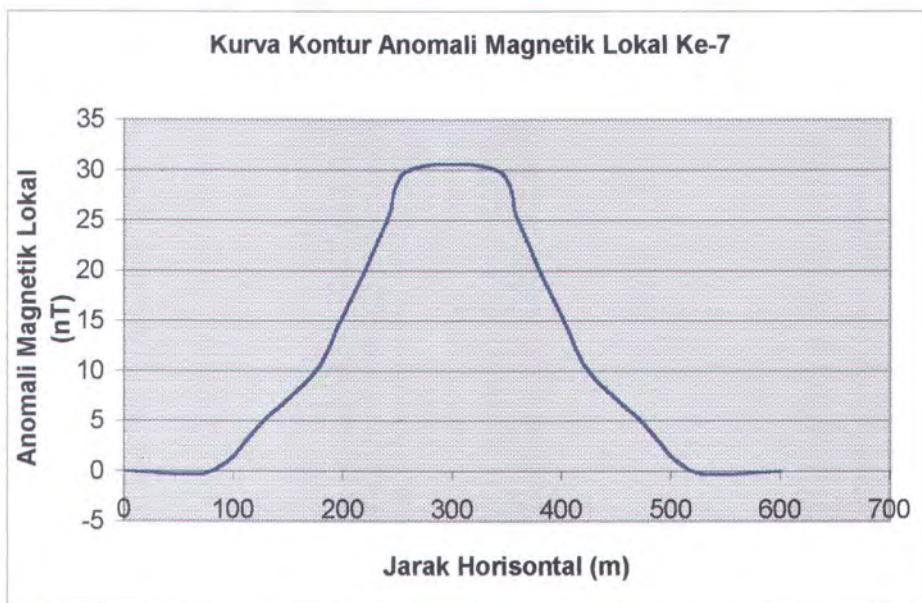
Gambar 4.7 Kurva anomali magnetik garis ke-4



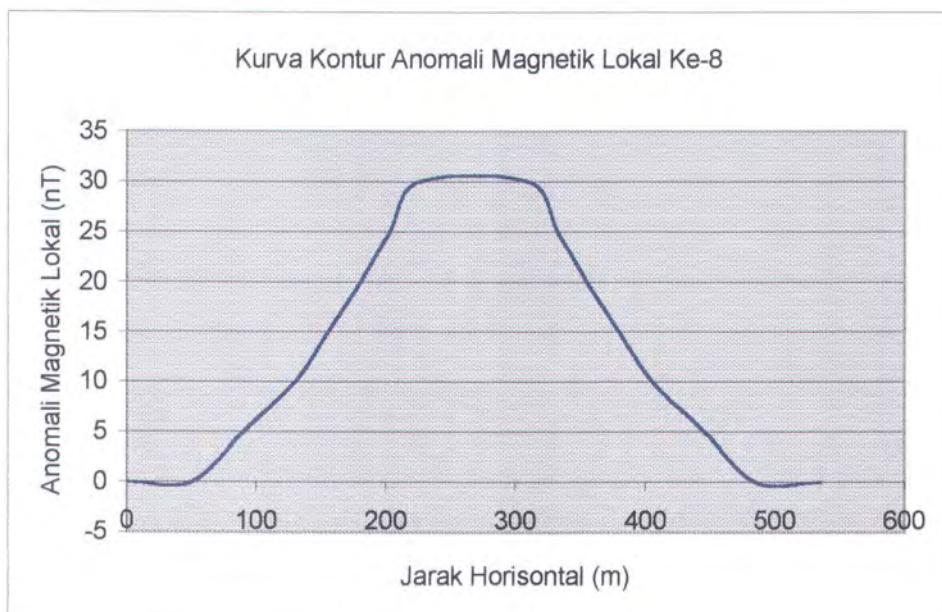
Gambar 4.8 Kurva anomali magnetik garis ke-5



Gambar 4.9 Kurva anomali magnetik garis ke-6



Gambar 4.10 Kurva anomali magnetik garis ke-7



Gambar 4.11 Kurva anomali magnetik garis ke-8



IV. 1.7 Analisa Kurva Hasil Pemodelan Anomali Magnetik Lokal

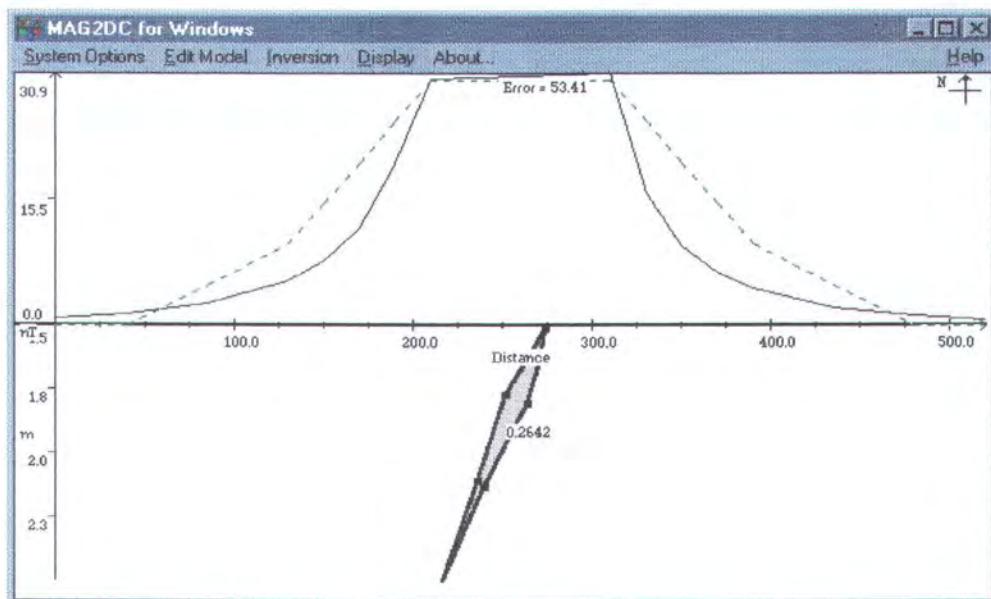
Pada analisa kurva hasil pemodelan anomali magnetik lokal ada beberapa parameter yang harus dimasukkan pada saat pemodelan yaitu *Profile Bearing*, *Reference Height*, *Maximum Depth*/ kedalaman maksimum, *Geomagnetic Field Parameter Intensity* (nT), *Inclination* (degree), *Declination* (degree), *Susceptibility* (cgs), *Station Spacing*/ range jarak antar kontur, *Number Of Point*/ jumlah titik pengamatan. Untuk *Profile Bearing*/ sudut kemiringan antara garis yang ditarik pada kontur anomali medan magnet terhadap arah utara yang dipilih adalah 0^0 , 14^0 , 21^0 , 29^0 , 74^0 , 90^0 , 151^0 , 166^0 terhadap arah utara. *Reference Height* yang dipakai 1 meter di bawah garis air laut, sedangkan *Maximum Depth* di lokasi adalah sekitar 25 meter. Data *Geomagnetic Field Parameter Intensity*, *declination degree*, dan *inclination degree* diperoleh dari www.geomag.bgs.ac.uk dengan memasukkan posisi pengukuran yang ditinjau di lapangan yaitu : $6^0 43''$ S dan $111^0 57''$ E. *Susceptibility* yang dipakai 0,264, range jarak antar kontur yang digunakan 1 sedangkan batas jumlah titik pengamatan yang diambil 100.

1) Garis -1

- *Profile Bearing* : 0^0
- *Reference Height* : 1 meter
- *Maximum Depth* : 25 meter
- *Geomagnetic Field Parameter Intensity* : 44.712 nT
- *Inclination* : $-31,790^0$
- *Declination* : $1,32^0$
- *Susceptibility* : 0,264
- *Station Spacing* : 1,000
- *Number Of Point* : 100



Pada hasil output pemodelan bodi di atas dengan dibantu *software* Mag2DC, didapat bentuk kurva garis putus-putus (kurva observasi) dan kurva garis tidak putus-putus (kurva kalkulasi) dimana sumbu y positif adalah kuat medan magnet (nT) dan sumbu x adalah jarak horizontal (m), sedangkan sumbu y negatif adalah kedalaman (m). Bodi model yang dibentuk di bawah kurva adalah perbandingan antara kurva garis putus-putus dengan kurva garis tidak putus-putus jadi semakin kecil error yang terjadi maka bodi model akan semakin mendekati bentuk model aslinya dilapangan yang sedang ditinjau.



Gambar 4.12 Kurva dan bodi hasil pemodelan dengan Mag2DC garis-1

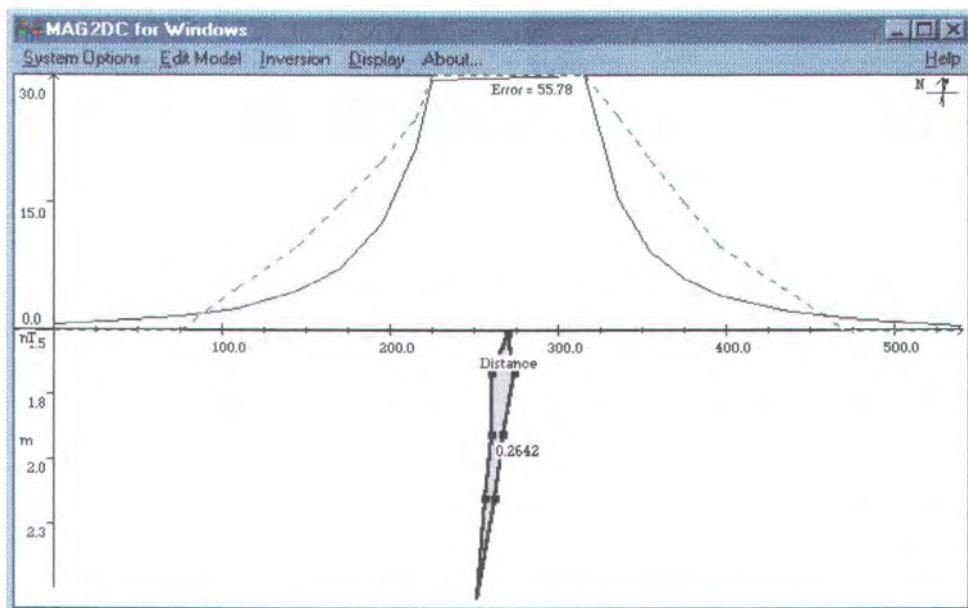
Pada pemodelan bodi untuk garis-1, diperoleh :

- Diameter model 1 m.
- Posisi model berada pada 245,426 m terhadap posisi awal pengukuran.
- Kedalaman maksimum model 2,512 m di bawah permukaan laut.
- Suseptibilitasnya 0,2642.



2) Garis -2

- *Profile Bearing* : 14^0
- *Reference Height* : 1 meter
- *Maximum Depth* : 25 meter
- *Geomagnetic Field Parameter Intensity* : 44.712 nT
- *Inclination* : $-31,790^0$
- *Declination* : $1,32^0$
- *Susceptibility* : 0,264
- *Station Spacing* : 1,000
- *Number Of Point* : 100



Gambar 4.13 Kurva dan bodi hasil pemodelan dengan Mag2DC garis-2

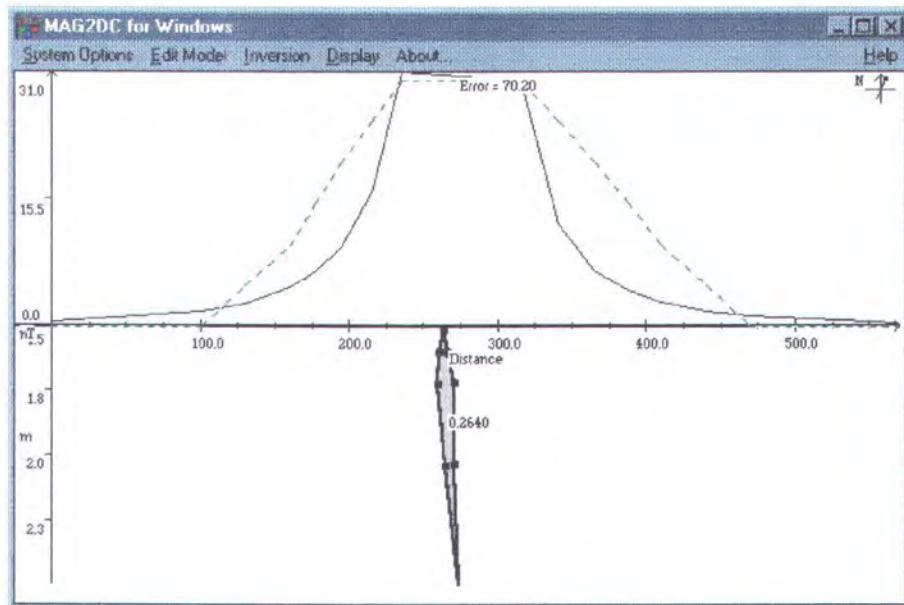
Pada pemodelan bodi untuk garis-2, diperoleh :

- Diameter model 1 m.
- Posisi model berada pada 262,545 m terhadap posisi awal pengukuran.
- Kedalaman maksimum model 2,545 m di bawah permukaan laut.
- Suseptibilitasnya 0,2642.



3) Garis -3

- *Profile Bearing* : 21^0
- *Reference Height* : 1 meter
- *Maximum Depth* : 25 meter
- *Geomagnetic Field Parameter Intensity* : 44.712 nT
- *Inclination* : $-31,790^0$
- *Declination* : $1,32^0$
- *Susceptibility* : 0,264
- *Station Spacing* : 1,000
- *Number Of Point* : 100



Gambar 4.14 Kurva dan bodi hasil pemodelan dengan Mag2DC garis-3

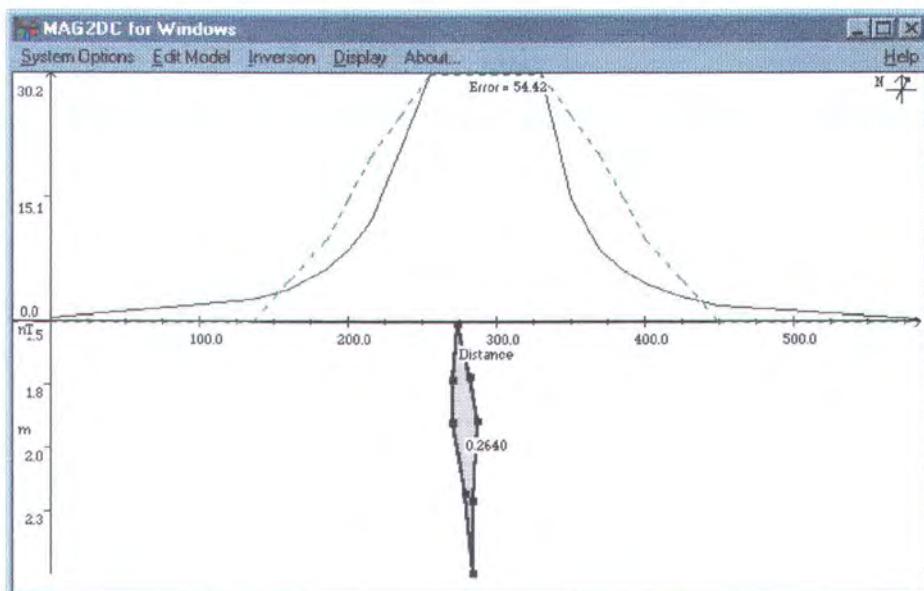
Pada pemodelan bodi untuk garis-3, diperoleh :

- Diameter model 1 m.
- Posisi model berada pada 266,673 m terhadap posisi awal pengukuran.
- Kedalaman maksimum model 2,515 m di bawah permukaan laut.
- Suseptibilitasnya 0,2642.



4) Garis -4

- *Profile Bearing* : 29^0
- *Reference Height* : 1 meter
- *Maximum Depth* : 25 meter
- *Geomagnetic Field Parameter Intensity* : 44.712 nT
- *Inclination* : $-31,790^0$
- *Declination* : $1,32^0$
- *Susceptibility* : 0,264
- *Station Spacing* : 1,000
- *Number Of Point* : 100



Gambar 4.15 Kurva dan bodi hasil pemodelan dengan Mag2DC garis-4

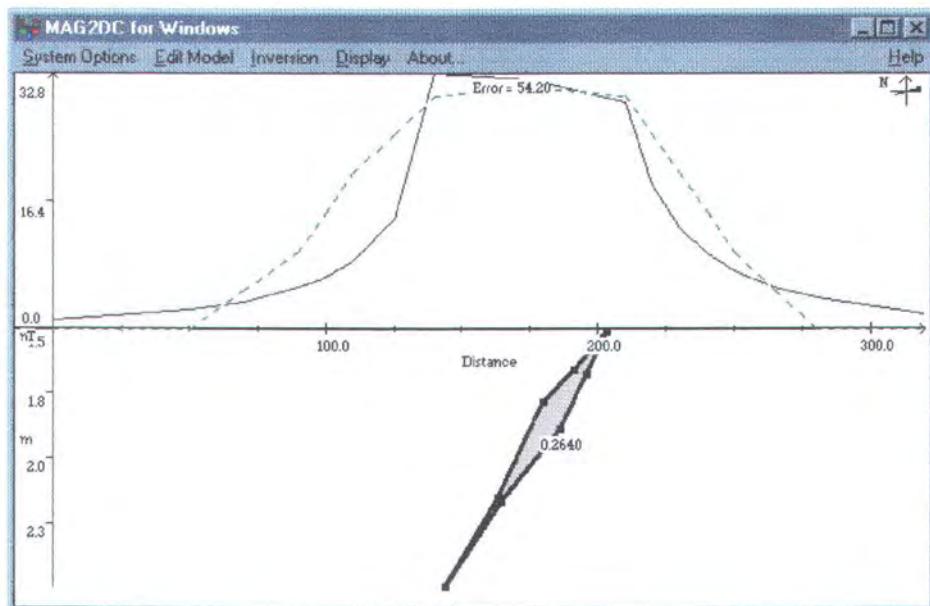
Pada pemodelan bodi untuk garis-4, diperoleh :

- Diameter model 1 m.
- Posisi model berada pada 277,178 m terhadap posisi awal pengukuran.
- Kedalaman maksimum model 2,509 m terhadap pusat bodi.
- Suseptibilitasnya 0,2642.



5) Garis -5

- *Profile Bearing* : 74^0
- *Reference Height* : 1 meter
- *Maximum Depth* : 25 meter
- *Geomagnetic Field Parameter Intensity* : 44.712 nT
- *Inclination* : $-31,790^0$
- *Declination* : $1,32^0$
- *Susceptibility* : 0,264
- *Station Spacing* : 1,000
- *Number Of Point* : 100



Gambar 4.16 Kurva dan bodi hasil pemodelan dengan Mag2DC garis-5

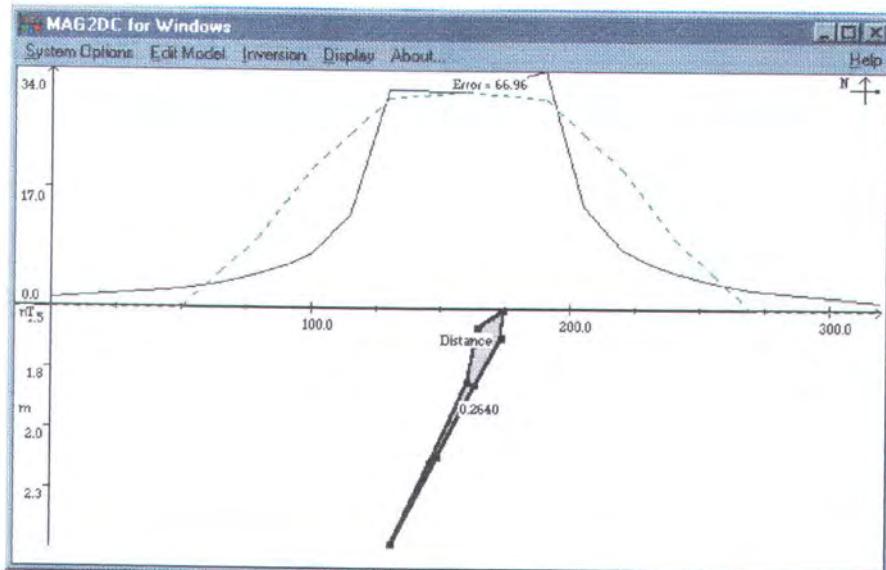
Pada pemodelan bodi untuk garis-5, diperoleh :

- Diameter model 1 m.
- Posisi model berada pada 173,794 m terhadap posisi awal pengukuran.
- Kedalaman maksimum model 2,508 m terhadap pusat bodi.
- Suseptibilitasnya 0,2642.



6) Garis -6

- *Profile Bearing* : 90^0
- *Reference Height* : 1 meter
- *Maximum Depth* : 25 meter
- *Geomagnetic Field Parameter Intensity* : 44.712 nT
- *Inclination* : $-31,790^0$
- *Declination* : $1,32^0$
- *Susceptibility* : 0,264
- *Station Spacing* : 1,000
- *Number Of Point* : 100



Gambar 4.17 Kurva dan bodi hasil pemodelan dengan Mag2DC garis-6

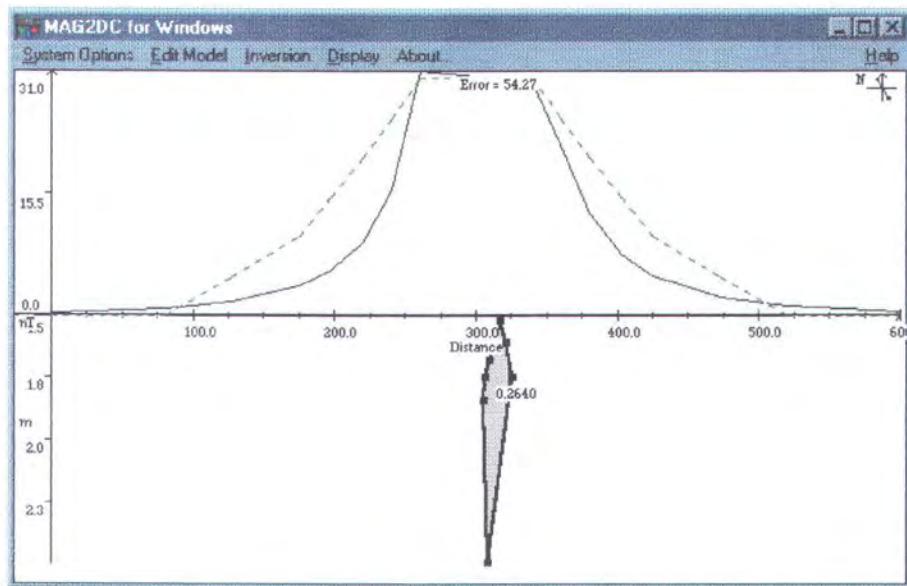
Pada pemodelan bodi untuk garis-6, diperoleh :

- Diameter model 1 m.
- Posisi model berada pada 152,961 m terhadap posisi awal pengukuran.
- Kedalaman maksimum model 2,488 m terhadap pusat bodi.
- Suseptibilitasnya 0,2642.



7) Garis -7

- *Profile Bearing* : 151°
- *Reference Height* : 1 meter
- *Maximum Depth* : 25 meter
- *Geomagnetic Field Parameter Intensity* : 44.712 nT
- *Inclination* : $-31,790^{\circ}$
- *Declination* : $1,32^{\circ}$
- *Susceptibility* : 0,264
- *Station Spacing* : 1,000
- *Number Of Point* : 100



Gambar 4.18 Kurva dan bodi hasil pemodelan dengan Mag2DC garis-7

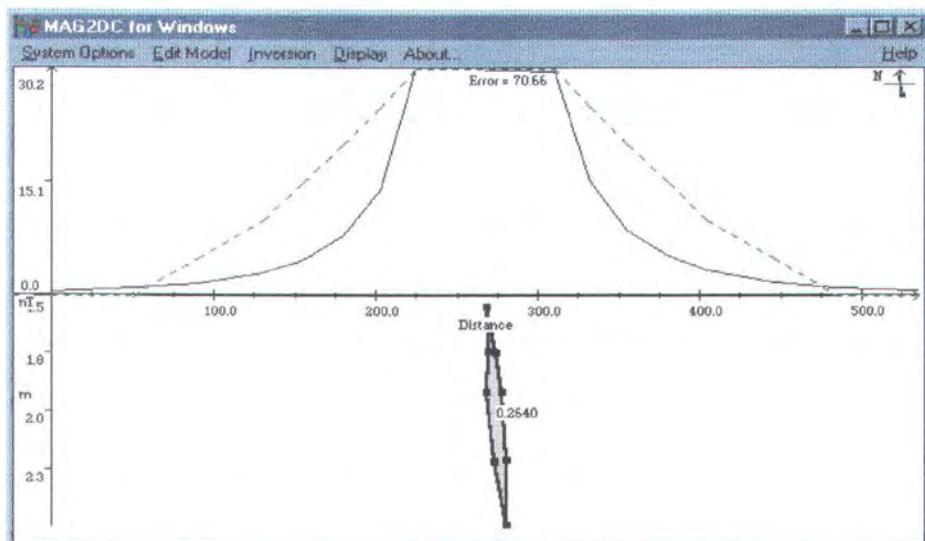
Pada pemodelan bodi untuk garis-7, diperoleh :

- Diameter model 1 m.
- Posisi model berada pada 316,616 m terhadap posisi awal pengukuran.
- Kedalaman maksimum model 2,497 m terhadap pusat bodi.
- Suseptibilitasnya 0,2642.



8) Garis -8

- *Profile Bearing* : 166°
- *Reference Height* : 1 meter
- *Maximum Depth* : 25 meter
- *Geomagnetic Field Parameter Intensity* : 44.712 nT
- *Inclination* : $-31,790^{\circ}$
- *Declination* : $1,32^{\circ}$
- *Susceptibility* : 0,264
- *Station Spacing* : 1,000
- *Number Of Point* : 100



Gambar 4.19 Kurva dan bodi hasil pemodelan dengan Mag2DC garis-8

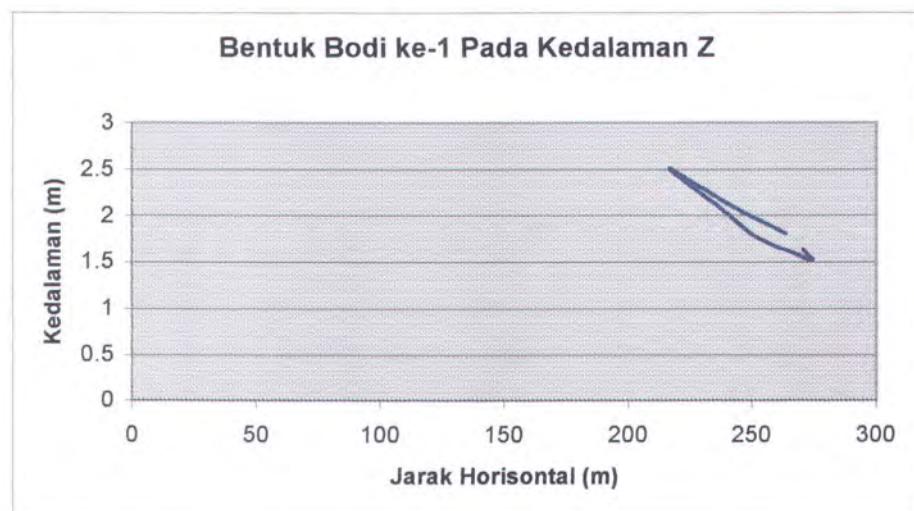
Pada pemodelan bodi untuk garis-8, diperoleh :

- Diameter model 1 m
- Posisi model berada pada 274,623 m terhadap posisi awal pengukuran.
- Kedalaman maksimum model 2,50 m terhadap pusat bodi.
- Suseptibilitasnya 0,2642.

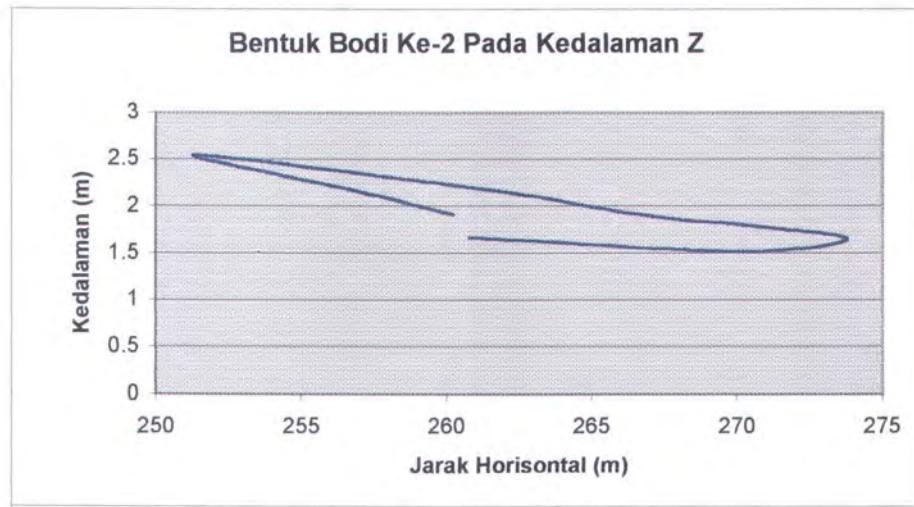


IV. 1.8 Analisa Bentuk Body Hasil Interpretasi 2 Dimensi

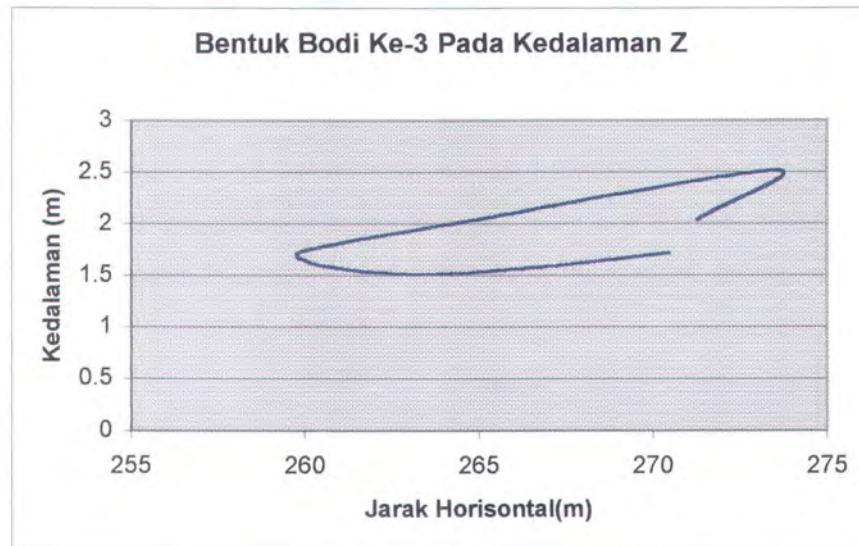
Setelah kita mendapatkan bentuk-bentuk bodi hasil interpretasi peta anomali medan magnet lokal dengan cara pemodelan dengan *software Mag2DC* di atas, kita dapat menampilkan dalam bentuk kurva dengan cara memasukkan data koordinat bodi yang berasal dari out put program (*ASC.file*) dalam bentuk *notepad* dimana sumbu y adalah kedalaman (m) dan sumbu x adalah jarak horisontal (m) yang dapat dilihat seperti di bawah ini:



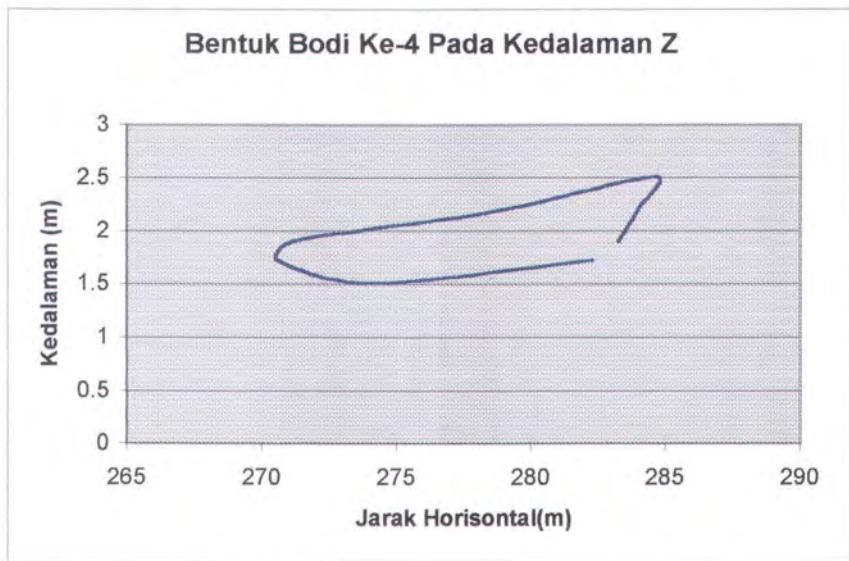
Gambar 4.20 Bentuk bodi ke-1 dari Mag2DC



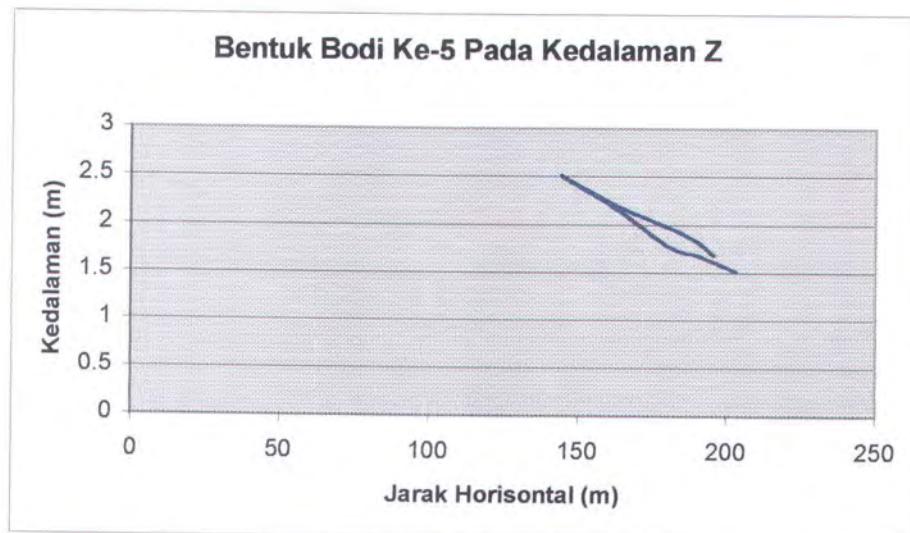
Gambar 4.21 Bentuk bodi ke-2 dari Mag2DC



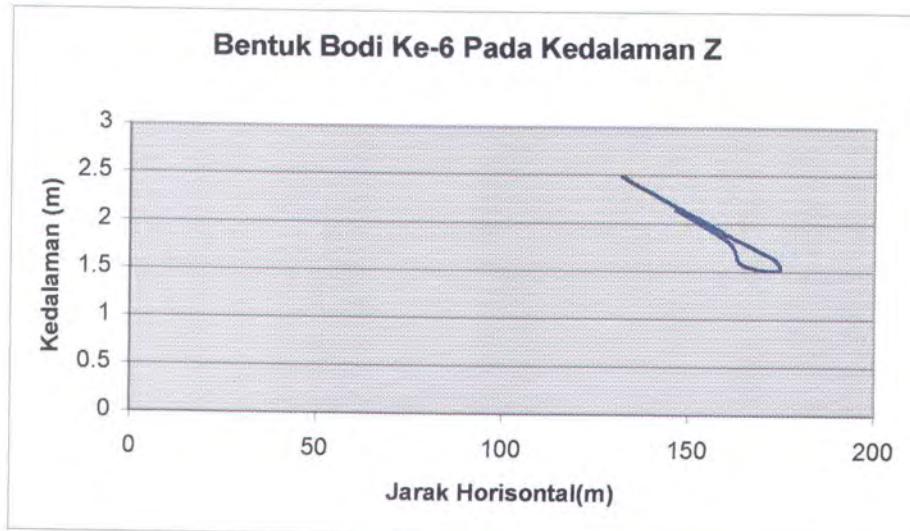
Gambar 4.22 Bentuk bodi ke-3 dari Mag2DC



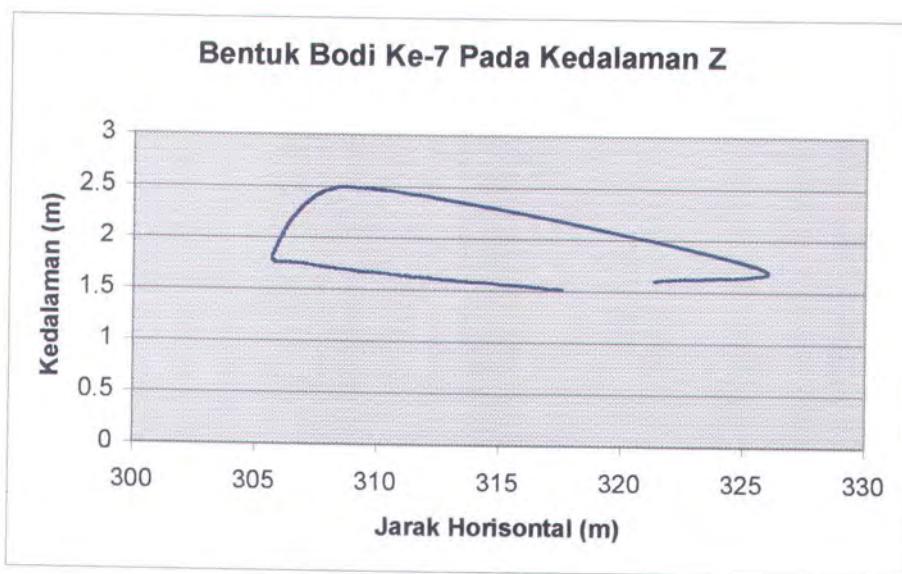
Gmabr 4.23 Bentuk bodi ke-4 dari Mag2DC



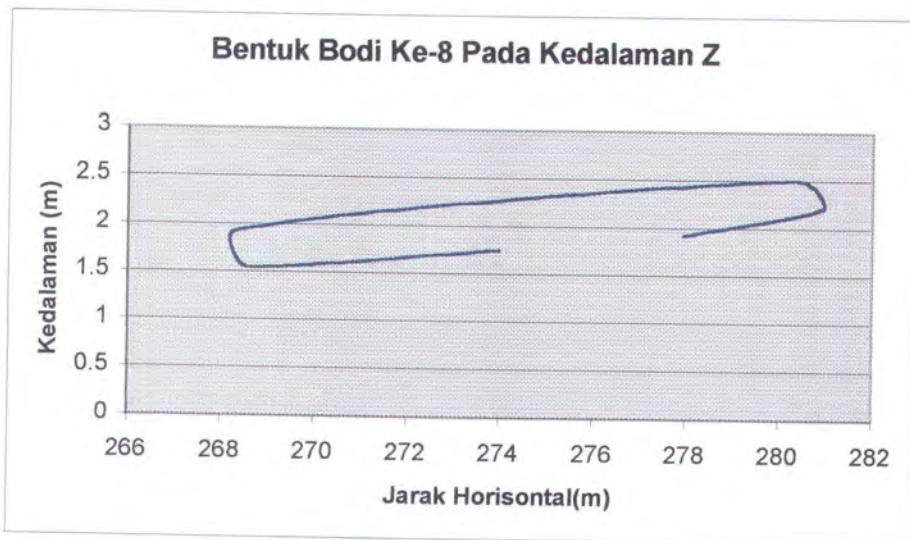
Gambar 4.24 Bentuk bodi ke-5 dari Mag2DC



Gambar 4.25 Bentuk bodi ke-6 dari Mag2DC



Gambar 4.26 Bentuk bodi ke-7 dari Mag2DC

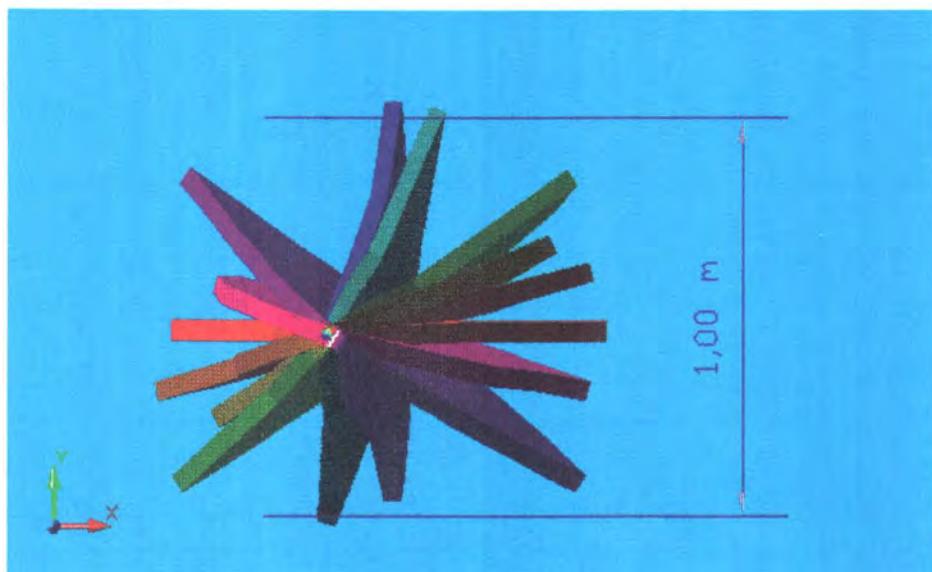


Gambar 4.27 Bentuk body ke-8 dari Mag2DC

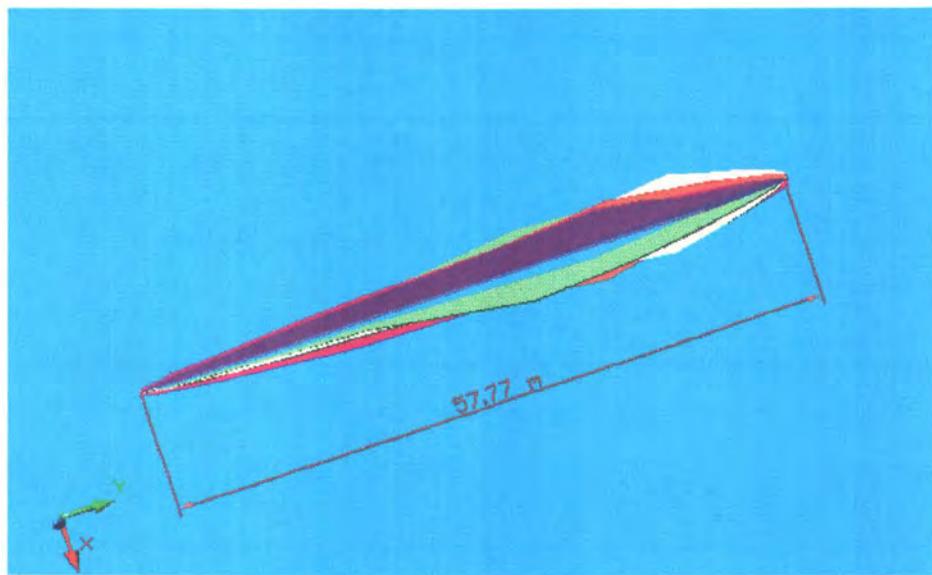


IV. 1.9 Analisa Bentuk Body Hasil Interpretasi 3 Dimensi

Setelah semua pelaksanaan metode interpretasi selesai dan diperoleh bentuk bodi-bodi 2 dimensi seperti di atas, maka bodi-bodi tersebut kemudian digabungkan menjadi satu kesatuan sesuai bearing masing-masing dengan menggunakan software AutoCAD 2000. untuk hasil pemodelan 3 dimensi dari bodi-bodi di atas dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 4.28 Bentuk bodi 3 dimensi pada anomali lokal pandangan atas



Gambar 4.29 Bentuk bodi 3 dimensi pada anomali lokal pada pandangan samping

Berdasarkan interpretasi di atas bahwa model yang dirancang melalui software Autocad bentuknya seperti Gambar 4.28 dan Gambar 4.29 yang berdiameter kurang lebih 1 meter dengan panjang kurang lebih 57,77 m membentang dengan kemiringan tertentu di bawah permukaan laut.



IV.2 Pembahasan

IV.2.1 Bentuk 2 Dimensi Dari Anomali Medan Magnet Lokal

Berdasarkan dari hasil pemodelan bodi dibantu *software* Mag2DC diperoleh kurva observasi, kurva kalkulasi, dan bentuk body model yang termagnetisasi. Yang mana sumbu vertikal positif menyatakan nilai kuat medan magnet vertikal (Hz) hasil observasi (kurva putus-putus) dan kuat medan magnet vertikal (Hz) hasil kalkulasi (kurva kontinu), sedangkan sumbu horisontal menyatakan jarak horisontal (x), dan sumbu vertikal negatif menyatakan kedalaman (m).

1. Pemodelan bodi garis ke-1

Pada garis lintasan ke-1 dengan *bearing* sebesar 0^0 , besarnya error antara kurva observasi dengan kurva kalkulasi sebesar 53,41. Suseptibilitasnya 0,2642, sedangkan jari-jarinya 0,5 m, pada kedalaman 2,512 m terhadap titik pusat bodi.

2. Pemodelan bodi garis ke-2

Pada garis lintasan ke-2 dengan *bearing* sebesar 14^0 , besarnya error antara kurva observasi dengan kurva kalkulasi sebesar 55,78. Suseptibilitasnya 0,2642, sedangkan jari-jarinya 0,5 m, pada kedalaman 2,545 m di bawah permukaan laut.

3. Pemodelan bodi garis ke-3

Pada garis lintasan ke-3 dengan *bearing* sebesar 21^0 , besarnya error antara kurva observasi dengan kurva kalkulasi sebesar 70,20. Suseptibilitasnya 0,2642, sedangkan jari-jarinya 0,5 m, pada kedalaman 2,515 m dibawah permukaan laut.



4. Pemodelan bodi garis ke-4

Pada garis lintasan ke-4 dengan *bearing* sebesar 29^0 , besarnya error antara kurva observasi dengan kurva kalkulasi sebesar 54,42. Suseptibilitasnya 0,2642, sedangkan jari-jarinya 0,5 m, pada kedalaman 2,509 m di bawah permukaan laut.

5. Pemodelan bodi garis ke-5

Pada garis lintasan ke-5 dengan *bearing* sebesar 74^0 , besarnya error antara kurva observasi dengan kurva kalkulasi sebesar 54,20. Suseptibilitasnya 0,2642, sedangkan jari-jarinya 0,5 m, pada kedalaman 2,508 m di bawah permukaan laut.

6. Pemodelan bodi garis ke-6

Pada garis lintasan ke-6 dengan *bearing* sebesar 90^0 , besarnya error antara kurva observasi dengan kurva kalkulasi sebesar 66,96. Suseptibilitasnya 0,2642, sedangkan jari-jarinya 0,5 m, pada kedalaman 2,488 m di bawah permukaan laut.

7. Pemodelan bodi garis ke-7

Pada garis lintasan ke-7 dengan *bearing* sebesar 151^0 , besarnya error antara kurva observasi dengan kurva kalkulasi sebesar 54,27. Suseptibilitasnya 0,2642, sedangkan jari-jarinya 0,5 m, pada kedalaman 2,497 m di bawah permukaan laut.



8. Pemodelan bodi garis ke-8

Pada garis lintasan ke-8 dengan *bearing* sebesar 166^0 , besarnya error antara kurva observasi dengan kurva kalkulasi sebesar 70,66. Suseptibilitasnya 0,2642, sedangkan jari-jarinya 0,5 m, pada kedalaman 2,500 m di bawah permukaan laut.

IV.2.3 Model 3 Dimensi Dari Anomali Medan Magnet Lokal

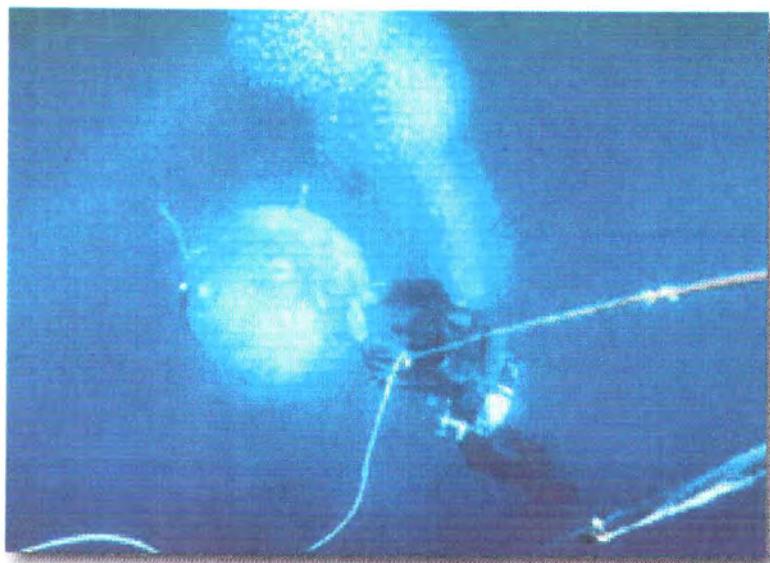
Berdasarkan pada bentuk bodi-bodi di atas yang sudah digabung berdasarkan *bearingnya* menjadi satu (lihat Gambar 4.28 dan Gambar 4.29) dapat diambil kesimpulan bahwa model terletak pada kedalaman 2,509 m, diameter 1 m, panjang model 57,77 m dengan kemiringan sekitar 15 derajat (panjang model termasuk *sling/mooring* yang mengikat model). Menurut gambar model 3 dimensi di atas dapat diperkirakan bahwa adanya hubungan antar ranjau hal ini dapat dilihat dengan adanya *sling/mooring* yang memanjang sampai batas tertentu yang apabila dianalisa akan membentuk pola serangkaian ranjau yang dihubungkan melalui *sling/mooring*.

IV.2.3 Penentuan Jenis Ranjau Berdasarkan Model Anomali Medan Magnet Lokal

Pada bentuk bodi-bodi yang sudah dihasilkan oleh pemodelan dibantu *software* Mag2DC (Gambar 4.12 sampai 4.19) yang kemudian diinterpretasikan melalui AutoCAD dalam bentuk 3 dimensi (Gambar 4.28 dan Gambar 4.29) disesuaikan berdasarkan data jenis-jenis ranjau yang ada dapat disimpulkan bahwa jenis model sangat cocok dengan karakteristik dari ranjau laut jenis *Moored Mines*



karena posisi yang melayang di bawah permukaan laut serta model yang memanjang dikarenakan pengaruh dari anomali dari mooring/sling sendiri. Ranjau jenis ini merupakan tipe old moored mine dikarenakan sudah hampir ratusan tahun berada di bawah permukaan laut



Gambar 4.30 Jenis ranjau Old Moored Mine

BAB V

KESIMPULAN



BAB V

KESIMPULAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penggerjaan Tugas Akhir ini, maka terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut ;

1. Bentuk budi 2 dimensi pada *profile bearing* $0^0, 14^0, 21^0, 29^0, 74^0, 90^0, 151^0, 166^0$ terhadap arah utara memiliki *susceptibility* 0,2642, diameter budi 1 m, kedalaman 2,509 m di bawah permukaan laut, dengan error relatif sebesar 58,98.
2. Bentuk model 3 dimensi dari anomali medan magnet lokal adalah berbentuk bola *massive* dengan diameter 1 m, panjang model 57,77 m dengan kemiringan sekitar 15 derajat (panjang model + *sling/mooring*).
3. Berdasarkan pengamatan model merupakan ranjau laut dengan tipe *Old Moored Mines*.

V.2 Saran

Dalam aplikasi geofisika dengan menggunakan metode magnetik dalam hal ini memanfaatkan *software* Mag2DC, dengan mengetahui suseptibilitas dari suatu bahan maka dapat dicari bentuk model interpretasi magnetiknya. Dengan adanya model tersebut dapat digunakan sebagai pegangan atau dasar untuk menemukan suatu material yang terdapat di bawah laut atau terpendam di bawah permukaan laut. Aplikasi dari model interpretasi magnetik adalah untuk mengetahui posisi model yang ditinjau di bawah laut, mengetahui posisi pipa



yang dipasang di bawah permukaan laut, menemukan sumber-sumber mineral yang terperangkap di bawah suatu perairan (misanya kandungan timah, minyak bumi dan mineral lain) yang tentunya telah diketahui nilai suseptibilitasnya atau tingkat kemagnetannya.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Telford, W.M. (1990). **Applied Geophysics**. Edisi Ke-2, Cambridge University Press, New York, USA.
- Mustain, M. (1996). **Diktat Kuliah Lingkungan Laut I**. Jurusan Teknik Kelautan. FTK-ITS. Surabaya.
- Dobrin, M.B. (1981). **Introduction To Geophysical Prospecting**. Edisi Ke-3. Tokyo. Mc. Graw-Hill Inc.
- Sharma, P.V. (1997). **Environmental And Engineering Geophysics**. Cambridge University Press. New York. USA.
- Suyadi, dkk. (2004). **Peta Anomali Magnet Lokal di Perairan Tuban**. Pertamina, Surabaya.
- Arifin, L. (2000). **Teori Aplikasi Metoda dan Peta Magnetik**. Pusat Pengembangan Geologi Kelautan, Bandung.
- Nuril, M.H. (2002). **Eksplorasi Minyak Bumi di Laut Nagian Timur dan Utara Pulau Bawean dengan Menginterpretasikan Anomali Medan Magnet**. Tugas Kahir Jurusan Teknik Kelautan, FTK, ITS. Surabaya.
- Pranowo, P. S. (1997). **Pemodelan Eksplorasi Geomagnet**. Tugas Akhir Jurusan Teknik Fisika, FMIPA, ITS, Surabaya
- Setiadewi, N. M. (2002). **Analisa Anomali Medan Magnet Bumi Akibat Adanya Benda di Bawah / Dasar Laut di Perairan Cirebon**. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan, FTK, ITS, Surabaya

Hartmann, G.K. dan Truver, C.C. (1991). **Russian Sea Mines**. < URL:<http://www.Militarism.navy.ru.net>.

RegiaMarina. (1996-2004). **Mines**.< URL:<http://www.Regiamarina.net>.

Dossier. (2002). First F 124 Class Frigate Handed Over To Defence Procurement Agency. **Naval Force**, ISSN 0722-8880, June.

LAMPIRAN A
INPUT SOFTWARE Mag2DC

xyz Mag.dta

garis 1

pemodelan

| | |
|-------|------|
| 0.0 | 0.0 |
| 40.0 | 0.0 |
| 85.0 | 5.0 |
| 130.0 | 10.0 |
| 150.0 | 15.0 |
| 170.0 | 20.0 |
| 190.0 | 25.0 |
| 210.0 | 30.0 |
| 310.0 | 30.0 |
| 330.0 | 25.0 |
| 350.0 | 20.0 |
| 370.5 | 15.0 |
| 390.0 | 10.0 |
| 435.0 | 5.0 |
| 480.0 | 0.0 |
| 520.0 | 0.0 |

xyz Mag.dta

garis 2

pemodelan

| | |
|-------|------|
| 0.0 | 0.0 |
| 75.0 | 0.0 |
| 110.0 | 5.0 |
| 145.0 | 10.0 |
| 170.5 | 15.0 |
| 195.0 | 20.0 |
| 215.0 | 25.0 |
| 225.0 | 30.0 |
| 315.0 | 30.0 |
| 335.0 | 25.0 |
| 355.0 | 20.0 |
| 375.5 | 15.0 |
| 395.0 | 10.0 |
| 432.5 | 5.0 |
| 470.0 | 0.0 |
| 540.0 | 0.0 |

xyz Mag.dta
garis 3
pemodelan

| | |
|-------|------|
| 0.0 | 0.0 |
| 70.0 | 0.0 |
| 130.0 | 5.0 |
| 160.0 | 10.0 |
| 177.5 | 15.0 |
| 195.0 | 20.0 |
| 215.0 | 25.0 |
| 235.0 | 30.0 |
| 315.0 | 30.0 |
| 340.0 | 25.0 |
| 365.0 | 20.0 |
| 387.5 | 15.0 |
| 410.0 | 10.0 |
| 440.5 | 5.0 |
| 470.0 | 0.0 |
| 570.0 | 0.0 |

xyz Mag.dta

garis 4

pemodelan

| | |
|-------|------|
| 0.0 | 0.0 |
| 135.0 | 0.0 |
| 160.0 | 5.0 |
| 185.0 | 10.0 |
| 200.0 | 15.0 |
| 215.0 | 20.0 |
| 235.0 | 25.0 |
| 255.0 | 30.0 |
| 330.0 | 30.0 |
| 350.0 | 25.0 |
| 370.0 | 20.0 |
| 385.0 | 15.0 |
| 400.0 | 10.0 |
| 425.0 | 5.0 |
| 450.0 | 0.0 |
| 585.0 | 0.0 |

xyz Mag.dta
garis 5
pemodelan

| | |
|-------|------|
| 0.0 | 0.0 |
| 50.0 | 0.0 |
| 70.0 | 5.0 |
| 90.0 | 10.0 |
| 100.0 | 15.0 |
| 110.0 | 20.0 |
| 125.0 | 25.0 |
| 140.0 | 30.0 |
| 175.5 | 31.0 |
| 210.0 | 30.0 |
| 220.0 | 25.0 |
| 230.0 | 20.0 |
| 240.0 | 15.0 |
| 250.0 | 10.0 |
| 265.0 | 5.0 |
| 280.0 | 0.0 |
| 320.0 | 0.0 |

xyz Mag.dta

garis 6

pemodelan

| | |
|-------|------|
| 0.0 | 0.0 |
| 50.0 | 0.0 |
| 65.0 | 5.0 |
| 80.0 | 10.0 |
| 90.0 | 15.0 |
| 100.0 | 20.0 |
| 115.0 | 25.0 |
| 130.0 | 30.0 |
| 160.0 | 31.0 |
| 190.0 | 30.0 |
| 205.0 | 25.0 |
| 220.0 | 20.0 |
| 230.0 | 15.0 |
| 240.0 | 10.0 |
| 255.0 | 5.0 |
| 270.0 | 0.0 |
| 320.0 | 0.0 |

xyz Mag.dta

garis 7

pemodelan

| | |
|-------|------|
| 0.0 | 0.0 |
| 80.0 | 0.0 |
| 127.5 | 5.0 |
| 175.0 | 10.0 |
| 197.5 | 15.0 |
| 220.0 | 20.0 |
| 240.5 | 25.0 |
| 260.0 | 30.0 |
| 340.0 | 30.0 |
| 360.0 | 25.0 |
| 380.0 | 20.0 |
| 402.5 | 15.0 |
| 425.0 | 10.0 |
| 472.5 | 5.0 |
| 520.0 | 0.0 |
| 600.0 | 0.0 |

xyz Mag.dta

garis 8

pemodelan

| | |
|-------|------|
| 0.0 | 0.0 |
| 50.0 | 0.0 |
| 90.5 | 5.0 |
| 130.0 | 10.0 |
| 155.0 | 15.0 |
| 180.0 | 20.0 |
| 202.5 | 25.0 |
| 225.0 | 30.0 |
| 310.0 | 30.0 |
| 332.5 | 25.0 |
| 355.0 | 20.0 |
| 380.5 | 15.0 |
| 405.0 | 10.0 |
| 445.5 | 5.0 |
| 485.0 | 0.0 |
| 535.0 | 0.0 |

LAMPIRAN B

OUTPUT SOFTWARE Mag2DC

AG2DC FOR WINDOWS

There is one body in the model.

There are 16 Observation points.

Geomagnetic Field Parameters:-

Intensity : 44712.0 Inclination : -31.8 Declination : 1.3

The profile bearing was 166.0 degrees.

The reference height used was 1.0

The units used were m.*

Body 1

No. of corners is 8 Susceptibility contrast : 0.2640

Strike length : 100.00

X and Y positions of the bodys corners:-

| | |
|---------|-------|
| 277.943 | 1.920 |
| 280.942 | 2.217 |
| 280.407 | 2.500 |
| 272.909 | 2.223 |
| 268.303 | 1.923 |
| 269.160 | 1.745 |
| 268.625 | 1.547 |
| 273.980 | 1.748 |

| Position | Observed Field | Calculated Field |
|----------|----------------|------------------|
| 0.0 | 0.0 | 0.6 |
| 50.0 | 0.0 | 1.0 |
| 90.5 | 5.0 | 1.7 |
| 130.0 | 10.0 | 3.1 |
| 155.0 | 15.0 | 4.8 |
| 180.0 | 20.0 | 8.0 |
| 202.5 | 25.0 | 14.1 |
| 225.0 | 30.0 | 30.2 |
| 310.0 | 30.0 | 29.6 |
| 332.5 | 25.0 | 15.1 |
| 355.0 | 20.0 | 8.8 |
| 380.5 | 15.0 | 5.3 |
| 405.0 | 10.0 | 3.4 |
| 445.5 | 5.0 | 1.8 |
| 485.0 | 0.0 | 1.1 |
| 535.0 | 0.0 | 0.6 |

MAG2DC FOR WINDOWS

There is one body in the model.

There are 16 Observation points.

Geomagnetic Field Parameters:-

Intensity : 44712.0 Inclination : -31.8 Declination : 1.3

The profile bearing was 151.0 degrees.

The reference height used was 1.0

The units used were m.

Body 1

No. of corners is 8 Susceptibility contrast : 0.2640

Strike length : 100.00

X and Y positions of the bodys corners:-

| | |
|---------|-------|
| 321.321 | 1.608 |
| 325.526 | 1.751 |
| 308.709 | 2.497 |
| 305.706 | 1.843 |
| 306.907 | 1.751 |
| 309.309 | 1.675 |
| 312.712 | 1.607 |
| 317.517 | 1.518 |

| Position | Observed Field | Calculated Field |
|----------|----------------|------------------|
| 0.0 | 0.0 | 0.4 |
| 80.0 | 0.0 | 1.0 |
| 127.5 | 5.0 | 1.8 |
| 175.0 | 10.0 | 3.8 |
| 197.5 | 15.0 | 5.8 |
| 220.0 | 20.0 | 9.4 |
| 240.5 | 25.0 | 16.0 |
| 260.0 | 30.0 | 31.0 |
| 340.0 | 30.0 | 29.5 |
| 360.0 | 25.0 | 21.7 |
| 380.0 | 20.0 | 13.0 |
| 402.5 | 15.0 | 7.9 |
| 425.0 | 10.0 | 5.1 |
| 472.5 | 5.0 | 2.4 |
| 520.0 | 0.0 | 1.2 |
| 600.0 | 0.0 | 0.5 |

MAG2DC FOR WINDOWS

There is one body in the model.

There are 17 Observation points.

Geomagnetic Field Parameters:-

Intensity : 44712.0 Inclination : -31.8 Declination : 1.3

The profile bearing was 90.0 degrees.

The reference height used was 1.0

The units used were m.

Body 1

No. of corners is 8 Susceptibility contrast : 0.2640

Strike length : 100.00

X and Y positions of the bodys corners:-

| | |
|---------|-------|
| 131.652 | 2.488 |
| 149.226 | 2.119 |
| 163.363 | 1.821 |
| 173.614 | 1.620 |
| 174.269 | 1.509 |
| 164.324 | 1.579 |
| 160.816 | 1.809 |
| 146.441 | 2.146 |

| Position | Observed Field | Calculated Field |
|----------|----------------|------------------|
| 0.0 | 0.0 | 1.1 |
| 50.0 | 0.0 | 2.6 |
| 65.0 | 5.0 | 3.4 |
| 80.0 | 10.0 | 4.7 |
| 90.0 | 15.0 | 6.0 |
| 100.0 | 20.0 | 7.9 |
| 115.0 | 25.0 | 13.2 |
| 130.0 | 30.0 | 31.1 |
| 160.0 | 31.0 | 31.0 |
| 190.0 | 30.0 | 34.0 |
| 205.0 | 25.0 | 14.7 |
| 220.0 | 20.0 | 8.7 |
| 230.0 | 15.0 | 6.6 |
| 240.0 | 10.0 | 5.2 |
| 255.0 | 5.0 | 3.7 |
| 270.0 | 0.0 | 2.8 |
| 320.0 | 0.0 | 1.2 |

MAG2DC FOR WINDOWS

There is one body in the model.

There are 17 Observation points.

Geomagnetic Field Parameters:-

Intensity : 44712.0 Inclination : -31.8 Declination : 1.3

The profile bearing was 74.0 degrees.

The reference height used was 1.0

The units used were m.

Body 1

No. of corners is 8 Susceptibility contrast : 0.2640

Strike length : 100.00

X and Y positions of the bodys corners:-

| | |
|---------|-------|
| 203.403 | 1.515 |
| 191.591 | 1.662 |
| 180.020 | 1.786 |
| 163.403 | 2.156 |
| 144.184 | 2.508 |
| 164.364 | 2.177 |
| 186.466 | 1.893 |
| 195.755 | 1.680 |

| Position | Observed Field | Calculated Field |
|----------|----------------|------------------|
| 0.0 | 0.0 | 1.2 |
| 50.0 | 0.0 | 2.5 |
| 70.0 | 5.0 | 3.6 |
| 90.0 | 10.0 | 5.4 |
| 100.0 | 15.0 | 6.7 |
| 110.0 | 20.0 | 8.7 |
| 125.0 | 25.0 | 14.1 |
| 140.0 | 30.0 | 32.8 |
| 175.5 | 31.0 | 32.0 |
| 210.0 | 30.0 | 29.2 |
| 220.0 | 25.0 | 18.7 |
| 230.0 | 20.0 | 13.0 |
| 240.0 | 15.0 | 9.7 |
| 250.0 | 10.0 | 7.5 |
| 265.0 | 5.0 | 5.4 |
| 280.0 | 0.0 | 4.0 |
| 320.0 | 0.0 | 2.0 |

MAG2DC FOR WINDOWS

There is one body in the model.

There are 16 Observation points.

Geomagnetic Field Parameters:-

Intensity : 44712.0 Inclination : -31.8 Declination : 1.3

The profile bearing was 29.0 degrees.

The reference height used was 1.0

The units used were m.

Body 1

No. of corners is 8 Susceptibility contrast : 0.2640

Strike length : 100.00

X and Y positions of the bodys corners:-

| | |
|---------|-------|
| 287.523 | 1.897 |
| 284.009 | 2.217 |
| 284.595 | 2.509 |
| 278.739 | 2.188 |
| 271.126 | 1.904 |
| 270.541 | 1.730 |
| 274.054 | 1.509 |
| 282.252 | 1.722 |

| Position | Observed Field | Calculated Field |
|----------|----------------|------------------|
| 0.0 | 0.0 | 0.5 |
| 135.0 | 0.0 | 2.6 |
| 160.0 | 5.0 | 4.0 |
| 185.0 | 10.0 | 6.4 |
| 200.0 | 15.0 | 8.7 |
| 215.0 | 20.0 | 12.3 |
| 235.0 | 25.0 | 20.9 |
| 255.0 | 30.0 | 30.0 |
| 330.0 | 30.0 | 30.2 |
| 350.0 | 25.0 | 15.0 |
| 370.0 | 20.0 | 8.8 |
| 385.0 | 15.0 | 6.3 |
| 400.0 | 10.0 | 4.7 |
| 425.0 | 5.0 | 3.0 |
| 450.0 | 0.0 | 2.0 |
| 585.0 | 0.0 | 0.4 |

MAG2DC FOR WINDOWS

There is one body in the model.

There are 16 Observation points.

Geomagnetic Field Parameters:-

Intensity : 44712.0 Inclination : -31.8 Declination : 1.3

The profile bearing was 21.0 degrees.

The reference height used was 1.0

The units used were m.

Body 1

No. of corners is 8 Susceptibility contrast : 0.2640

Strike length : 100.00

X and Y positions of the bodys corners:-

| | |
|---------|-------|
| 271.237 | 2.039 |
| 273.520 | 2.515 |
| 264.961 | 2.045 |
| 259.826 | 1.724 |
| 260.397 | 1.602 |
| 263.249 | 1.512 |
| 267.243 | 1.599 |
| 270.450 | 1.722 |

| Position | Observed Field | Calculated Field |
|----------|----------------|------------------|
| 0.0 | 0.0 | 0.5 |
| 100.0 | 0.0 | 1.8 |
| 130.0 | 5.0 | 2.8 |
| 160.0 | 10.0 | 4.8 |
| 177.5 | 15.0 | 6.7 |
| 195.0 | 20.0 | 9.8 |
| 215.0 | 25.0 | 16.4 |
| 235.0 | 30.0 | 31.0 |
| 315.0 | 30.0 | 29.9 |
| 340.5 | 25.0 | 12.5 |
| 365.0 | 20.0 | 6.8 |
| 387.5 | 15.0 | 4.3 |
| 410.0 | 10.0 | 2.9 |
| 440.5 | 5.0 | 1.8 |
| 470.0 | 0.0 | 1.2 |
| 570.0 | 0.0 | 0.4 |

MAG2DC FOR WINDOWS

There is one body in the model.

There are 16 Observation points.

Geomagnetic Field Parameters:-

Intensity : 44712.0 Inclination : -31.8 Declination : 1.3

The profile bearing was 14.0 degrees.

The reference height used was 1.0

The units used were m.

Body 1

No. of corners is 8 Susceptibility contrast : 0.2642

Strike length : 100.00

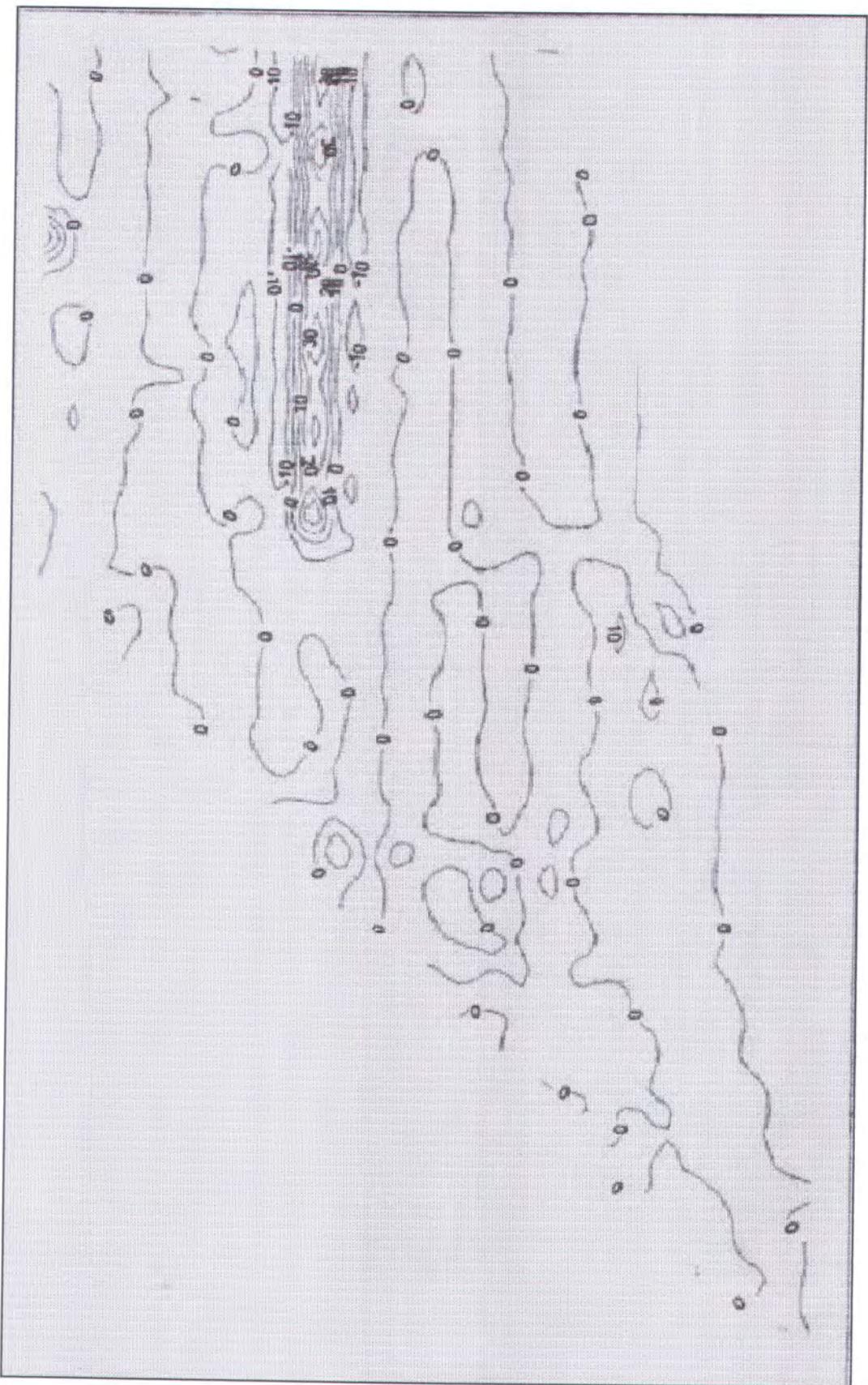
X and Y positions of the bodys corners:-

| | |
|---------|-------|
| 260.765 | 1.665 |
| 270.270 | 1.515 |
| 273.738 | 1.665 |
| 266.711 | 1.907 |
| 261.846 | 2.156 |
| 251.351 | 2.545 |
| 256.981 | 2.156 |
| 260.224 | 1.907 |

| Position | Observed Field | Calculated Field |
|----------|----------------|------------------|
| 0.0 | 0.0 | 0.7 |
| 75.0 | 0.0 | 1.6 |
| 110.0 | 5.0 | 2.6 |
| 145.0 | 10.0 | 4.6 |
| 170.0 | 15.0 | 7.3 |
| 195.0 | 20.0 | 12.6 |
| 215.0 | 25.0 | 21.5 |
| 225.0 | 30.0 | 29.6 |
| 315.0 | 30.0 | 30.0 |
| 335.0 | 25.0 | 15.4 |
| 355.0 | 20.0 | 9.2 |
| 375.0 | 15.0 | 6.0 |
| 395.0 | 10.0 | 4.1 |
| 432.5 | 5.0 | 2.2 |
| 470.0 | 0.0 | 1.3 |
| 540.0 | 0.0 | 0.6 |



LAMPIRAN E
PETA ANOMALI
MEDAN MAGNET LOKAL



Nama : Sulung Wibowo

Nrp : 4398.100.020

JUDUL TUGAS AKHIR :

Interpretasi Anomali Medan Magnet Lokal di Perairan Desa Remen, Jemu, Tuban : Bentuk Ranjau Laut

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Sulung Wibowo

Nrp : 4398.100.020

JUDUL TUGAS AKHIR :

Interpretasi Anomali Medan Magnet Lokal di Perairan Desa Romen, Jeni, Tuban: Bentuk Ranjau Laut

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

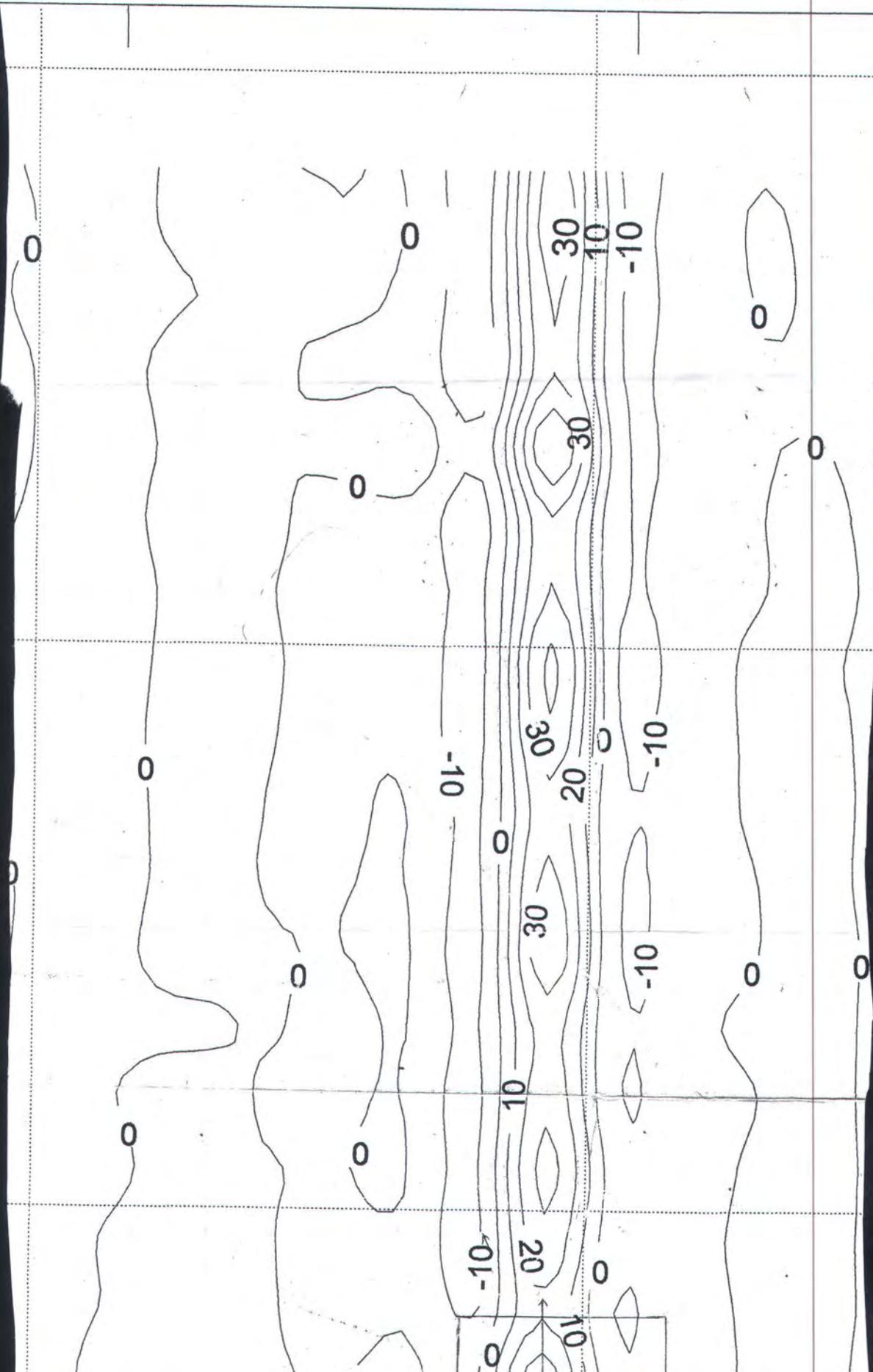
-6°42'30"S

6°43'00"S

0

111°56'00" E

111°56'30" E



111°57'00" E

111°57'30" E



111°58'00" E

111°58'30" E

9259000 mN

9258000 mN

9257000 mN

PE

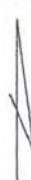
500 m

LEGENDA

PETA ANOMALI MAGNET LOKAL
RAIRAN DESA REMEN, KECAMATAN JENU
KABUPATEN TUBAN
PROVINSI JAWA TIMUR

NO. PETA : 5.01.10000.04

U

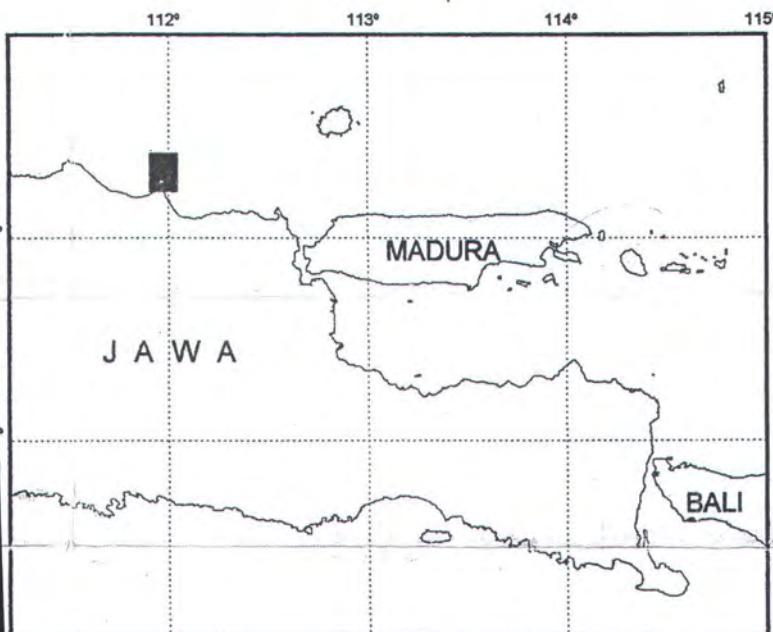


300 200 0 500 m

SEKALA 1 : 10.000

SISTEM PROYEKSI TRANSVERSE MERCATOR
ELIPSOID REFERENSI WGS-84

INDEK PETA

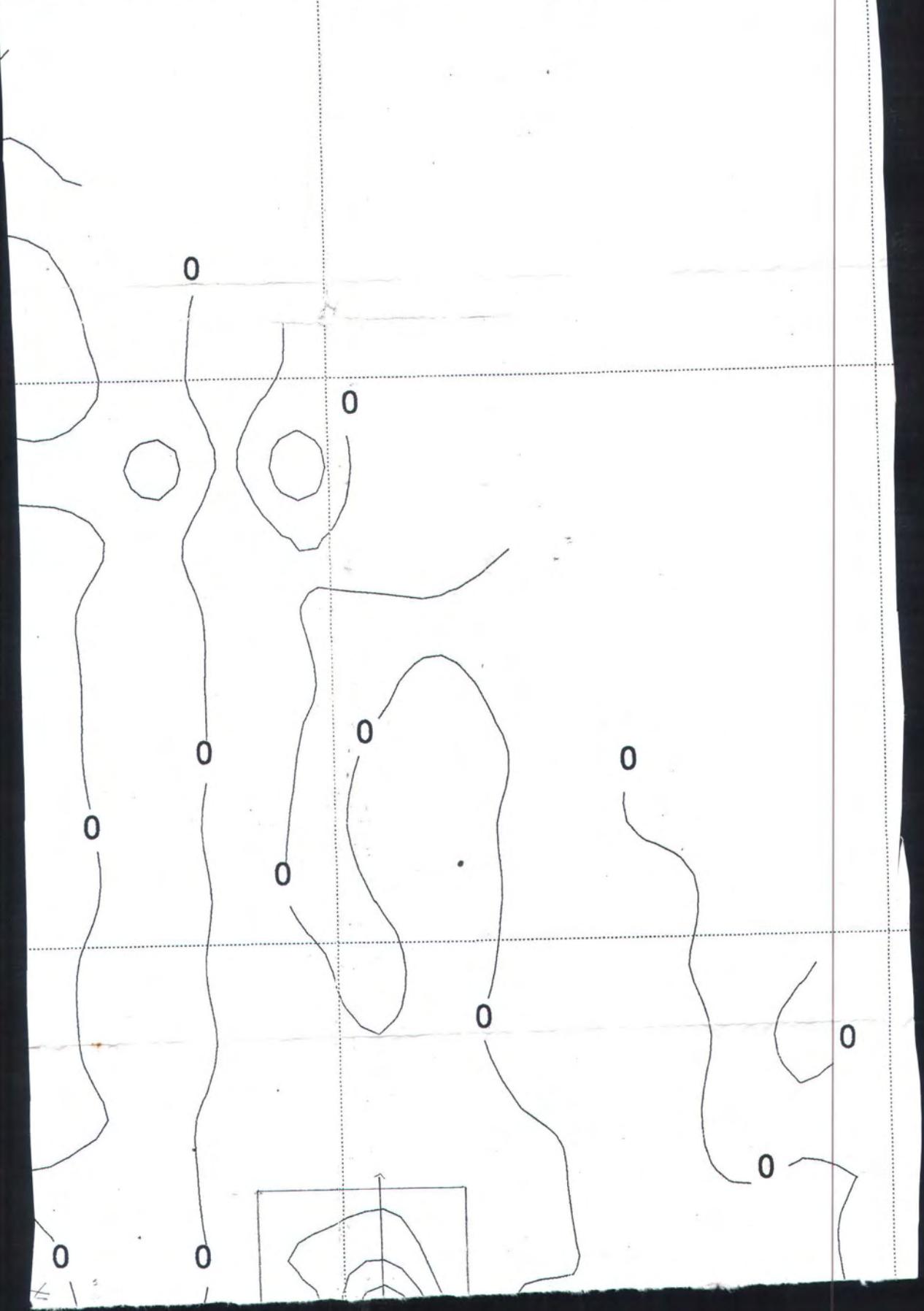


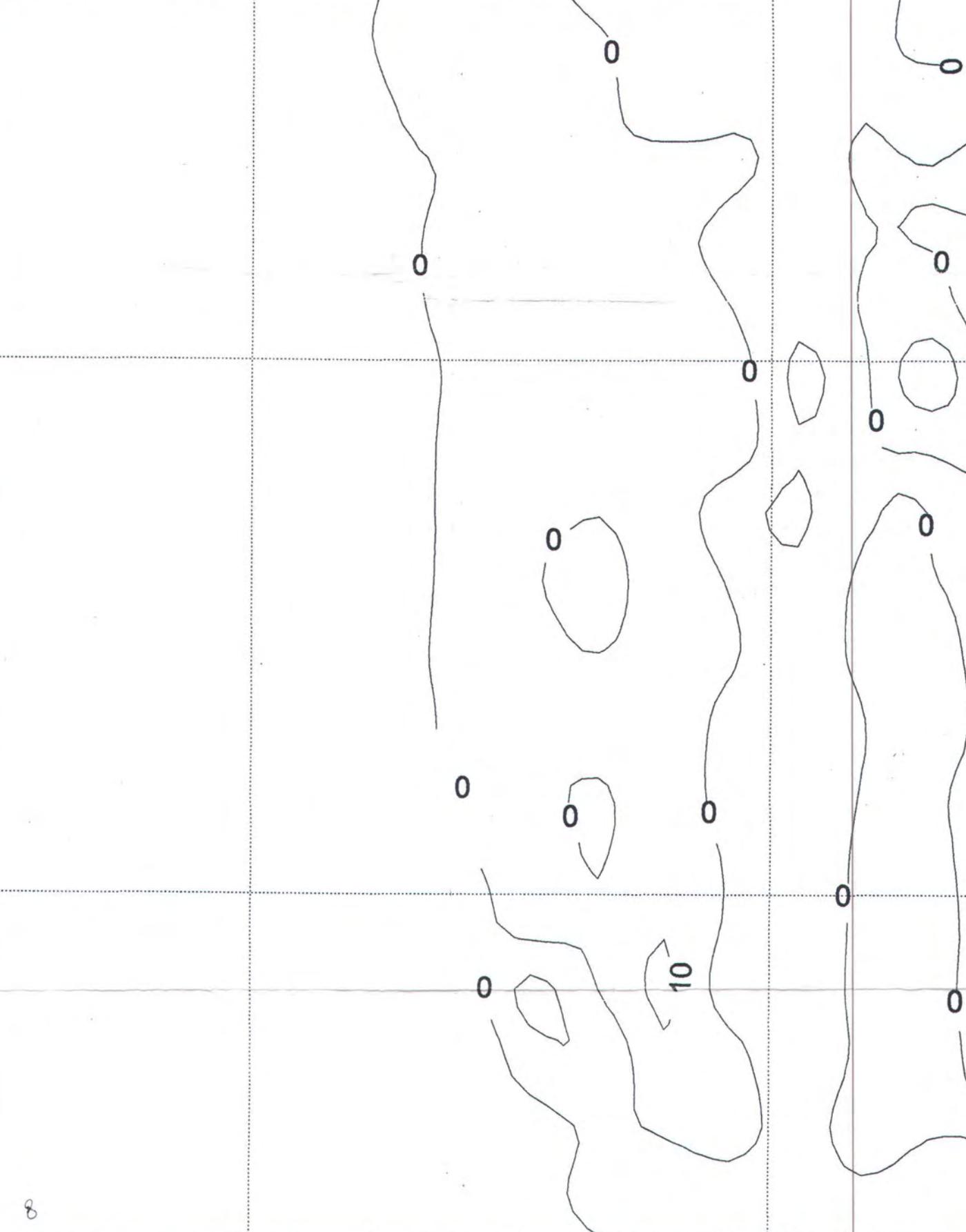
Lokasi Survey

6°43'30"S

6°44'00"S

6°44'30"S





INSTIT

KETERANGAN
Angka Kedalam
hingga Chart Da

9256000 m

9255000 m

3.

2.

1.

Be
GL
BH
CM
CT
Loh
9

kasi CTD, CM, BH dan GL

D = Conductivity Density Temperature
C = Current Meter
B = Bore Hole
G = Gelombang

inch Mark

BM-3 (PERTAMINA)

X : 606076.372

Y : 9252205.533

Elevasi : 7.033 m (LWS)

BM-4

X : 606348.477

Y : 9252158.944

Elevasi : 5.077 m (LWS)

BM LAND FALL

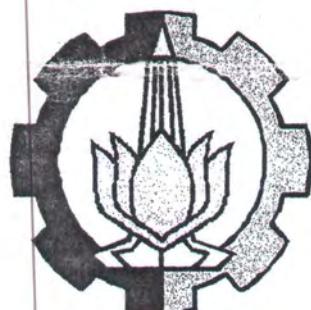
X : 606219.749

Y : 9252191.589

Elevasi : 5.298 m (LWS)

:

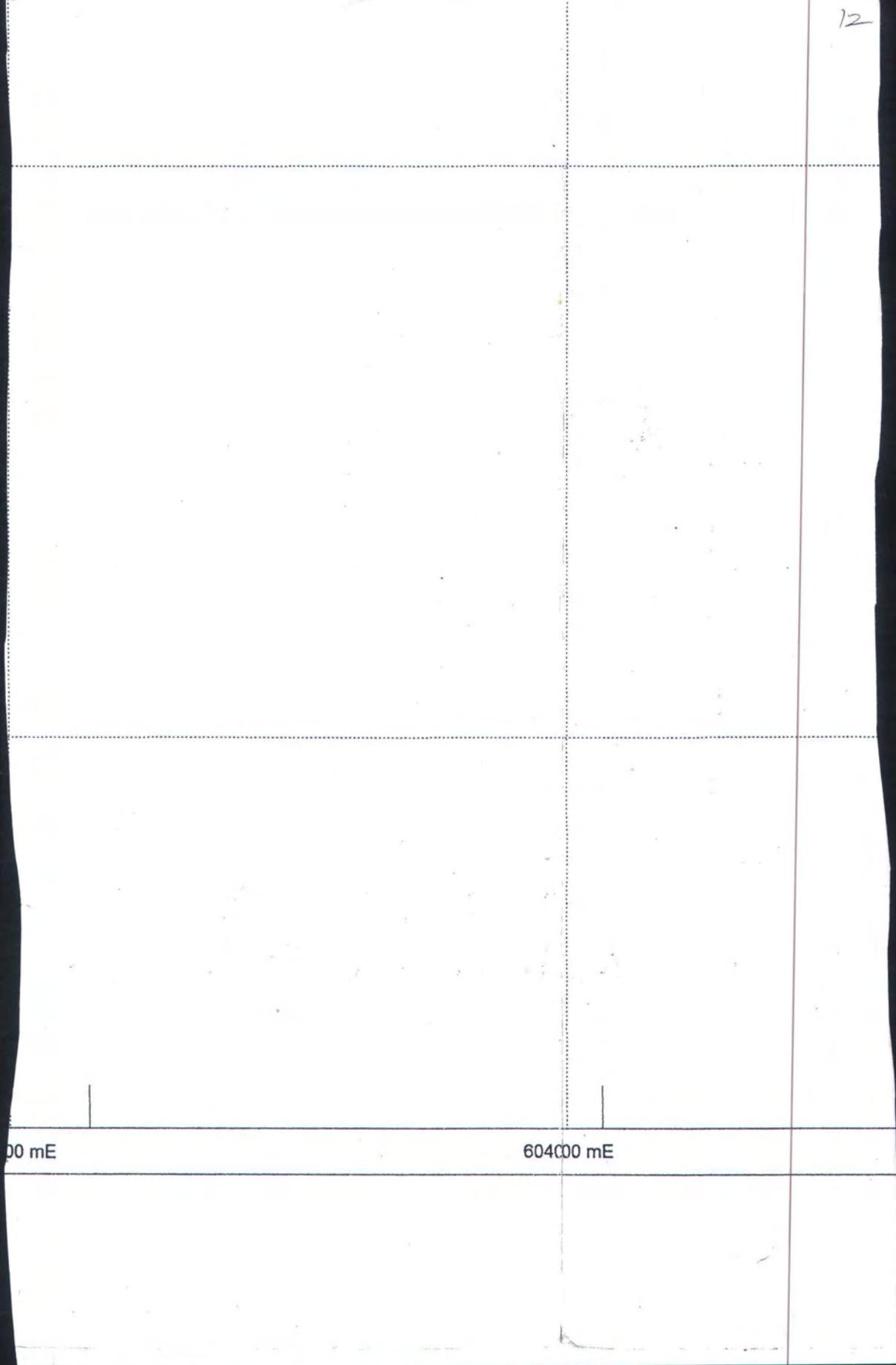
an dinyatakan dengan meter dan desimeter penuh telah disurutkan
atum (LWS) hasil pengamatan 29 piantan, ($Z_0 = 11$ dm).



6°45'00"S

6°45'30"S

60300



0

0

0

0

0

605000 mE

606000 mE

9254000 mN

9253000 mN

607000 mE

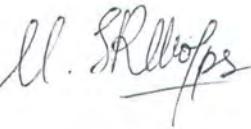
SITE ASSESSMENT DI RENCANA LOKASI
OFFSHORE TERMINAL - PROYEK TTU TUBAN

Tanggal Pengukuran : 18 - 24 Desember 2003 dan 30 - 31 Desember 2003

Sistem Proyeksi Mercator
Elipsoid referensi : WGS-84

Digital Oleh : Suyadi

Sutisna

| DIPERIKSA | DISETUJUI |
|--|---|
|  |  |

Irsan Pasaribu, ST, M.Sc. DR. Mahmud Mustain, M.Sc.



P E R T A M I N A
UNIT PEMASARAN V SURABAYA

111° 57' 30"

11° 58' 00" BT

PETA LINTASAN MAGNET LA

PERAIRAN DESA REMEN, KECAMATAN JE
KABUPATEN TUBAN
PROVINSI JAWA TIMUR

° 42' 30"

6° 42' 05" LS

111° 55' 30" BT

10:46:55

11:20:00

12:36:41

13:48:33

14:31:52

15:16:20

7:48:13

8:31:00

9:13:10

9:55:14

10:35:13

11:11:44

12:46:11

7:57:51

8:41:32

9:49:30

9:51:44

10:36:42

11:18:01

11:52:37

12:29:43

111° 56° 00"

111° 56° 30"

13:01:48

**PROYEKSI UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR
DATUM WGS 84, ZONA 49 S**

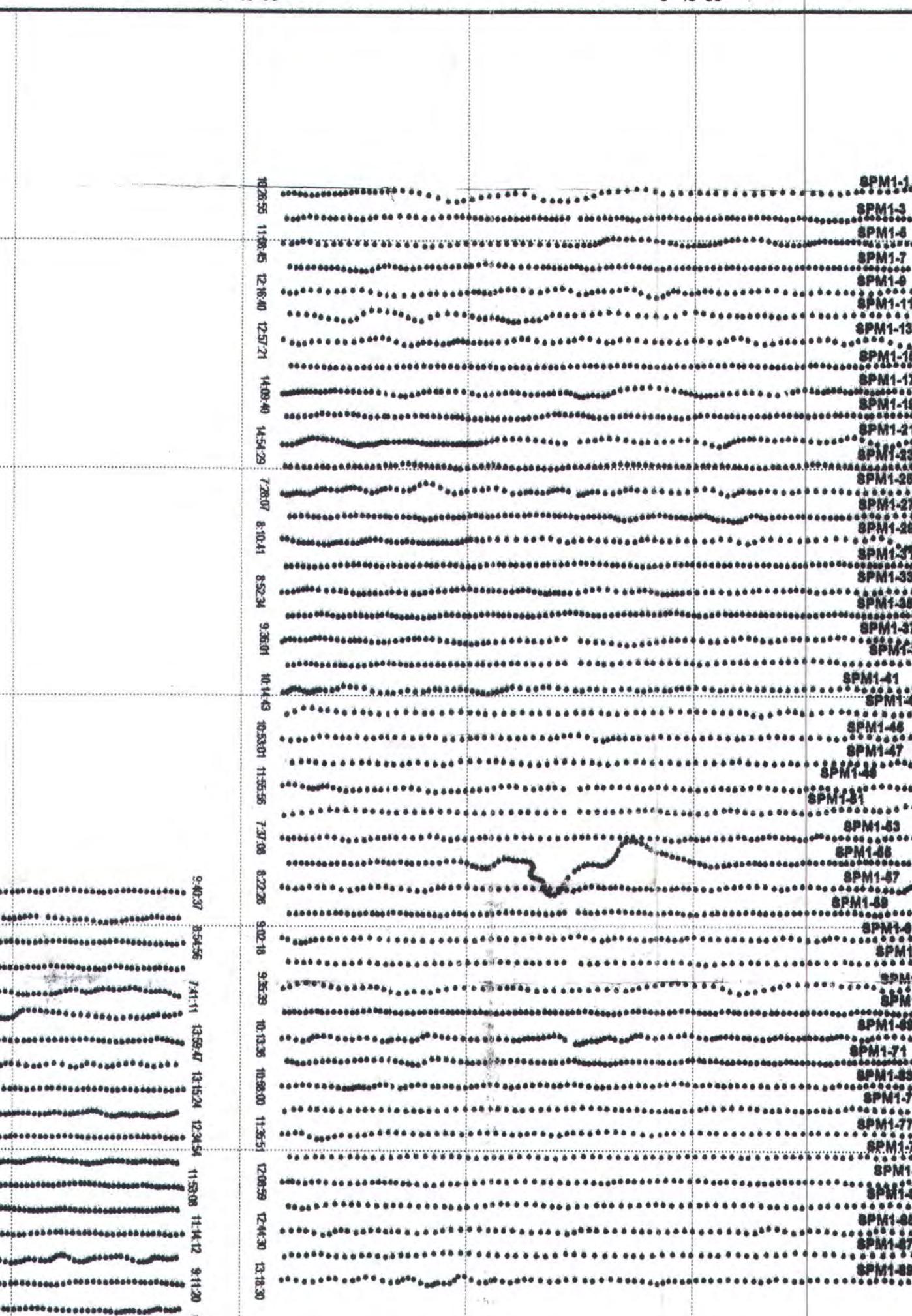
KETERANGAN

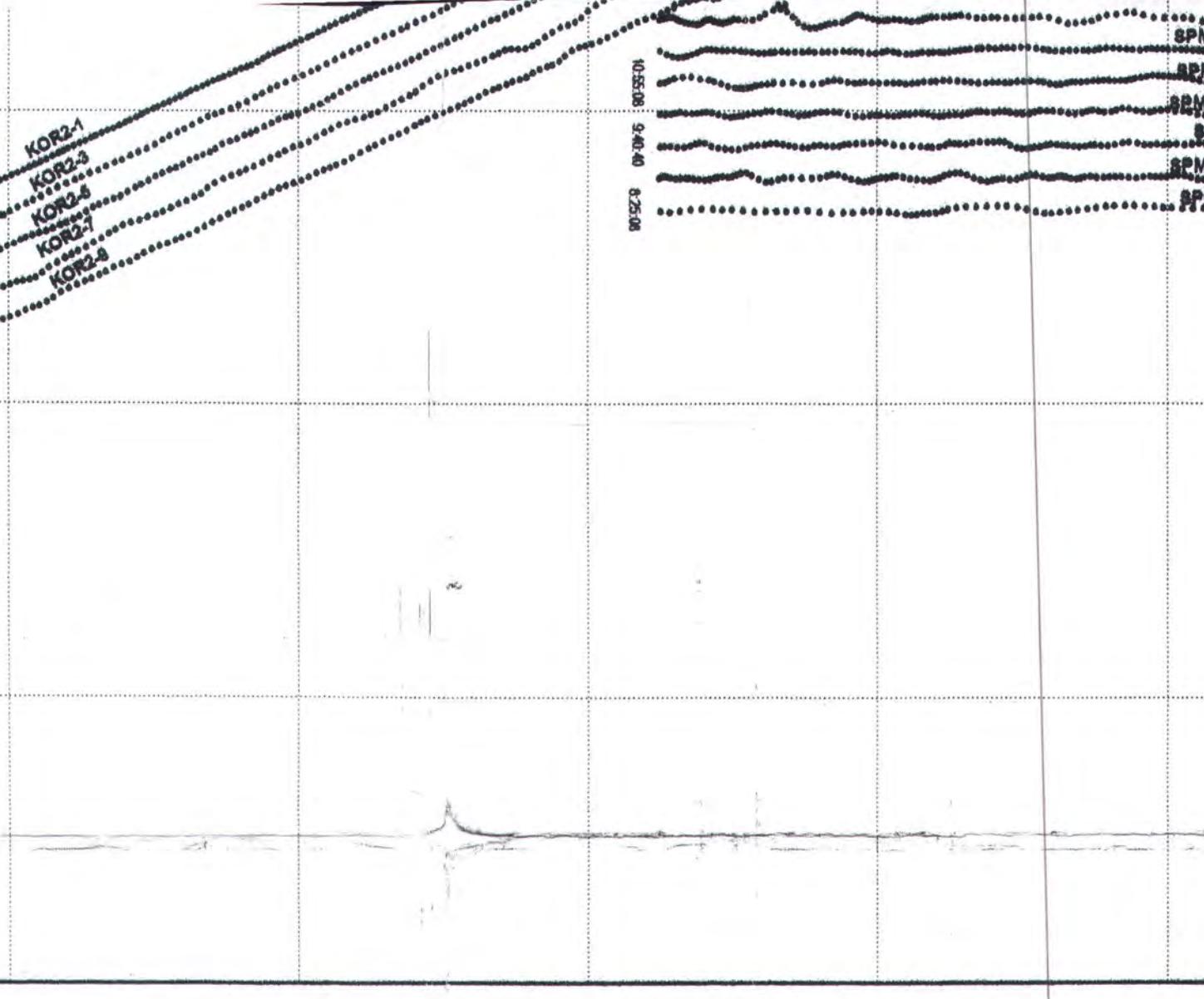
Titik lokasi pengambilan data magnet laut

SPM1-35
Nomor lintasan survei magnet laut

6° 43' 30"

6° 43' 00"

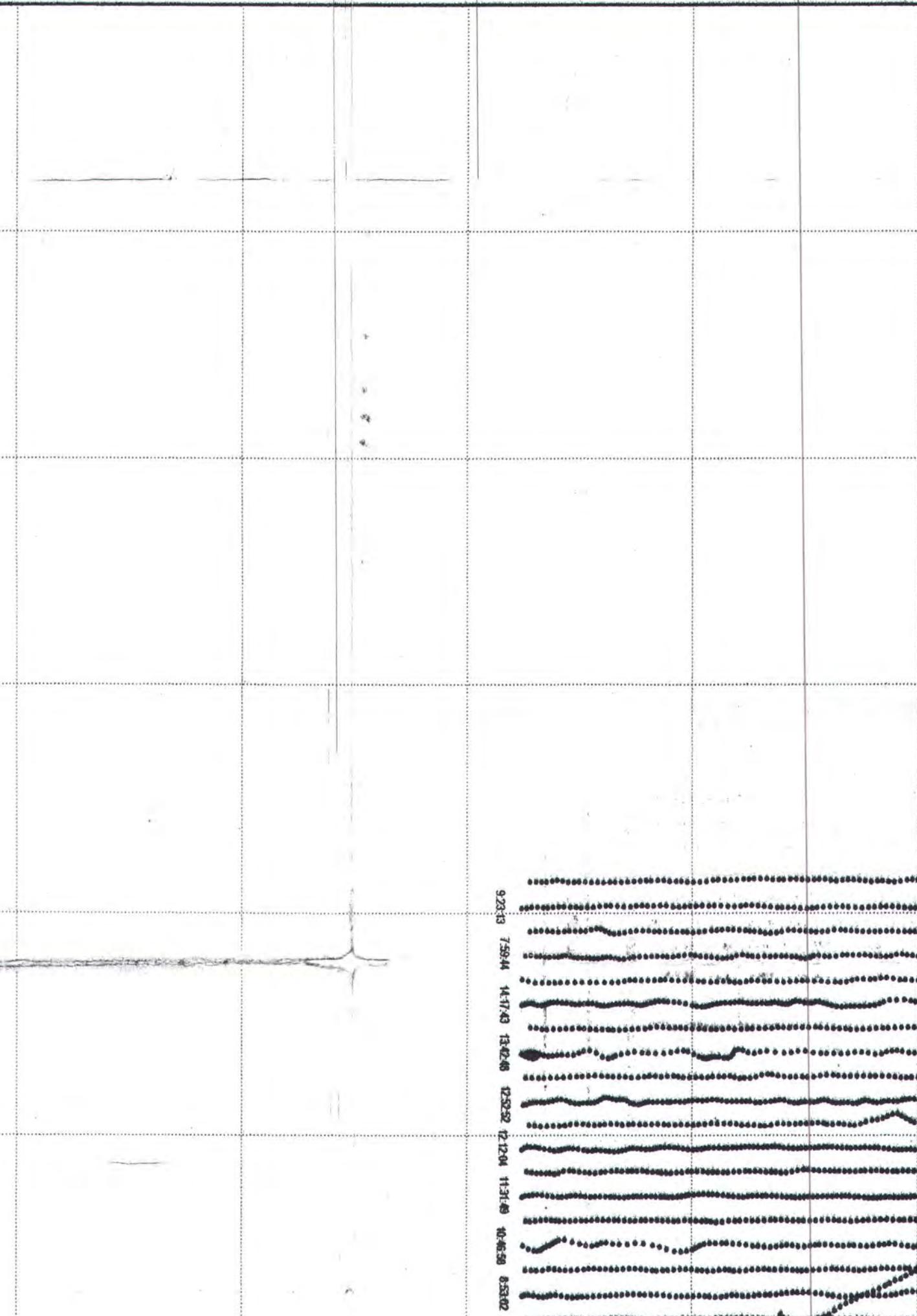




45° 00"

6° 44' 30"

6°



SHAL-1
 SHAL-3
 SHAL-5
 SHAL-7
 SHAL-9
 SHAL-11
 SHAL-13

11.46.33

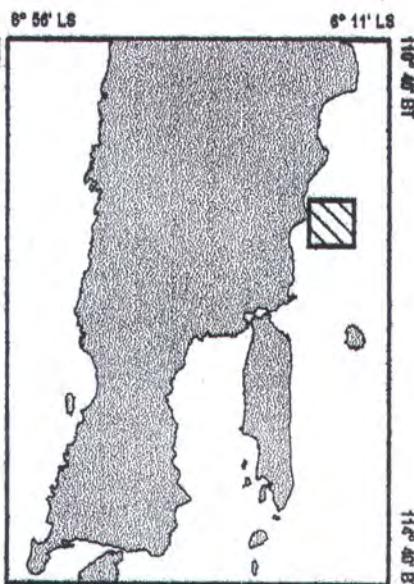
10.45.28 11.12.32

11.37.47

11.24.22 11.35.48

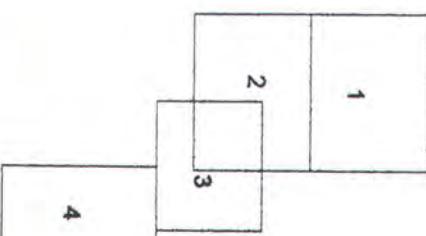
16.2.20
16.3.4
16.2.12
16.0.44

PETUNJUK LOKASI PETA



Daerah penyelidikan

INDEKS PETA



6° 45' 50" LS

6° 45' 30"

