

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

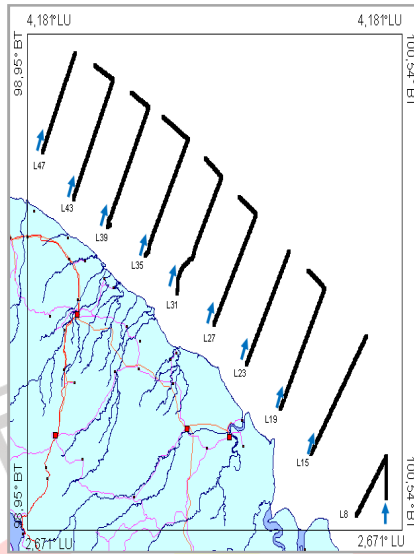
Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif analitik, dengan tujuan mendapatkan gambaran struktur geologi bawah permukaan laut di daerah penelitian dengan perkiraan yang didasarkan pada peta kontur anomali magnetnya.

3.2. Desain penelitian

Penelitian ini terdiri dari *processing* data dan analisis data magnetik yang dilakukan di kantor PPPGL. Sedangkan semua kegiatan akuisisi data yaitu pengukuran intensitas medan magnet dilakukan di lokasi penelitian oleh tim survei PPPGL.

3.3. Lokasi penelitian

Lokasi kegiatan penelitian secara geografis termasuk ke dalam wilayah perairan Selat Malaka-Sumatera Utara yang terletak pada koordinat geografis $2,67^{\circ}$ LU – $4,18^{\circ}$ LU dan $98,95^{\circ}$ BT – $100,54^{\circ}$ BT, dengan luas lintasan penyelidikan geomagnet seluas 30.438 km^2 . Dengan lintasan penelitian geomagnet sebanyak sepuluh buah lintasan, yakni lintasan L8, L15, L19, L23, L27, L31, L35, L39, L43, dan L47. Dibagian barat dan selatan dibatasi oleh daratan sumatera. Berikut ini adalah peta lintasan daerah penelitian.



Gambar 3.1 Peta Lintasan Lokasi Penelitian

(sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan)

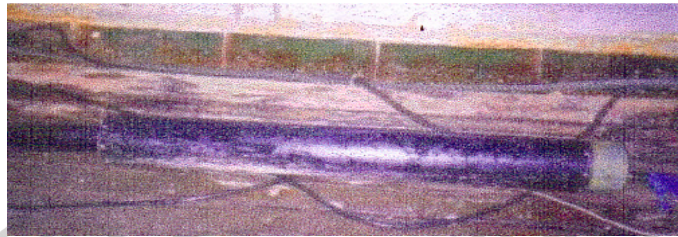
3.4 Peralatan dan Fungsinya

Pada penelitian ini semua peralatan dipasang pada kapal Geomarine I. Berikut ini adalah peralatan yang digunakan dalam survei metode geomagnet tersebut diantaranya :

- Satu unit marine magnetometer model EG & G G-877.
- Satu unit land magnetometer, type G-866.
- Satu unit Analog Recorder, Soltec 3314N-MF
- Kabel penghubung
- Satu unit Power Supply

1. Marine magnetometer G - 877

Alat untuk mengukur variasi intensitas medan magnet dalam penelitian geomagnet di lautan ini adalah Marine Magnetometer.



Gambar 3.2 Marine magnetometer G-877

(sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan)

Marine magnetometer digunakan untuk mengukur variasi intensitas medan magnet regional daerah penelitian yang didasarkan pada prinsip besaran intensitas medan magnet batuan. Jenis peralatan magnetometer ini memiliki ketelitian mengukur intensitas medan magnet total hingga 0,01 gamma.

Marine magnetometer G-877 memiliki panjang kabel 90 meter. Pada saat survey dilakukan, magnetometer ini dilepas dan ditarik dibelakang kapal. Pada magnetometer ini terdapat sensor magnet sehingga dapat langsung merekam data hasil pengukuran.

2. Land magnetometer G-866



Gambar 3.3 Land magnetometer G-866

(sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan)

Land magnetometer G-866 digunakan di darat. Data yang terekam pada alat ini adalah intensitas medan magnet dan waktu pencuplikan berdasarkan tempatnya. Misalnya harga magnet di laut Sumatera berbeda dengan laut Jawa. Data yang terukur dari Magnetometer Land ini digunakan dalam tahap koreksi variasi harian. Magnetometer ini merekam keadaan variasi intensitas medan magnet di darat dan dapat disetel secara otomatis setiap 5 menit sekali atau sesuai dengan kebutuhan. Magnetometer ini berfungsi sebagai Base Station (BS), sementara magnetometer yang digunakan di laut berfungsi sebagai moving.

3. Analog Recorder Soltec 3314N-MF



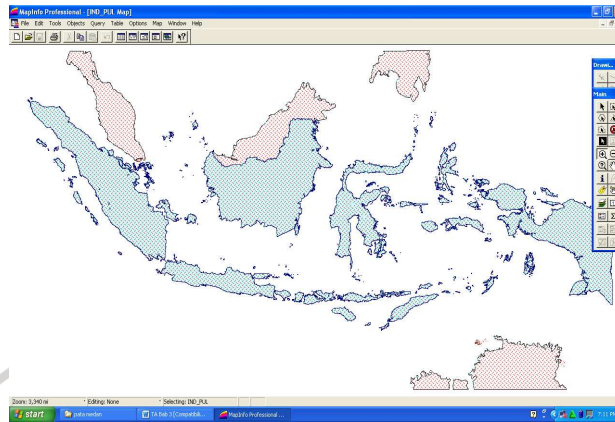
Gambar 3.4 Soltec 3314N-MF

(sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan)

Pada alat ini terdapat beberapa tombol dan juga kertas perekam. Beberapa tombol tersebut diantaranya :

- Power, untuk menghidupkan dan mematikan alat magnet.
- Cal, untuk mengkalibrasikan alat.
- Coarse dan filter, untuk mengukur skala.
- Signal, untuk menghidupkan dengan osiloskop.
- Sensitivity, untuk mengukur sensitivitas.
- DVM, untuk melihat tampilan pada layar atau display.
- Reverse, untuk mengatur kertas agar tergulung mundur.
- Pen, memberikan tinta pada rekaman grafik.
- Kapal Geomarin I

4. Program Mapinfo



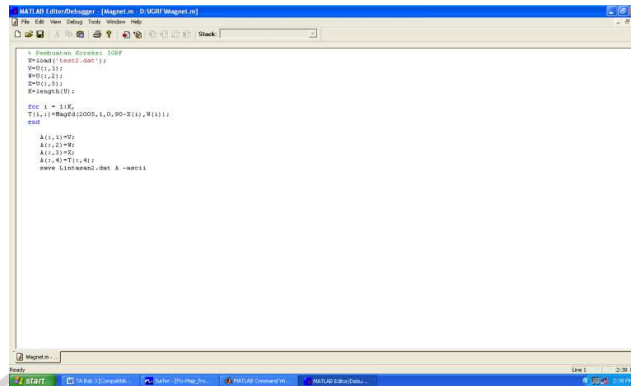
Gambar 3.5 Program mapinfo

(sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan)

Untuk melihat posisi lintang dan bujur daerah penelitian maupun pada titik-titik lintasan pengukuran dapat menggunakan komputer yang dilengkapi dengan program mapinfo. Selain dapat menggambarkan posisi lintang dan bujur, program ini juga dapat memperlihatkan posisi kapal pada saat melakukan pengukuran.

Program mapinfo pada komputer dapat menggambarkan posisi jika komputer dihubungkan dengan satelit. Satelit akan memberikan informasi berupa sinyal yang akan ditangkap oleh receiver.

5. Program Matlab



Gambar 3.6 Program matlab

(sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan)

Matlab (Matrix Laboratory) adalah sebuah program untuk analisis dan komputasi numerik dan merupakan suatu bahasa pemrograman matematika lanjutan yang dibentuk dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk matriks.

Matlab telah berkembang menjadi sebuah *environment* pemrograman yang canggih yang berisi fungsi-fungsi *built-in* untuk melakukan tugas pengolahan sinyal, aljabar linier, dan kalkulasi matematis lainnya. Juga berisi *toolbox* yang berisi fungsi-fungsi tambahan untuk aplikasi khusus.

Matlab sering digunakan keperluan teknik komputasi numeric, yang digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang melibatkan operasi matematika elemen, matrikm optimasi, aproksimasi dan lain-lain.

Sehingga Matlab banyak digunakan pada :

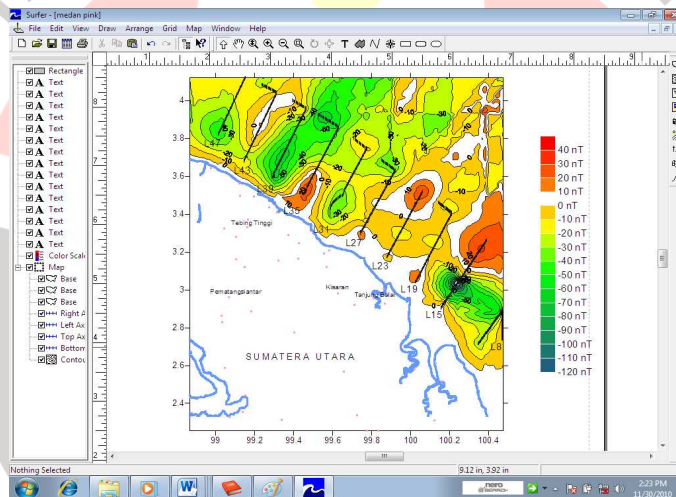
- Matematika dan komputasi
- Pengembangan dan algoritma

- Pemrograman modeling dan simulasi
- Analisa data visualisasi dan eksplorasi

Dalam penelitian ini program matlab digunakan untuk mengolah data IGRF agar sesuai dengan posisi titik amat di lokasi penelitian.

6. Program Surfer

Dalam penelitian ini program surfer digunakan untuk keperluan pembuatan peta kontur anomali magnetik.



Gambar 3.7 Peta kontur anomali magnet menggunakan software surfer

7. Kabel Penghubung



Gambar 3.8 Kabel penghubung

(sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan)

Kabel penghubung digunakan untuk menghubungkan perekam dengan computer melalui kebel penghubung.

8. Kapal Geomarine I



Gambar 3.9 Kapal geomarine I

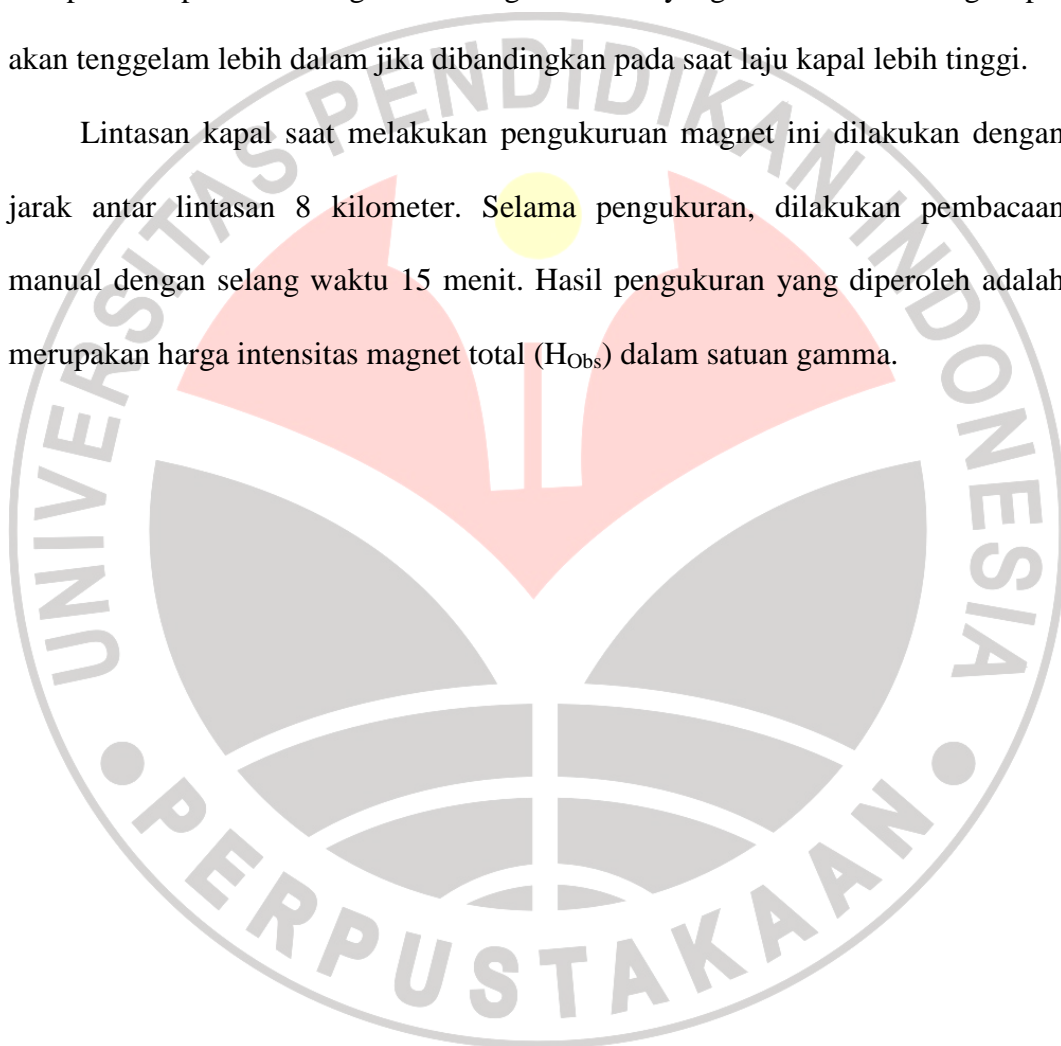
(sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan)

Kapal yang digunakan pada survei geomagnet ini adalah kapal Geomarine I. Kapal ini digerakan oleh motor dan melewati lintasan yang telah dibuat pada program mapinfo. Kapal Geomarine I merupakan kapal induk yang

berisi beberapa kamar untuk kepentingan penelitian pemetaan bawah laut. Kapal ini pun berisi peralatan perekaman dan komputer yang akan mencatat data magnet yang terukur.

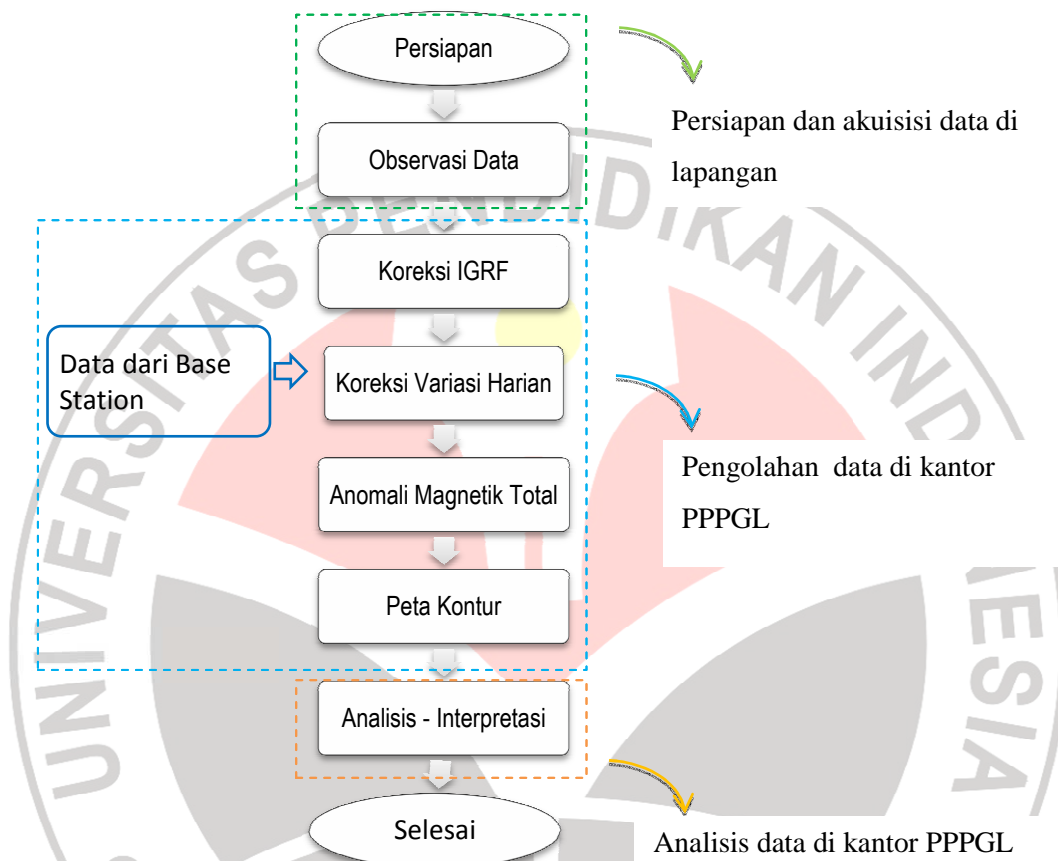
Ketika melakukan penelitian, laju kapal diusahakan sekitar 6 knot, jika kecepatan kapal berkurang maka magnetometer yang ditarik dibelakang kapal akan tenggelam lebih dalam jika dibandingkan pada saat laju kapal lebih tinggi.

Lintasan kapal saat melakukan pengukuran magnet ini dilakukan dengan jarak antar lintasan 8 kilometer. Selama pengukuran, dilakukan pembacaan manual dengan selang waktu 15 menit. Hasil pengukuran yang diperoleh adalah merupakan harga intensitas magnet total (H_{Obs}) dalam satuan gamma.



3.5 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut : persiapan, akuisisi data, pengolahan data, analisis dan interpretasi.



Gambar 3.10 Diagram Alur Penelitian

1. Persiapan

Dalam melakukan survei di laut, posisi peralatan perlu diatur sedemikian rupa sehingga harga intensitas magnet total yang diperoleh terhindar dari gangguan luar. Untuk itu ada beberapa persyaratan yang harus dilakukan, diantaranya :

- a. **Jarak sensor** (tow fish) terhadap kapal adalah minimal 3x panjang kapal, pada kondisi ini *noise* yang timbul dari kapal diperkirakan mendekati nol.

b. Arah lintasan pengukuran diusahakan berarah utara – selatan, hal ini untuk mendapatkan pembacaan harga intensitas medan magnet yang stabil.

c. Instalasi dan operasi Magnetometer

▪ **Ground-Magnetometer** digunakan untuk mengukur variasi harian medan magnet bumi. Pemasangan *Magnetometer* di *Base Station* (BS) dilakukan dengan memperhatikan tiga hal :

a) Lokasi sebaiknya kurang dari 50 mil dari *Marine Magnetometer*.

b) Jauhi benda magnetik dari titik amat.

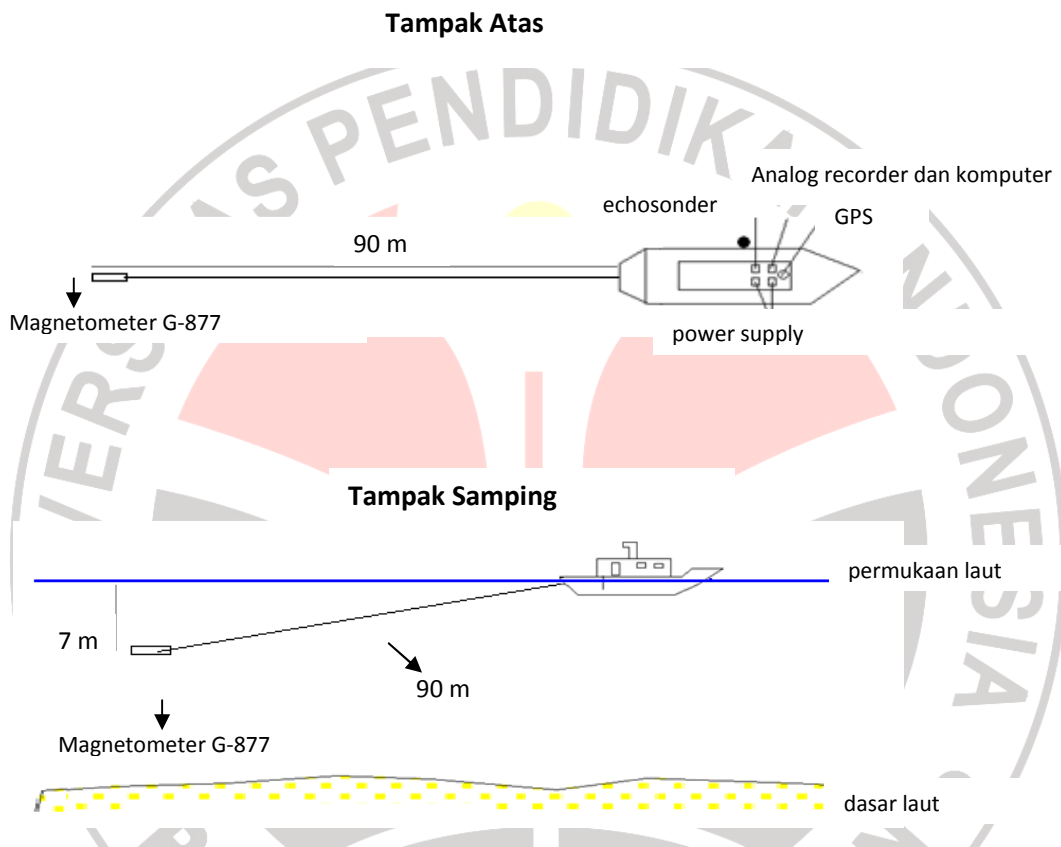
- Sebelum sensor dipasang, perhatikan keadaan sekitar TA dan hindari dari benda-benda magnetis.

- Lakukan pembacaan pada TA bandingkan dengan tabel untuk memeriksa adanya gangguan magnet pada TA, ulangi pembacaan pada beberapa tempat sekitar TA. Jika beda bacaan hanya 1, 2 unit tetapkan BS dan catat longitude dan latitude.

▪ **Marine-Magnetometer** digunakan untuk mengukur variasi intensitas medan magnet total di laut. Data yang diperoleh dijadikan sebagai data intensitas medan magnet total hasil observasi.

2. Akuisisi Data

Magnetometer ditarik dibelakang kapal (buritan) pada jarak sekitar 60 sampai 90 m dan kedalaman sensor dari muka air laut kurang lebih 7 m. Berikut adalah skema pelaksanaan akuisisi data metode geomagnet :



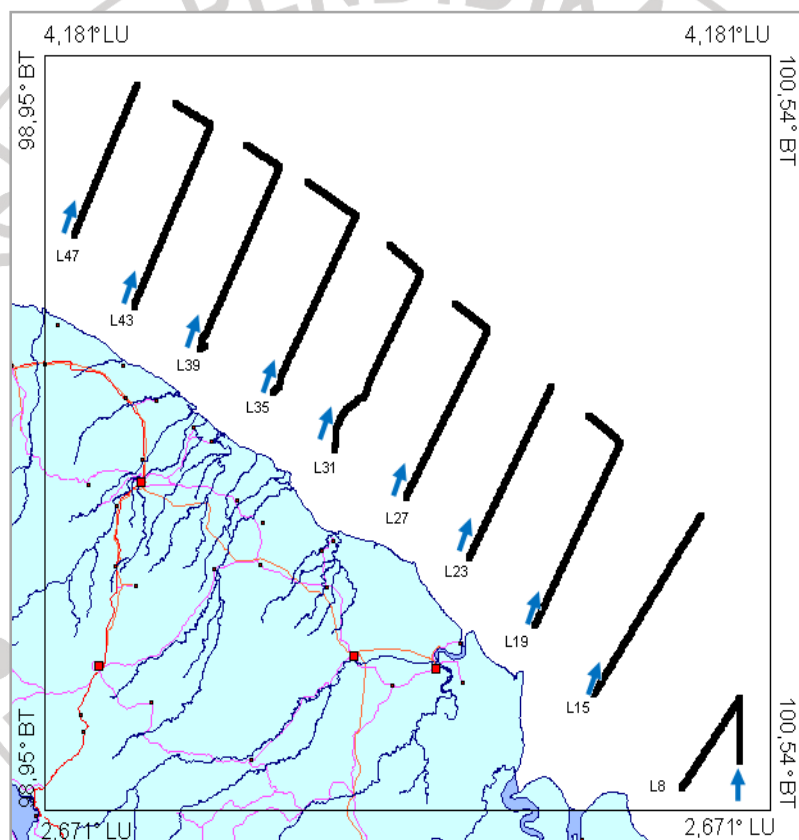
Gambar 3.12 Skema penempatan peralatan penelitian Geomagnet

(sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan)

Marine magnetometer ini ditarik di belakang kapal dengan jarak cukup jauh yaitu sekitar 90 m bahkan hingga 300 m untuk menghindari pengaruh benda magnetik dari kapal. Kapal bergerak dengan laju sekitar 6 knot untuk menjaga agar magnetometer tidak tenggelam jauh dari kedalaman 7 meter. Survei biasanya

dilaksanakan serentak bersama dengan survei seismik atau gravitasi atau dengan kombinasi dua metode tersebut.

Data intensitas medan magnet total yang diperoleh berupa grafik dan juga numerik dari sejumlah lintasan yang berarah Utara-Selatan dengan jarak antar lintasan kurang lebih 8 km dan panjang seluruh lintasan 1075 km. Berikut adalah peta lintasannya.



Gambar 3.13 Peta lintasan penelitian

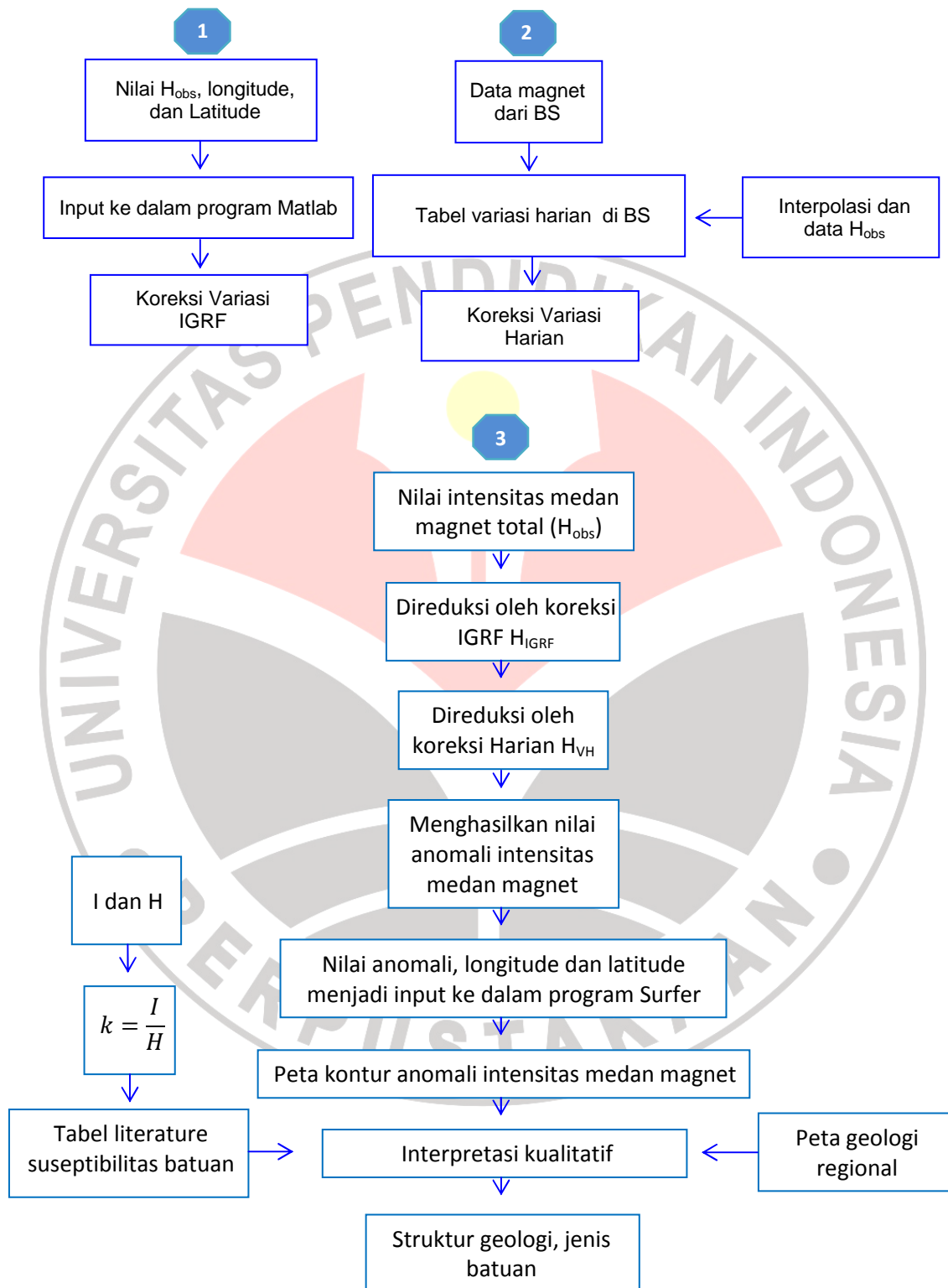
(sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan)

- **Langkah-Langkah Akuisisi Data**

Berikut adalah langkah-langkah dalam melakukan pengukuran magnet di lapangan :

- a. Pendataan intensitas magnet total dilakukan dengan sistem perekam Soltec 3314N-MF dan pencatatan langsung secara manual setiap 15 menit. Untuk mendapatkan hasil yang baik, maka pembacaan dilakukan sebanyak tiga kali dan dilakukan pula pembacaan melalui hasil rekaman secara analog. Hasil pembacaan kemudian dirata-ratakan sehingga didapatkan data yang akurat. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan seperangkat Marine Magnetometer yang mempunyai ketelitian pembacaan sampai 0,1 gamma.
- b. Membaca variasi harian medan total magnet di *base station*, untuk keperluan koreksi harian.
- c. Mendapatkan variasi magnet utama bumi IGRF, untuk keperluan pengolahan data koreksi IGRF.

3. Tahapan Pengolahan Data



Gambar 3.14 Diagram Alur pengolahan data

Pengolahan data untuk penyelidikan geomagnet yaitu dengan melakukan koreksi variasi harian dan koreksi IGRF.

Hasil pembacaan pada alat marine magnetometer disebut H_{obs} sedangkan medan magnet variasi harian yang diukur oleh land magnetometer disebut H_{VH} dan medan magnet teoritis disebut H_{IGRF} .

Sehingga hasil anomali intensitas medan magnet total diperoleh dari harga intensitas medan magnet total hasil pengukuran yang direduksi terhadap koreksi harian dan koreksi IGRF. Berikut adalah data-data pada penelitian geomagnet ini :

a. Data Hasil Pengamatan (H_{obs})

Berikut ini adalah contoh data hasil pengamatan intensitas medan magnet di laut menggunakan marine magnetometer pada salah satu lintasan, yaitu lintasan **L8**.

Tabel 3.1 Data Pengamatan Geomagnet Laut

Lokasi : Selat Malaka
 Hari : 14 April 2008
 Alat : Proton Marine-Magnetometer

Time		Posisi Kapal		Field_Mag.Obs (gamma)	Keterangan
WIB		Longitude	Latitude		
h	m	° BT	° LU		
00	34	100,474	2,770	41975,79	
00	37	100,474	2,775	41975,28	
00	40	100,474	2,779	41975,15	
00	43	100,474	2,784	41974,54	
00	46	100,474	2,788	41973,91	
00	49	100,474	2,793	41973,18	
00	52	100,474	2,797	41973,17	

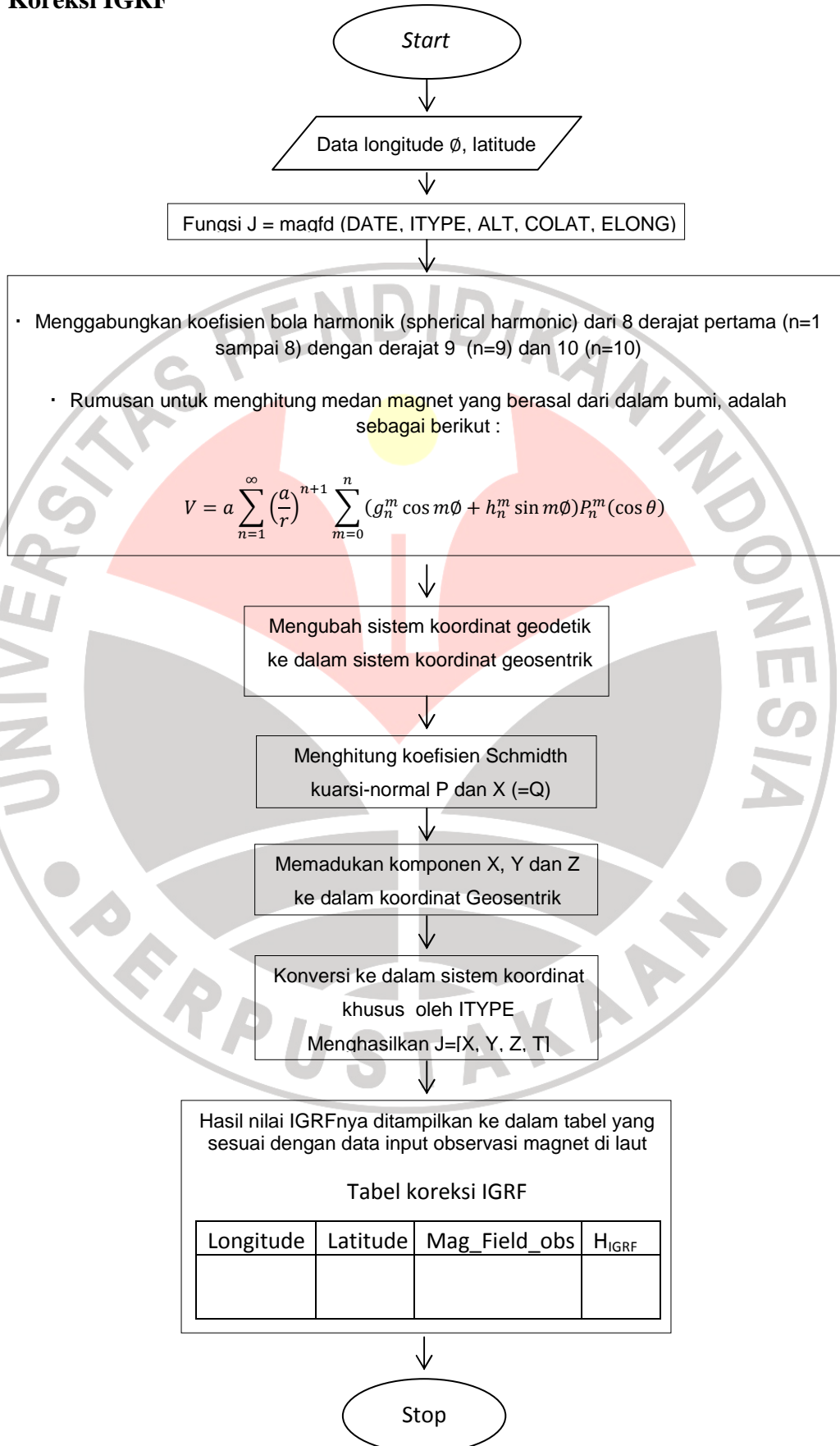
(sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan)

Time adalah variable waktu pada saat pengukuran nilai magnet total (observasi), *time* merupakan variabel yang dibutuhkan untuk keperluan pengolahan koreksi variasi harian.

Longitude (bujur) adalah garis khayal yang digunakan untuk menggambarkan lokasi pengukuran di timur atau barat bumi dari sebuah garis Utara-Selatan yang disebut Meridian Utama. Longitude diberikan berdasarkan pengukuran sudut yang berkisar dari 0° di Meridian Utama ke $+180^{\circ}$ arah timur dan -180° arah barat. Tidak ada posisi awal alami untuk bujur. Meridian utama universal yang ditetapkan adalah Observatorium Greenwich di London.

Latitude (lintang) adalah garis khayal yang digunakan untuk menentukan lokasi pengukuran terhadap garis khatulistiwa. Posisi lintang merupakan penghitungan sudut dari 0° di khatulistiwa dan sampai ke $+90^{\circ}$ di kutub utara dan -90° di kutub selatan. Dimana + menunjukkan LU dan – menunjukkan LS.

b. Koreksi IGRF



Gambar 3.15 Diagram alur pengolahan data koreksi IGRF

Secara matematis, model IGRF terdiri dari koefisien Gauss yang menentukan ekspansi harmonik bola potensi geomagnetik.

Persamaan umum yang digunakan dalam penyelidikan magnet bumi ini adalah

$$V = a \sum_{n=0}^{\infty} \left[\left(\frac{r}{a}\right)^n T_n^e + \left(\frac{r}{a}\right)^{n+1} T_n^i \right] \quad (9)$$

$$T_n^i = \sum_{m=0}^n (g_n^{mi} \cos m\phi + h_n^{mi} \sin m\phi) P_n^m(\theta)$$

$$T_n^e = \sum_{m=0}^n (g_n^{me} \cos m\phi + h_n^{me} \sin m\phi) P_n^m(\phi)$$

$$V = a \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{a}{r}\right)^{n+1} \sum_{m=0}^n (g_n^m \cos m\phi + h_n^m \sin m\phi) P_n^m(\theta) \quad (10)$$

dimana;

r : jarak radial dari pusat bumi

ϕ : bujur Timur

θ : colatitude (sudut polar)

a : radius Bumi ($6,371 \times 10^6$ m)

g_n^{me} dan h_n^{mi} : koefisien Gauss

P_n^m : terkait dengan fungsi Polinomial Legendre pada derajat n dan orde m.

n : derajat pengembangan medan magnet dalam koordinat bola.

m : orde normalisasi dalam deret polynomial Lagandre

Koefisien $g_n^{mi}, g_n^{me}, h_n^{mi}, h_n^{me}$ disebut koefisien Gauss, memiliki dimensi yang sama dengan induksi magnet, dan secara umum dinyatakan dalam nanotesla (nT) atau gamma. Angka yang ditulis diatas (superskrip) e dan i masing- masing merupakan hubungan eksternal dan internal.

Tabel 3.2 International Geomagnet Reference Field for epoch 2005

no.	cos/sin g/h	degree n	order m	DGRF 2005	no.	cos/sin g/h	degree n	order m	DGRF 2005
1	g	1	0	-29554.63	61	h	7	6	-26.32
2	g	1	1	-1669.05	62	g	7	7	1.94
3	h	1	1	5077.99	63	h	7	7	-4.64
4	g	2	0	-2337.24	64	g	8	0	24.8
5	g	2	1	3047.69	65	g	8	1	7.62
6	h	2	1	-2594.5	66	h	8	1	11.2
7	g	2	2	1657.76	67	g	8	2	-11.73
8	h	2	2	-515.43	68	h	8	2	-20.88
9	g	3	0	1336.3	69	g	8	3	-6.88
10	g	3	1	-2305.83	70	h	8	3	9.83
11	h	3	1	-198.86	71	g	8	4	-18.11
12	g	3	2	1246.39	72	h	8	4	-19.71
13	h	3	2	269.72	73	g	8	5	10.17
14	g	3	3	672.51	74	h	8	5	16.22
15	h	3	3	-524.72	75	g	8	6	9.36
16	g	4	0	920.55	76	h	8	6	7.61
17	g	4	1	797.96	77	g	8	7	-11.25
18	h	4	1	282.07	78	h	8	7	-12.76
19	g	4	2	210.65	79	g	8	8	-4.87
20	h	4	2	-225.23	80	h	8	8	-0.06
21	g	4	3	-379.86	81	g	9	0	5.58
22	h	4	3	145.15	82	g	9	1	9.76
23	g	4	4	100	83	h	9	1	-20.11
24	h	4	4	-305.36	84	g	9	2	3.58
25	g	5	0	-227	85	h	9	2	12.69
26	g	5	1	354.41	86	g	9	3	-6.94
27	h	5	1	42.72	87	h	9	3	12.67
28	g	5	2	208.95	88	g	9	4	5.01
29	h	5	2	180.25	89	h	9	4	-6.72
30	g	5	3	-136.54	90	g	9	5	-10.76
31	h	5	3	-123.45	91	h	9	5	-8.16
32	g	5	4	-168.05	92	g	9	6	-1.25
33	h	5	4	-19.57	93	h	9	6	8.1
34	g	5	5	-13.55	94	g	9	7	8.76
35	h	5	5	103.85	95	h	9	7	2.92
36	g	6	0	73.6	96	g	9	8	-6.66
37	g	6	1	69.56	97	h	9	8	-7.73
38	h	6	1	-20.33	98	g	9	9	-9.22

39	g	6	2	76.74	99	h	9	9	6.01
40	h	6	2	54.75	100	g	10	0	-2.17
41	g	6	3	-151.34	101	g	10	1	-6.12
42	h	6	3	63.63	102	h	10	1	2.19
43	g	6	4	-14.58	103	g	10	2	1.42
44	h	6	4	-63.53	104	h	10	2	0.10
45	g	6	5	14.58	105	g	10	3	-2.35
46	h	6	5	0.24	106	h	10	3	4.46
47	g	6	6	-86.36	107	g	10	4	-0.15
48	h	6	6	50.94	108	h	10	4	4.76
49	g	7	0	79.88	109	g	10	5	3.06
50	g	7	1	-74.46	110	h	10	5	-6.58
51	h	7	1	-61.14	111	g	10	6	0.29
52	g	7	2	-1.65	112	h	10	6	-1.01
53	h	7	2	-22.57	113	g	10	7	2.06
54	g	7	3	38.73	114	h	10	7	-3.47
55	h	7	3	6.82	115	g	10	8	3.77
56	g	7	4	12.3	116	h	10	8	-0.86
57	h	7	4	25.35	117	g	10	9	-0.21
58	g	7	5	9.37	118	h	10	9	-2.31
59	h	7	5	10.93	119	g	10	10	-2.09
60	g	7	6	5.42	120	h	10	10	-7.93

Note :

11th Generation International Geomagnetic Reference Field Schmidt semi-normalised spherical harmonic coefficients, degree $n=1,13$ in units nanoTesla for IGRF and definitive DGRF (Definitive Geomagnetic Reference Field) main-field models (degree $n=1,8$ nanoTesla/year for secular variation (SV))

(sumber : <http://www.ngdc.noaa.gov/IAGA/vmod/igrf.html>)

Berikut adalah nilai-nilai koreksi IGRF untuk lintasan L8

TA	Longitude	Latitude	H_obs	H_IGRF
1	100.4739	2.770093	41975.79	41987.03
2	100.474	2.774621	41975.28	41986.13
3	100.474	2.77914	41975.15	41985.23
4	100.474	2.783651	41974.54	41984.33
5	100.474	2.788189	41973.91	41983.43
6	100.474	2.792707	41973.18	41982.53
7	100.4741	2.797241	41973.17	41981.63
8	100.474	2.801755	41972.52	41980.74
9	100.474	2.806282	41971.35	41979.84
10	100.4739	2.810793	41971.24	41978.95
11	100.474	2.815309	41970.52	41978.06
12	100.4739	2.819845	41969.43	41977.16
13	100.4739	2.824364	41969.61	41976.27
14	100.4739	2.828895	41968.45	41975.38
15	100.4739	2.833404	41967.2	41974.49
16	100.4739	2.837932	41965.56	41973.6
17	100.4739	2.842448	41964.31	41972.71
18	100.4739	2.84697	41963.27	41971.82
19	100.4739	2.851529	41962.94	41970.92
20	100.474	2.852882	41971.67	41970.66
21	100.474	2.867589	41960.68	41967.78
22	100.4739	2.869582	42023.24	41967.39
23	100.474	2.875525	41959.59	41966.23
24	100.474	2.87863	41958.23	41965.62
25	100.474	2.883157	41957.51	41964.74
26	100.4742	2.888042	41935.06	41963.78
27	100.4739	2.892193	41956.1	41962.98
28	100.4738	2.895838	41927.98	41962.27
29	100.4718	2.892475	41670.59	41962.96
30	100.4696	2.888941	41922.89	41963.7

c. Koreksi Variasi Harian

Setelah data lapangan dikoreksikan dengan data medan magnetik utama bumi, selanjutnya dikoreksikan terhadap variasi magnetik harian (H_{VH}), bertujuan untuk mengoreksi hasil pengukuran pada titik pengamatan terhadap adanya variasi medan magnet harian sehingga hasil pengukuran tersebut secara murni menggambarkan anomali akibat formasi atau struktur batuan.

Pada penelitian ini, data koreksi harian diperoleh dari hasil pengukuran dengan menggunakan *ground magnetometer* yang disimpan di *Base Station*. Asumsi dari koreksi harian ini adalah medan magnetik harian yang sama adalah tetap, untuk itu nilai tetap dari *Base Station* adalah nilai rata-rata pengamatan. Simpangan terhadap nilai rata-rata base station adalah nilai koreksi pada waktu itu. Berikut adalah data hasil pengamatan *ground magnetometer* di *base station*.

Kemudian data tersebut di simpan dalam table berikut ini.

Tabel 3.4 Data Base Station April 2008

Hour Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	8.41	23.95	38.20	38.68	30.97	21.15	8.13	2.55	-3.37	-6.63	-4.56	-4.85	-8.79	-7.09	-7.94	-10.09	-7.60	-3.92	-2.53	-2.62	-3.57	-2.09	-0.61	0.99
2	6.91	18.18	32.03	36.88	39.25	33.38	20.36	5.29	-2.84	-6.21	-5.65	-6.50	-7.09	-7.85	-8.04	-8.43	-10.67	-9.28	-8.46	-8.65	-8.65	-5.10	-5.50	-6.58
3	-4.42	11.24	30.13	46.87	51.14	43.72	33.29	20.17	12.22	9.11	7.09	7.09	5.23	0.21	-0.17	-0.64	-1.40	-0.11	2.38	1.90	1.90	3.10	4.29	4.29
4	7.02	18.28	33.94	46.25	48.69	34.86	19.21	19.73	-1.73	-1.75	6.54	8.49	6.21	3.08	-4.62	2.22	-2.70	-5.74	-20.15	-30.62	-21.71	-21.61	-13.30	-4.88
5	3.45	13.83	32.64	40.41	39.26	29.54	11.70	-1.93	-8.63	-14.47	-25.48	-31.65	-19.70	-20.08	-17.87	-7.18	-0.42	-27.28	-28.04	-22.20	-16.27	-16.27	-13.99	-13.40
6	-1.35	16.95	33.97	39.39	25.98	-4.39	-16.14	-24.34	-28.12	-28.12	-20.71	-21.56	-17.21	-19.36	-21.03	-19.74	-17.13	-19.77	-12.36	-9.69	-12.36	-13.84	-10.87	-8.80
7	-1.12	4.82	15.42	17.73	26.60	10.65	6.89	-0.10	-7.38	-5.30	-5.17	-7.24	-7.44	-8.73	-7.93	-10.40	-0.31	-3.35	-10.36	-7.40	-3.84	-7.10	-7.80	-5.32
8	3.66	14.92	29.37	38.18	44.71	40.88	26.20	9.75	-4.96	-14.35	-18.13	-19.15	-19.85	-16.09	-5.50	-13.39	-8.13	-9.01	-11.95	-11.66	-6.61	-8.58	-4.33	-3.74
9	-2.31	5.39	12.06	14.29	19.66	18.28	10.36	-10.59	-5.76	-11.41	-18.15	-18.66	-20.66	-13.82	-11.33	-10.21	-12.18	-12.05	-9.77	-6.21	-5.41	-4.52	-3.93	-5.41
10	-6.40	6.62	17.31	22.98	37.03	34.90	15.40	1.50	-6.27	-10.50	-8.06	-12.52	-14.10	-9.64	-10.31	-6.04	-7.72	-6.80	-5.51	-4.21	-2.73	-1.81	-2.11	-3.49
11	-0.92	13.23	24.58	36.05	39.05	32.08	20.62	10.43	4.61	4.18	-7.10	-19.38	-22.82	-19.35	-17.17	-11.69	-8.41	-4.03	-7.85	-7.85	-5.07	-5.54	-2.26	2.30
12	6.69	17.04	32.19	45.04	46.42	39.84	36.43	16.77	-6.05	-25.79	-31.17	-29.59	-13.25	-14.11	-8.36	-5.46	-6.63	-9.47	-4.22	4.53	-3.68	-3.68	-3.68	2.26
13	14.23	28.18	42.28	53.05	54.39	45.98	33.68	19.07	2.00	-8.62	-10.20	-10.39	-9.89	-10.65	-10.74	-7.87	4.53	-6.44	-11.47	-8.59	-4.32	-6.47	-6.76	-2.78
14	1.55	7.46	16.17	20.83	23.48	20.51	15.24	7.28	3.97	2.78	0.33	-2.64	-4.91	-3.72	-7.47	-4.87	-3.88	-4.04	-3.64	-1.92	-1.72	-1.68	-3.17	2.11
15	13.07	29.24	43.35	53.51	57.17	50.19	36.63	23.89	12.16	6.77	4.79	3.60	3.89	0.85	-1.22	1.66	-1.87	5.20	0.15	0.45	0.45	-4.01	-1.04	1.46
16	-0.61	-5.08	8.90	21.10	33.87	28.78	10.01	-8.84	-8.18	-5.20	-6.40	1.70	-13.17	-16.15	-12.35	-6.78	-12.01	-14.35	-2.45	-8.59	-10.08	-19.47	-17.98	-15.11
17	-9.06	10.58	28.66	43.83	41.50	24.60	13.82	2.17	-4.20	-11.03	-7.45	-6.83	-8.61	-8.30	-6.41	-6.89	-12.72	-12.70	-11.50	-9.01	-5.74	-3.06	0.21	1.70
18	4.80	13.72	30.25	38.80	41.40	21.69	40.25	2.48	-1.89	-4.48	-6.48	-6.10	-6.10	-5.60	-7.15	-9.72	-7.05	-10.39	-7.51	-5.11	-2.14	-1.23	0.55	0.36
19	3.39	16.40	29.58	36.34	41.45	40.47	30.74	14.53	-2.69	-9.02	-7.39	-5.70	-1.44	-0.74	-0.41	-0.01	-2.48	-2.56	-2.55	-5.53	-8.80	-6.71	-0.46	1.05
20	4.01	17.75	38.07	53.22	57.44	50.28	37.54	23.31	12.11	5.41	2.92	1.43	-1.73	-1.73	-3.41	-5.28	-3.09	-10.32	-10.70	-9.40	-10.39	-5.51	0.25	4.82
21	12.00	23.64	35.12	46.87	40.86	30.49	15.15	6.03	1.62	-0.38	0.51	-1.95	-1.35	1.23	1.34	-0.44	-1.91	-2.58	0.10	-0.67	0.23	2.61	5.59	6.98
23								-8.23	-55.42	-57.49	-45.78	-30.55	-35.17	-40.53	-38.22	-25.50	-35.62	-47.01	-44.11	-36.46	-33.35	-27.05	-24.18	-22.66
24	-17.42	-5.62	8.12	10.86	10.79	9.55	-15.58	-29.03	-40.10	-45.19	-21.22	-29.57	-23.15	-28.51	-23.15	-29.07	-23.90	-19.00	-18.35	-17.78	-22.72	-18.25	-22.08	-17.61
26	-0.79	5.39	13.67	25.50	25.20	21.03	15.35	5.28	-11.17	-29.06	-36.61	-24.78	-16.40	-21.83	-26.58	-16.15	-24.17	-21.80	-20.76	-16.08	-13.40	-5.75	-11.12	-14.40
27	-10.32	1.61	18.84	29.25	16.94	19.85	5.89	-14.74	-21.27	-24.51	-19.66	-15.76	-15.85	-16.71	-13.49	-13.78	-8.80	-12.36	-11.53	-10.16	-7.37	-7.37	-5.97	-3.18
28	10.66	16.70	32.05	45.47	41.60	40.27	29.11	15.14	-0.96	-17.61	-11.59	-16.27	-22.92	-32.63	-32.66	-29.96	-28.47	-17.68	-18.93	-23.52	-17.68	-7.36	-8.73	-7.73
29	-2.27	4.48	6.52	10.05	12.94	4.64	-5.96	-13.75	-15.98	-12.99	-8.57	-7.54	-12.97	-16.14	-14.12	-17.00	-15.50	-15.44	-15.36	-15.36	-10.42	-8.35	-8.99	-6.01
30	-3.60	4.16	14.89	21.62	25.80	28.94	23.87	10.33	0.47	-7.92	-10.62	-6.87	-6.97	-10.81	-11.09	-10.56	-0.40	5.11	-0.32	-17.68	-17.13	-17.13	-10.89	-1.15

(sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan)

Untuk mendapatkan nilai variasi harian yang sesuai dengan waktu (jam) dari hasil intensitas medan magnet total yang diperoleh dari laut, dapat dilakukan dengan cara menginterpolasi data magnet harian base station dengan formula :

$$H_{VH} = \left[\frac{H_{base2} - H_{base1}}{t_{base2} - t_{base1}} \times (t_{obs} - t_{base1}) \right] + H_{base1} \quad (11)$$

H_{VH} : variasi intensitas medan magnet harian

H_{base2} : intensitas medan magnet di base pada saat t_2

H_{base1} : intensitas medan magnet di base pada saat t_1

t_2 : waktu pengamatan 2

t_1 : waktu pengamatan 1

- **Contoh mengkoreksi data magnet terhadap variasi harian**

Berikut adalah contoh untuk menghitung nilai koreksi variasi harian pada lintasan **L8** pada pukul **00:34:51**, (TA1).

$$H_{base2} = 7,28 \text{ gamma}$$

$$H_{base1} = 15,24 \text{ gamma}$$

$$t_{base2} = 01:00 + 7:00 = 8:00$$

$$t_{base1} = 00:00 + 7:00 = 7:00$$

$$t_{obs} = 00:34;51 + 7:00:00 = 7:34:51$$

Sehingga :

$$H_{VH} = \left[\frac{H_{base2} - H_{base1}}{t_{base2} - t_{base1}} \times (t_{obs} - t_{base1}) \right] + H_{base1}$$

$$H_{VH} = \left[\frac{7,28 \text{ gamma} - 15,24 \text{ gamma}}{8:00:00 - 7:00:00} \times (07:34:51 - 7:00:00) \right] + 15,24 \text{ gamma}$$

$$H_{VH} = \left[\frac{-7,96 \text{ gamma}}{1 \text{ jam}} \times 34:51 \right] + 15,24 \text{ gamma}$$

$$H_{VH} = \left[\frac{-7,96 \text{ gamma}}{1 \text{ jam}} \times 0,581 \text{ jam} \right] + 15,24 \text{ gamma}$$

$$H_{VH} = [-4,62 \text{ gamma}] + 15,24 \text{ gamma}$$

$$H_{VH} = 10,62 \text{ gamma}$$

Dengan demikian koreksi variasi harian (H_{VH}) pada lintasan L8 pukul 00:34:51 adalah **10,62 gamma**.

d. Anomali intensitas medan magnet.

Untuk mendapatkan anomali intensitas medan magnet yang menjadi target survei, maka data magnetik yang telah diperoleh dari hasil pengukuran lapangan (H_{obs}) harus dibersihkan atau dikoreksi dari pengaruh beberapa medan magnet yang lain. Yaitu, koreksi medan magnet utama bumi IGRF (*International Geomagnetik Reference Field*) untuk menghilangkan pengaruh medan yang berasal dari inti bumi dan koreksi variasi harian.

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan anomali magnetik adalah

$$\Delta H = H_{obs} + H_{IGRF} + H_{VH} \quad (12)$$

dimana

ΔH : nilai anomali intensitas medan magnet

H_{obs} : nilai magnetik pengukuran pada lintasan tertentu

H_{IGRF} : nilai medan magnetik IGRF.

H_{VH} : nilai variasi harian medan magnet.

- **Contoh mengolah data magnet menjadi nilai anomali medan magnet**

Sehingga nilai anomali magnet pada lintasan **L8** pada pukul **00:34:51** adalah

$$\Delta H = H_{obs} - H_{IGRF} + H_{VH}$$

dimana ;

$$H_{obs} = 41975,79 \text{ gamma}$$

$$H_{IGRF} = 41987,03 \text{ gamma}$$

$$H_{VH} = 10,62 \text{ gamma}$$

maka;

$$\Delta H = 41975,79 \text{ gamma} - 41987,03 \text{ gamma} + 10,62 \text{ gamma}$$

$$\Delta H = -0,62 \text{ gamma} = -0,62 \text{ nT}$$

Secara keseluruhan data-data tersebut diatas dapat disajikan dalam table berikut ini.

Tabel 3.5 Data Anomali Intensitas Medan Magnet Selat Malaka Lintasan L8

Date	Time	Field.Mag (gamma)	Longitude (derajat)	Latitude (derajat)	IGRF (gamma)	Var.Har (gamma)	Anomali (gamma)	Ket.
4/14/2008	0:34:51	41975.79	100.47	2.77	41987.03	10.62	-0.62	
4/14/2008	0:37:46	41975.28	100.47	2.77	41986.13	10.23	-0.62	
4/14/2008	0:40:43	41975.15	100.47	2.78	41985.23	9.84	-0.24	
4/14/2008	0:43:40	41974.53	100.47	2.78	41984.33	9.44	-0.35	
4/14/2008	0:46:40	41973.91	100.47	2.79	41983.43	9.05	-0.48	
4/14/2008	0:49:37	41973.18	100.47	2.79	41982.53	8.65	-0.70	
4/14/2008	0:52:34	41973.17	100.47	2.80	41981.63	8.26	-0.20	
4/14/2008	0:55:29	41972.52	100.47	2.80	41980.74	7.88	-0.35	

(sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan)

e. Menghitung Suseptibilitas Batuan

Jenis batuan dapat ditentukan berdasarkan hubungan intensitas medan magnet dengan nilai suseptibilitas batuan dan kuat medan magnet bumi, yaitu dalam rumusan $k = I/H$.

I adalah intensitas medan magnet yang tidak lain adalah nilai anomali magnet atau nilai intensitas medan magnet batuan. Sedangkan H adalah kuat medan magnet bumi, yaitu 0,6 gauss sama dengan $0,6 \times 10^5$ nT. Besaran k adalah nilai suseptibilitas batuan. Maka, diperoleh nilai suseptibilitasnya dengan rumusan $k = I/H$.

Setelah diperoleh nilai suseptibilitasnya, kemudian dibandingkan dengan literatur suseptibilitas berbagai jenis batuan.

- **Nilai suseptibilitas batuan pada lintasan L8**

$$k = \frac{I}{H} \quad (13)$$

dimana

I : nilai anomali intensitas medan magnet (nT)

H : nilai kuat medan magnet bumi = 0,6 gauss = $0,6 \times 10^5$ nT

Contoh :

$$I = -0,62 \text{ nT}$$

$$H = 0,6 \times 10^5 \text{ nT}$$

Maka $k = \frac{I}{H}$

$$k = \frac{-0,62 \text{ nT}}{0,6 \times 10^5 \text{ nT}} = -10,37 \times 10^{-6}$$

Kemudian, bandingkan dengan tabel litelatur jenis batuan berdasarkan nilai suseptibilitasnya (tabel 2.1). Nilai tersebut sesuai untuk jenis batuan dolomite.

Tabel 3.6 Nilai suseptibilitas magnet pada lintasan L8

Anomali intensitas magnet	Suseptibilitas magnet (10^{-6}) SI	Jenis batuan
-0.62	-10.37	dolomite
-0.62	-10.38	dolomite
-0.24	-4.04	dolomite
-0.35	-5.84	dolomite
-0.48	-7.94	dolomite
-0.70	-11.69	dolomite
-0.20	-3.30	dolomite
-0.35	-5.75	dolomite
-1.00	-16.70	kuarsa
-0.51	-8.48	dolomite
-0.49	-8.22	dolomite
-0.85	-14.18	kuarsa
0.05	0.91	dolomite
-0.37	-6.20	dolomite
-0.89	-14.91	kuarsa
-1.80	-30.02	graphite
-2.32	-38.73	graphite
-2.63	-43.91	graphite
-4.93	-82.08	graphite
-4.20	-69.95	graphite
-1.92	-32.01	graphite
-1.62	-26.98	graphite
-1.71	-28.44	graphite
-2.60	-43.39	graphite
-2.60	-43.34	graphite
-3.83	-63.78	graphite
-2.58	-43.00	graphite

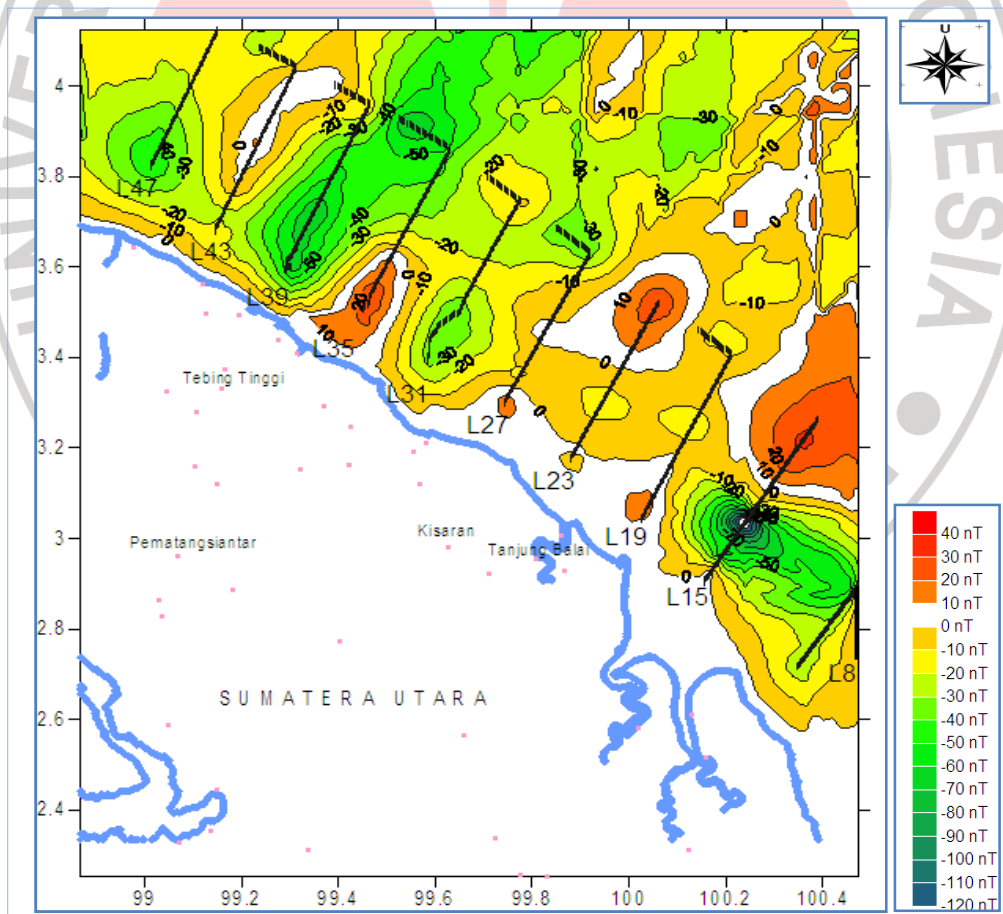
Nilai suseptibilitas batuan dapat dilihat pada lampiran D (tabel 2).

f. Pembuatan peta kontur anomali intensitas medan magnet.

Langkah selanjutnya adalah anomali magnet tersebut diplot ke dalam peta kontur anomali magnetik dengan bantuan *software surfer* dengan data input yakni nilai longitude, latitude dan nilai anomali intensitas magnetnya.












Tabel 3.7 Contoh data untuk membuat peta anomali intensitas medan magnet

Longitude	Latitude	Nilai Anomali (nT)



Gambar 3.16 Peta kontur anomali inensitas medan magnet di perairan Selat Malaka

Tabel 3.8 Tabel skala warna pada peta kontur anomali magnet dan jenis batuan.

Intensitas magnet	Warna skala	Jenis batuan
40 nT		granit with magnetit, hematit, ilmenit, limonit, amfibol (hornblenda)
30 nT		granit with magnetit
20 nT		basalt (muskovit), granit with magnetit
10 nT		piroksen (augit, diopsit), pirit, granit with magnetit
0 nT		cangkang, granit with magnetit
-10 nT		dolomit, kuarsa
-20 nT		graphite
-30 nT		graphite
-40 nT		graphite
-50 nT		graphite
-60 nT		aluvium

4. Interpretasi Kualitatif

Secara umum interpretasi terbagi menjadi dua, yaitu interpretasi kualitatif dan kuantitatif. Interpretasi kualitatif didasarkan pada pola kontur anomali medan magnet yang bersumber dari distribusi benda-benda termagnetisasi atau struktur geologi bawah permukaan bumi.

Interpretasi yang digunakan pada pengolahan data magnet ini hanya terbatas pada interpretasi kualitatif. Perkiraan penyebab adanya nilai anomali didasarkan pada informasi geologi setempat dalam bentuk distribusi benda magnetik dan struktur geologi yang dijadikan dasar pendugaan terhadap keadaan geologi yang sebenarnya.

Jenis batuan ditafsirkan berdasarkan nilai suseptibilitas yang dibandingkan dengan *literature* jenis batuan.

Data hasil pengukuran intensitas magnet total di lapangan (H_{obs}) dikoreksi terhadap intensitas magnet harian dan nilai kemagnetan global (IGRF 2005). Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan nilai anomali medan magnet. Kemudian disajikan dalam bentuk peta kontur anomali medan magnet dengan cara memasukan data lintang, bujur, dan nilai anomali magnet yang diperoleh dari hasil pengolahan data sebelumnya kedalam program surfer 8.0, sehingga menghasilkan pola kontur anomali medan magnet. Kemudian nilai anomali magnet yang diperoleh dapat digunakan untuk mengetahui nilai suseptibilitas batuan, sehingga dapat diketahui jenis-jenis batuan yang ada pada setiap lintasan penelitian.

