

DESAIN SURVEI METODA MAGNETIK MENGGUNAKAN MARINE MAGNETOMETER DALAM PENDETEKSIAN RANJAU

Oleh :

Subarsyah dan I Ketut Gede Aryawan

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jl. Dr. Junjunan No. 236 Bandung-40174

Diterima : 01-07-2008; Disetujui : 20-04-2009

ABSTRACT

Magnetometer has ability to detect metal object (iron) with different level of detection, that depend on its sensitivity and accuracy. Calibration is one way in determine detection level of magnetometer where this procedure can be used to arrange survey design for mine detection. The result of calibration that will be used in this paper was calibration on Geometrics type G-877. Calibration procedure was done by passing plate iron object on 5 line with different distances 2,3,4,5 and 6 meters from magnetometer sensor. The result show that detection level up to 5 meters based on respond of anomaly magnetic and the survey design can be arranged in case using 2 sensor of magnetometer the line spacing will be 10 m and distance between both sensor 2 meter and depth sensor must be kept 1 meter above seabed.

Keywords: magnetometer, calibration, diurnal variation.

SARI

Magnetometer memiliki kemampuan untuk mendeteksi objek logam (besi) dengan tingkat deteksi yang berbeda tergantung sensitivitas dan akurasi. Kalibrasi merupakan salahsatu cara dalam menentukan daya deteksi dari sebuah magnetometer dimana hasilnya dapat digunakan dalam desain survei pendeteksian ranjau. Data hasil kalibrasi yang digunakan dalam paper ini adalah kalibrasi terhadap magnetometer Geometrics G-877. Prosedur kalibrasi dilakukan dengan cara melewatkan objek logam besi batangan pada 5 lintasan dengan jarak lintasan berbeda masing-masing 2, 3, 4, 5, dan 6 meter terhadap sensor magnetometer. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa kemampuan deteksi sampai 5 m dilihat dari respon anomali magnetnya. Sehingga untuk desain survei dengan menggunakan 2 sensor magnet yang sejenis maka spasi lintasan 10 m dan jarak masing-masing sensor 2 m sementara kedalaman sensor dipertahankan 1 meter di atas dasar laut.

Kata Kunci: magnetometer, kalibrasi, variasi harian.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Marine magnetometer umumnya digunakan sebagai peralatan survei geofisika untuk mengetahui kondisi geologi bawah permukaan berdasarkan sifat kemagnetannya. Secara prinsip kerja *marine magnetometer* identik dengan alat metal detektor yang membedakan hanyalah *threshold* dari keduanya. Cakupan

pengukuran dari *marine magnetometer* lebih besar dari metal detektor antara 20.000 – 100.000 nT karena akan melibatkan medan magnet bumi sedangkan metal detektor tidak melibatkan medan magnet bumi.

Kegiatan survei geoteknik laut seringkali menggunakan *marine magnetometer* sebagai pengganti metal detektor, dalam kasus ini maka harus diperhatikan mengenai kisaran besarnya

objek metal dan tingkat deteksi dari alat yang digunakan salah satu cara yang biasa digunakan adalah kalibrasi.

Maksud dan Tujuan

Kalibrasi dapat dilakukan dengan beberapa prosedur, salah satunya dengan melewati objek berupa metal atau besi pada lintasan yang berbeda-beda jaraknya terhadap sensor magnetometer. Pada penelitian kali ini akan dilakukan kalibrasi dengan melewati objek besi sebesar 45 kg terhadap sensor magnetometer laut *Geometrics* tipe G-877 dengan maksud untuk memperoleh sensitifitas tingkat deteksinya.

Tujuan dari kalibrasi adalah hasil yang diperoleh akan digunakan di dalam perencanaan survei ranjau ini sehingga pelaksanaannya dilakukan secara efektif.

METODA MAGNETIK

Prinsip Dasar

Prinsip yang mendasari dari metoda ini adalah hukum Coulomb's (Telford W.M, 1986 dan Blakely. J. Richard, 1994) yaitu:

$$F = (m_1 * m_2) / \mu r^2$$

Dimana:

- F : gaya (kg.m.s^{-2}),
- m_1, m_2 : besaran kutub magnetik (A.m),
- r : jarak antara m_1 dan m_2 (m),
- μ : permeabilitas medium ($\text{A}^{-2}.\text{kg.m.s}^{-2}$).

Sehingga akan diperoleh intensitas medan magnet (H) :

$$H = F/m_1 \text{ atau } H = m/\mu r^2$$

Dimana:

- H : intensitas medan magnet (A.m^{-1})

Suatu objek besi apabila ditempatkan dalam suatu medan magnet akan terinduksi sehingga intensitas yang akan dihasilkan sebesar (B) :

$$B = \mu * H + J$$

Dimana:

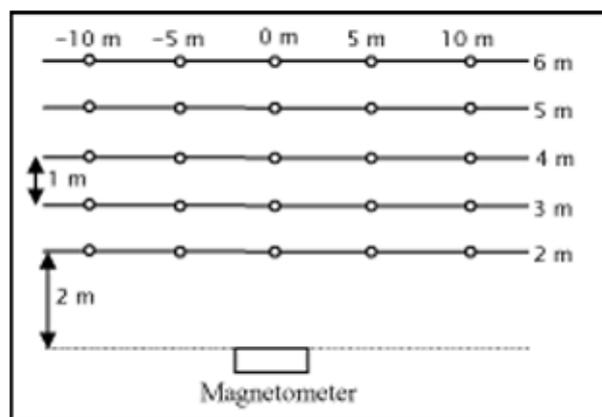
- B : intensitas total magnetik (nT),

- μ : permeabilitas medium ($\text{A}^{-2}.\text{kg.m.s}^{-2}$),
- J : besaran magnetisasi per unit volume (nT).

Dari persamaan di atas mengisyaratkan bahwa semakin besar volume objek besi maka semakin besar intensitas magnetiknya dan semakin jauh jaraknya maka intensitasnya akan semakin kecil.

Kalibrasi Magnetometer

Kalibrasi dilakukan pada dini hari jam 04.00, hal ini dilakukan dengan tujuan mereduksi variasi harian (Okeke dan Hamano, 2000) dan lokasi yang relatif jauh dari sumber medan magnet lain.



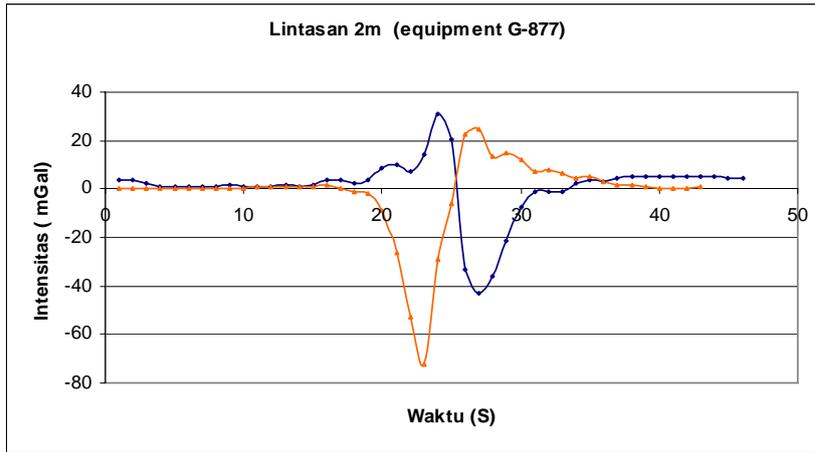
Gambar 1. Lintasan kalibrasi

Prosedur kalibrasi yang dilakukan yaitu dengan melewati objek berupa besi batangan dengan berat ± 45 Kg terhadap sensor magnetometer yang ditempatkan pada suatu posisi tetap. Objek dilewatkan pada 5 lintasan dengan jarak dari sensor masing masing 2, 3, 4, 5 dan 6 m. Masing-masing lintasan mempunyai panjang 30 meter, 15 meter sebelah kiri dan kanan sensor.

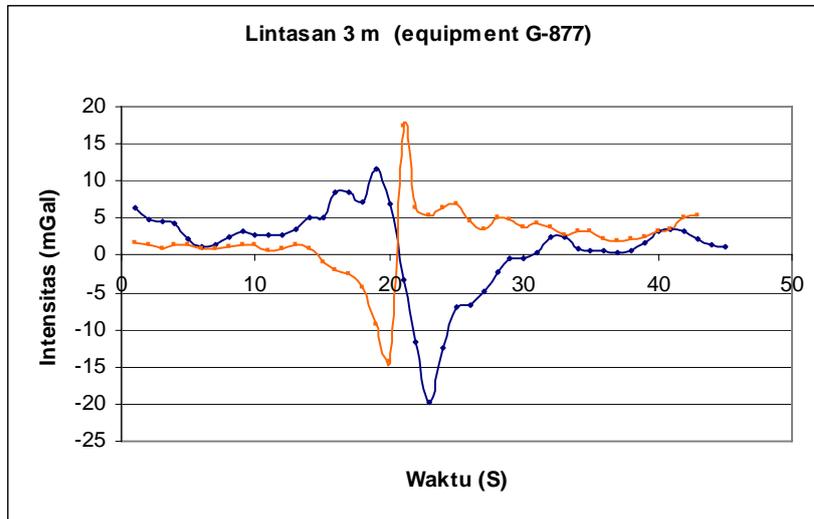
Pada masing-masing lintasan akan dilakukan *fix marking* yaitu pada posisi -10, -5, 0, 5, dan 10. seperti terlihat pada gambar 1.

Hasil Kalibrasi

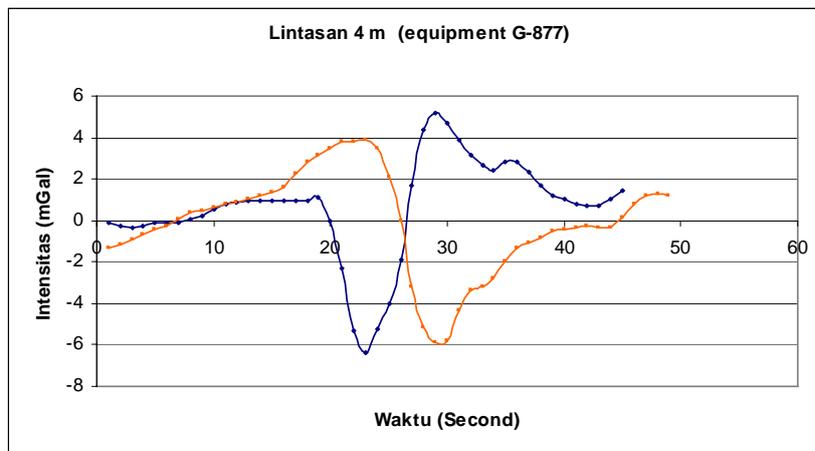
Data kalibrasi dapat dilihat berupa grafik (gambar 2 - 6) masing-masing terdiri dari 2 (dua) kurva yang menunjukkan perbedaan arah dari pergerakan objek. Objek pertama bergerak dari utara ke selatan ditandai dengan polaritas positif terlebih dahulu sedangkan objek kedua dengan arah dan polaritas sebaliknya. Grafik anomali



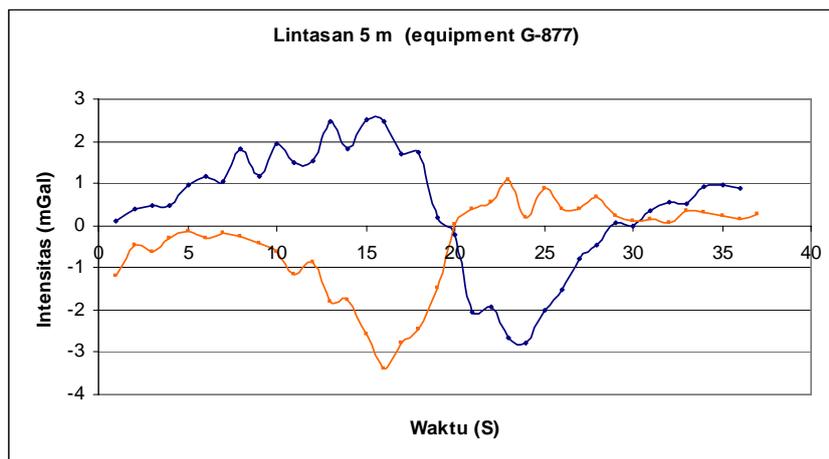
Gambar 2. Intensitas magnetik terhadap waktu.



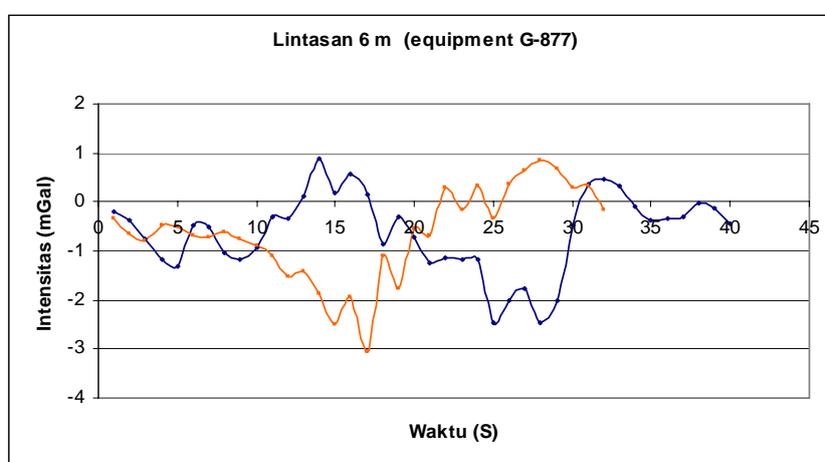
Gambar 3. Intensitas magnetik terhadap waktu.



Gambar 4. Intensitas magnetik terhadap waktu.



Gambar 5. Intensitas magnetik terhadap waktu.



Gambar 6. Intensitas magnetik terhadap waktu.

magnet menunjukkan responnya kurang ideal terlihat banyaknya data *spike* yang diakibatkan oleh pengaruh variasi harian ataupun aktifitas kelistrikan di sekitar area kalibrasi. Pengaruh dari kedua aspek itu terlihat lebih jelas pada pengukuran dengan lintasan yang semakin jauh dari sensor magnetometer.

ANALISIS HASIL KALIBRASI

Geometrics sebagai produsen magnetometer G-877 (Geometrics. 1993) memberikan acuan bahwa benda yang terbuat dari besi seberat 100 Kg pada jarak 15 meter dari sensor memberikan respon magnetik sebesar 2 – 3 nT.

Dengan demikian dapat dihitung respon anomali magnetik untuk benda besi seberat 45 kg seperti terlihat pada tabel 1.

Hasil kalibrasi magnetometer G-877 ditunjukkan dalam tabel 2., yang memiliki kecenderungan semakin jauh lintasan semakin kecil intensitas magnetik yang ditimbulkan. Hal ini sesuai dengan dengan hukum medan potensial, intensitas berbanding terbalik dengan kuadrat jarak.

Tabel 1. Respon magnetik besi seberat 45 Kg

Jarak (m)	Intensitas (mGal)
2	57.6-86.4
3	23.6-38.4
4	14.4-21.6
5	9.22-13.82
6	6.4-9.6

Perbandingan antara tabel 1. dan tabel 2. menunjukkan bahwa jarak 2 dan 3 meter secara kualitas sangat baik karena memenuhi standar acuan yang dibuat *geometrics*.

Sementara untuk jarak 4, 5 dan 6 meter masih kurang baik secara kualitas dikarenakan respon yang diperoleh di bawah standar yang diberikan *geometrics*. Secara visual untuk lintasan yang berjarak 4 dan 5 meter, kurva pada gambar 4 dan 5, masih terlihat jelas indikasi dari objek yang dilewatkan, sedangkan untuk gambar 6 indikasi dari benda yang dilewatkan tidak terlihat karena *Signal to Noise Ratio* rendah ini disebabkan pengaruh yang kuat dari efek variasi harian.

Secara keseluruhan dari hasil kalibrasi maka tingkat deteksi yang relatif baik, bisa mengidentifikasi objek yang dilewatkan, yaitu sampai jarak 5 m.

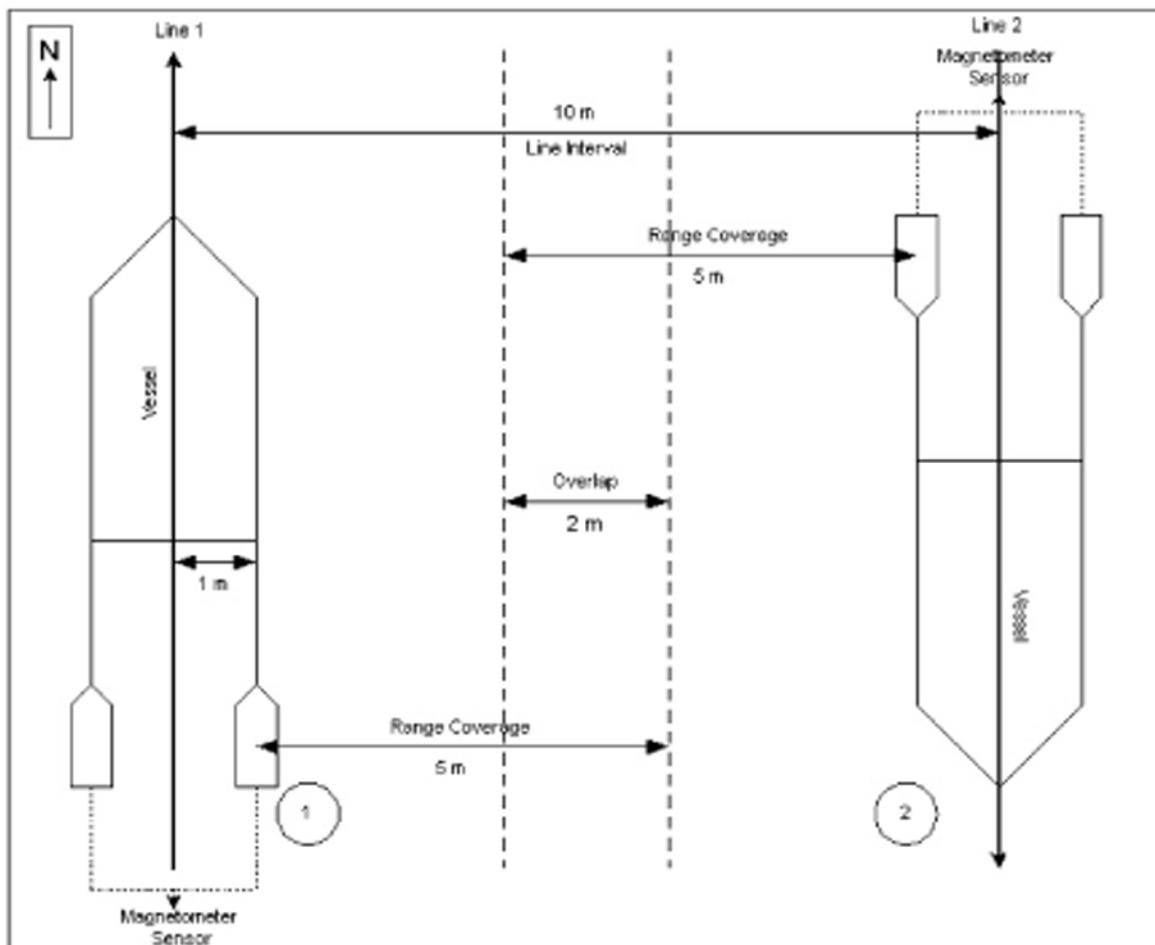
Tabel 2. Hasil kalibrasi Magnetometer Geometrics G-877

Jarak (m)	Intensitas (mGal)
2	75 - 105
3	32 - 35
4	10 - 12
5	4.5 - 7
6	3.5 - 4

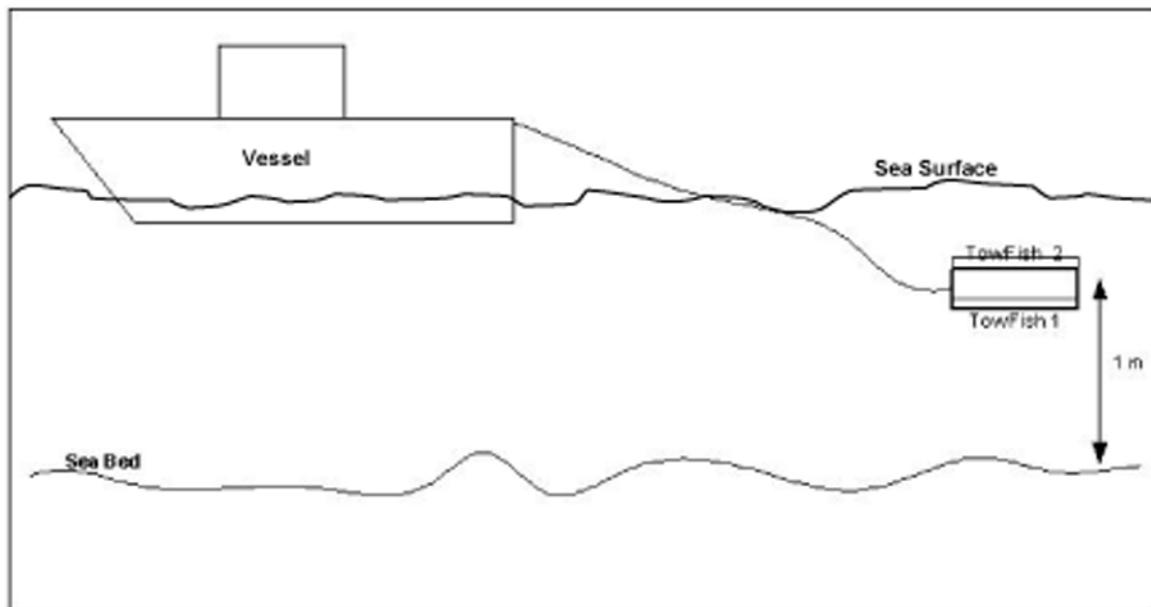
DESAIN SURVEI

Berdasarkan hasil analisa bahwa tingkat deteksi untuk besi seberat 45 kg cukup baik sampai jarak 5 m dari sensor magnetometer, maka desain survei yang efektif dalam survei pendeteksian ranjau seperti terlihat dalam gambar 7. dan 8.

Digunakan 2 sensor magnetometer G-877 dengan jarak masing-masing sensor 2 meter dan interval lintasan 10 m. Kedalaman sensor magnetometer dipertahankan untuk tetap berada diatas *seabed* dengan jarak 1 m.



Gambar 7. Desain Survei



Gambar 8. Towing Sensor 1 m di atas seabed

Pengukuran dengan 2 sensor bertujuan untuk mereduksi variasi harian dan efek sensor magnetometer itu sendiri, sehingga seolah-olah dilakukan pengukuran gradiometer. Pengukuran gradiometer merupakan pengukuran dengan menggunakan 2 (dua) sensor magnetometer sehingga bisa diketahui selisih pengukuran dari kedua sensor pengukuran tersebut.

Pada gambar 9, terlihat ada zona yang tidak dapat terdeteksi dengan baik dengan asumsi yang dibuat bahwa jarak deteksi yang baik adalah 5 m.

KESIMPULAN

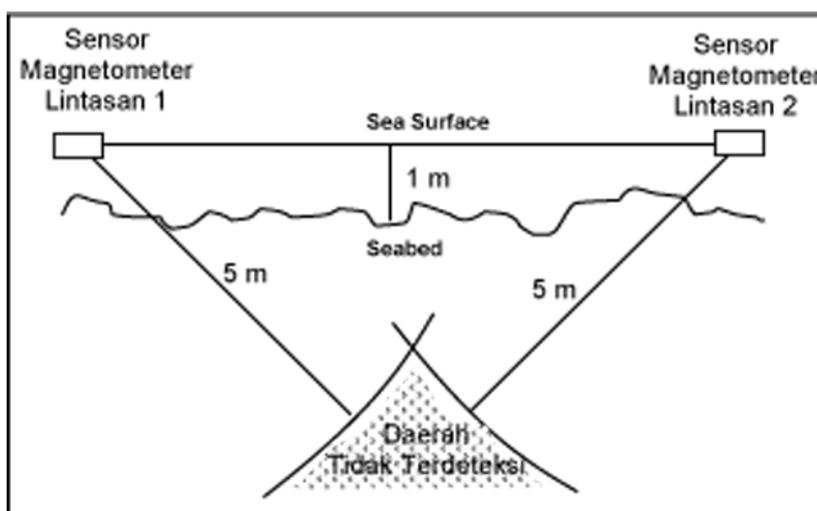
Magnetometer G-877 dalam kondisi baik apabila akan dipergunakan untuk keperluan survey. Untuk kebutuhan survei ranjau maka tingkat deteksi maksimum yang memberikan efektifitas yang tinggi sampai 5 meter.

Penentuan lokasi kalibrasi menentukan pada hasil yang diperoleh, perlu dicari lokasi yang bersih dari aktifitas medan magnetik luar.

Desain survei yang diperoleh berdasarkan data hasil kalibrasi adalah penggunaan 2 sensor magnetometer masing-masing berjarak 2 m, 10 m interval lintasan, dan *towing depth* 1 meter di atas *seabed*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Henky Suharto yang telah membantu sehingga proses akuisisi data berlangsung, kepada Ir. Dida Kusnida, M.Sc dan DR. Ir. Susilohadi yang telah memberikan kesempatan



Gambar 9. Zona yang tidak terdeteksi oleh magnetometer

dalam proses akuisisi data ini. Tidak lupa beberapa rekan yang lain yang telah membantu, dan tidak memungkinkan untuk disebutkan satu per satu.

ACUAN

Telford, W.M. 1986, Applied Geophysics, Cambridge University press, Cambridge, London, New York, Sidney, P. 860.

Blakely, J. Richard, 1995, Potential Theory In Gravity and Magnetic Applications,

Cambridge University Press, London, New York, Sidney.

Okeke, F.N. ; Hamano, Y.; 2000, Daily Variations of Geomagnetic H D and Z – field equatorial latitudes, Earth Planets Space, Department of Earth and Planetary Physics, University of Tokyo, Japan, P. 237-243.

Geometrics. Inc, 1993, Magnetic Search in The Marine Environment, Geometrics Inc., 2190 Fortune Drive, San Jose.