

Analisis Pengaruh Sifat kemagnetan Bahan Seng Terhadap Medan Magnet Lokal di BMKG Tondano

Sutrisnawati Mehora

Universitas Sembilan Belas November Kolaka
e-mail: mehora21@gmail.com

Abstrak

Pengaruh sifat kemagnetan bahan seng terhadap medan magnet lokal di Tondano merupakan suatu penelitian yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh sifat bahan seng terhadap medan magnet lokal dan membuktikan kebenaran konsep atau teori fisika tentang salah satu sifat kemagnetan bahan terhadap medan magnet bumi. Metode penelitian dimulai dengan pengambilan data absolut tanpa ada seng yang dijadikan sebagai pembanding dengan data yang diperoleh pada saat penelitian. Dalam penelitian dilakukan tiga pemodelan bahan seng yaitu model horizontal, model tegak lurus vertikal dan tegak lurus sejajar dengan variasi jarak dan menggunakan alat sensor yaitu proton precision magnetometer (PPM). Hasil dari penelitian menunjukkan grafik hubungan jarak dan medan magnet yang berbentuk ekponensial. Dari ketiga model persamaan ekponensial terlihat bahwa faktor luasan daerah dan tingkat peluruhan terhadap jarak mempengaruhi medan magnet lokal khususnya di stasiun Geofisika di Tondano, yang berarti bahwa bahan seng hanya merupakan suatu media untuk mengetahui karakter untuk mendeteksi sensor medan magnet yang sifatnya terinduksi oleh medan magnet lokal di daerah tersebut. Semakin luas daerah yang diteliti atau semakin jauh jarak suatu bahan seng terhadap sensor medan magnet maka, selisih terhadap terhadap medan magnet lokalnya akan semakin kecil atau perlahan-lahan akan hilang.

Kata-kata kunci: Sifat kemagnetan, Bahan Seng, Medan Magnet Lokal.

1. PENDAHULUAN

Pengamatan magnet bumi di Indonesia mulai dilakukan di Jakarta pada tahun 1866 oleh Koninklijk Magnetischen Meteorologisch observatorium, pada saat pemerintahan kolonial belanda. Sistem peralatan yang digunakan untuk pengamatan pada saat itu masi menggunakan magnetograph foto. Untuk saat ini BMKG melakukan pengamatan fenomena kemagnetan bumi di 5 stasiun, yaitu stasiun geofisika Tangerang (1964), stasiun Geofisika Tuntungan di medan (1980), stasiun Geofiska di Tonadano (1990), dan dua stasiun lainnya baru mulai beroperasi akhir tahun 2006 yaitu stasiun Geofisika di Kupang dan stasiun Geofisika Bandung di Pelabuhan Ratu.

Metode untuk interpretasi data geomagnet dapat dilakukan dengan berbagai teori dan modeling. Metode geomagnet adalah suatu metode yang mempunyai prinsip yaitu memanfaatkan medan magnet bumi dan sifat kemagnet suatu benda/ batuan. Medan magnet merupakan ruang magnet ya didalamnya masi dirasakan adanya gaya magnet.

Menurut effendi (2009) kuat medan magnet yang terukur dipermukaan sebagian berasal dari dalam bumi (internal field) mencapai lebih dari 90%, sedangkan sisanya adalah medan magnet dari kerak bumi, yang merupakan target di dalam eksplorasi Geofisika dan medan magnet dari luar bumi (external field).

Penelitian mengenai medan magnet bumi dengan menggunakan pemodelan masih kurang dilakukan oleh badan meteorologi klimatologi dan geofisika di Indonesia khususnya di daerah Sulawesi utara. Oleh karena itu dengan kerjasama dan bantuan dari BMKG Winangun dan Tondano maka dilakukan suatu penelitian magnet bumi dengan menggunakan bahan seng untuk mengetahui sifat kemagnetan bahan tersebut terhadap pengaruh kemagnetannya terhadap medan magnet bumi.

Sebagaimana yang diketahui bahwa kadar komposisi unsur seng di kerak bumi adalah sekitar 75 ppm (0,007%) yang menjadikan seng sebagai unsur ke-24 yang paling melimpah di kerak bumi (Emsley 2001, p.503). Tanah mengandung sekitar 5-770 ppm seng dengan rata-rata 64 ppm, sedangkan pada air laut kadar sengnya adalah 30 ppm. Seng merupakan logam yang berwarna putih kebiruan, berkilau, dan bersifat diamagnetik, walu demikian, kebanyakan seng mutu komersial tidak berkilau.

Dalam penelitian ini menggunakan bahan seng karena seng(Zn) merupakan salah satu bahan diamagnetic yang sedikit menolak garis-garis medan magnet luar, Oleh karena itu perlunya analisis tentang sifat kemagnetan bahan seng untuk mengetahui tingkat peluruhan bahan seng terhadap medan magnet lokal di Tondano. Seng digunakan dalam penelitian ini karena sifatnya yang masih terinduksi dan induksi seng mudah hilang. Pengukuran tingkat peluruhan medan magnet juga akan memberikan informasi tentang luasan disekitar pengukuran yang mampu terdeteksi oleh sensor.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian dan Bagan Alir Penelitian

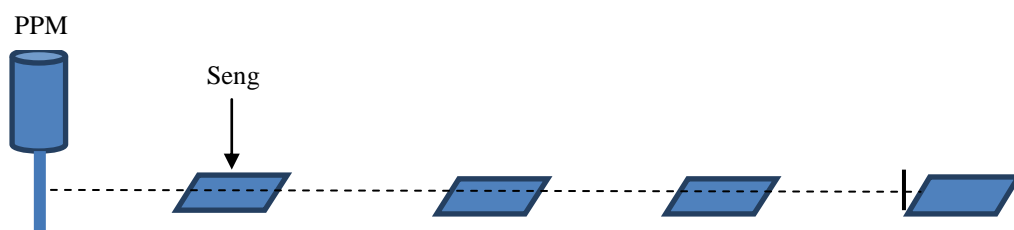
Metode penelitian yang telah dilakukan adalah metode penelitian deskriptif jenis analisis survei (pengukuran langsung dilapangan) yang telah dilaksanakan pada bulan maret-april 2010 yang dilakukan di Stasiun Geofisika di Tondano dengan pengambilan data menggunakan alat dan bahan yaitu sensor *Proton Procecion Magnetometer (PPM)*, *Komputer*, *stopwatch*, *seng dan meteren*.

Proses pengambilan data yang dilakukan yaitu dimulai dengan pengambilan data absolut (pengambilan data medan magnet tanpa ada seng yaitu dari tahun 2005-2010) yang di jadikan sebgai data pembanding dengan pengambilan data medan magnet dengan bahan seng. Selanjutnya bervariasi model seng dengan menggunakan tiga pemodelan yaitu seng dengan model bidang horizontal, bidang vertikal sejajar, dan bidang vertical tegak lurus. Bahan seng yang digunakan awalnya ditanam di dalam tanah dengan kedalam ± 30 cm dengan menggunakan 1 buah seng dengan panjang dan lebar seng ± 6 cm dengan pengambilan 10 data tiap masing-masing jarak 0,5 m, 1 m, 1,5 m dan 2 m dari jarak sensor PPM. Data medan magnet yang dihasilkan akan ditampilkan oleh computer pembaca.

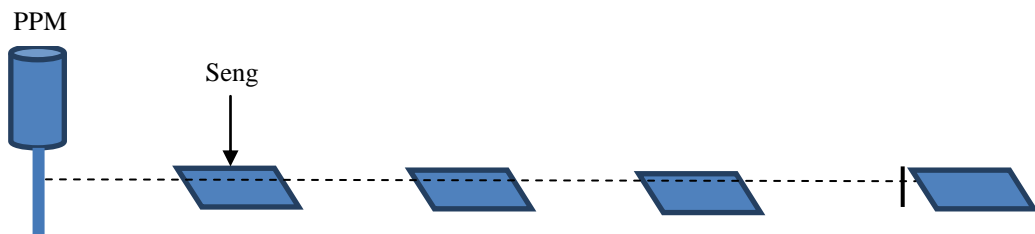
Sketsa pengukuran pengambilan data adalah sebagai berikut:

Posisi seng terhadap PPM

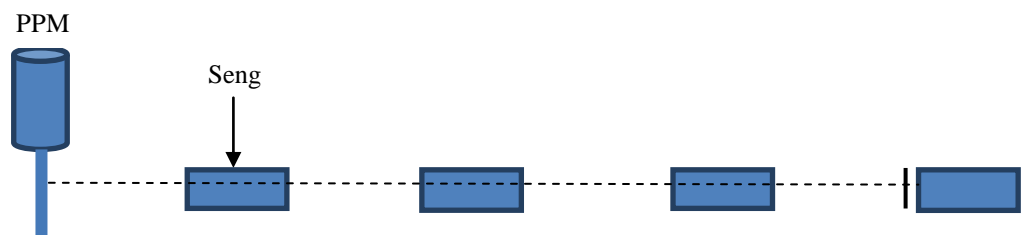
1. Model seng horizontal terhadap sensor



2. Model vertikal tegak lurus terhadap sensor



3. Model seng vertikal sejajar terhadap sensor



2.2 Tinjauan Pustaka

2.2.1 Teori Magnet Bumi

Secara fisis suatu bahan magnetik yang diletakkan dalam medan magnet H akan terimbas sesuai dengan medan tersebut. Akibatnya bahan itu sendiri akan timbul medan magnet H yang konsekuensinya mengakibatkan pula bertambahnya kuat medan magnet total. Medan magnet baru ini erat hubungannya dengan intensitas kemagnetan yang menghasilkan perbandingan induksi magnetik (B) terhadap kuat magnetic (H) yang disebut dengan permeabilitas magnetik. Adapun hubungan persamaan perbandingan tersebut yaitu:

$$B = (1 + 4\pi k)H = \mu \tag{1}$$

Dalam magnet dikenal dua jenis kutub saja, kedua kutub tersebut juga memenuhi hokum Coulomb yang mana kutub sejenis saling tolak menolak dan kutub yang berlawanan akan tarik menarik. Gaya antara kutub-kutub akan sebanding dengan banyaknya masing-masing kutub serta berbandin terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua kutub. Gaya magnet (F) yang ditimbulkan olehkedua kutub yang berjarak (r) dengan dua buah kutub masing-masing (m_1) dan (m_2) dengan permeabilitas medium disekitarnya dirumuskan dengan persmaan:

$$F = \frac{1}{\mu} \frac{m_1 m_2}{r^2} \vec{r}_1 \tag{2}$$

Adapun hubungan antara kuat medan magnet (H) pada suatu titik dengan jarak (r) dari kutubnya adalah:

$$H = \frac{m}{\mu r^2} \text{ atau } H = \frac{F}{m} \tag{3}$$

Tingkat suatu bahan mampu dimagnetisasi ditentukan oleh suseptibilitas (kerentangan) kemagnetanya yang dirumuskan dengan persamaan:

$$k = \frac{I}{H} \quad (4)$$

Dengan I adalah intensitas kemagnetan, k adalah suseptibilitas magnet. Suseptibilitas merupakan parameter dasar yang dipergunakan dalam metode geomagnet. Respon kuantitatif data geomagnet sangat ditentukan oleh komposisi bahan atau mineral-mineral yang bersifat magnetik dari batuan atau benda. Harga k akan semakin besar bila jumlah mineral-mineral magnetic semakin banyak.

2.2.2 Metode Geomagnet dan bahan magnetik

Metode Geofisika yang biasa dan umum digunakan untuk eksplorasi mineral atau benda adalah metode geomagnet. Metode untuk interpretasi data geomagnet dapat dilakukan dengan berbagai teori dan modeling. Pemodelan atau modeling dalam penelitian adalah suatu proses bervariasi suatu posisi atau bentuk dari suatu bahan atau benda.

Dalam mengumpulkan data Geomagnet, ada banyak parameter yang perlu untuk diketahui antara lain lokasi tempat penyelidikan (yang melibatkan deklinasi, inklinasi, intensitas vertikal dan intensitas horizontal), sifat-sifat fisis material (suseptibilitas) dan hal-hal lain yang berhubungan dengan kepekaan alat dan kejadian-kejadian terlepas dari pengamatan misalnya perubahan harian, badai matahari dan ketelitian dalam posisi alat selama pengukuran berlangsung. Intensitas medan magnet rata-rata dipermukaan bumi sekitar 0,5 oersted dalam satuan γ besarnya 10^{-5} Oersted.

Penyelidikan geomagnet dapat diterapkan untuk mengetahui penyebaran dan bentuk tubuh-tubuh benda magnetic di bawah permukaan bumi selama masih terdapat kontras dalam kemagnetan dari material penyusunnya. Dalam penyelidikan geomagnet terdapat suatu metode yang dikenal dengan metode geomagnet. Metode geomagnet adalah suatu metode yang mempunyai prinsip yaitu memanfaatkan medan magnet bumi dan sifat kemagnetan suatu benda/ batuan. Kuat medan magnet yang terukur dipermukaan bumi sebagian besar berasal dari dalam bumi (*internal field*) yang mencapai 90%, sedangkan sisanya adalah medan magnet dari kerak bumi yang merupakan target di dalam eksplorasi geofisika dan medan dari luar bumi (*eksternal field*).

Telford et al (1976) dalam penelitiannya menemukan medan magnet bumi yang diamati disuatu tempat merupakan resultan dari medan magnet bumi dan medan magnet yang ditimbulkan oleh variasi batuan pada masing-masing tempat. Medan magnet bumi yang diamati di suatu tempat merupakan resultan dari medan magnet bumi dan medan magnet yang ditimbulkan oleh variasi batuan pada masing-masing tempat. Harga medan magnet bumi total mempunyai nilai yang berbeda di masing-masing tempat. Nilai maksimumnya 70.000 nT dan terletak di kutub magnet bumi utara dan 60.000 nT terletak di kutub magnet bumi selatan, sedangkan nilai minimumnya 2.500 nT terletak di sekitar equator bumi di Amerika selatan.

Secara sederhana kita dapat mengelompokkan bahan-bahan menjadi dua kelompok yaitu bahan magnetik (bahan yang dapat ditarik oleh magnet) dan bahan bukan magnetik (bahan-bahan yang tidak dapat ditarik oleh magnet). Pada umumnya ada tiga jenis bahan magnetik yang kita kenal yaitu pertama bahan yang paling kuat ditarik oleh magnet adalah disebut bahan ferromagnetik contohnya besi, baja, dan nikel, bahan ini selain dapat ditarik dengan kuat oleh magnet juga dapat dibuat menjadi magnet. Kedua bahan yang dapat ditarik oleh magnet dengan lemah misalnya aluminium, platina dan mangan, sedangkan yang ketiga adalah bahan yang sedikit menolak garis-garis medan

magnet luar dan dimagnetisasi arah kutubnya berlawanan dengan medan magnet dari luar yang disebut dengan bahan diamagnetic misalnya tembaga, seng, emas dan perak. Bahan diamagnetic dengan sendirinya tidak mengalami orientasi pemutaran di dalam medan magnet. Bahan diamagnet mempunyai sifat yaitu suseptibilitas K negative dan kecil. Suseptibilitas K tidak tergantung pada medan magnet dari luar contohnya seperti bahan seng.

2.2.3 Pengaruh gangguan (anomali) medan magnet pada pengukuran medan magnet bumi

Mengetahui pengaruh magnetic dari berbagai benda di sekitar tempat pengamatan magnet bumi sangat penting karena benda magnetic dapat mempengaruhi harga pengukuran absolut oleh medan magnet bumi. Hal ini yang membedakan harga pengukuran di suatu tempat dengan tempat yang lain, Karena pada dasarnya harga medan magnet bumi bersifat regional yaitu mempunyai harga yang sama untuk semua daerah karena bumi dianggap homogen, dan yang membedakannya adalah benda magnetic yang ada disekitar tempat pengukuran medan magnet bumi baik diatas permukaan tanah maupun di bawah permukaan tanah (Jankowski dan Suckdorff, 1966).

Penyebab utama penyimpangan medan magnet utama yang menghasilkan anomaly adalah karena perbedaan komposisi bahan yang bersifat magnetic yang berada di dekat permukaan. Berdasarkan sifat medan magnet bumi dan sifat kemagnetan bahan pembentuk batuan, maka bentuk medan magnet anomaly yang ditimbulkan oleh benda penyebabnya tergantung pada:

1. Inklinasi
2. Geometri benda penyebab
3. Kecenderungan arah dipol-dipol magnet di dalam benda penyebab
4. Orientasi arah dipol-dipol magnet benda penyebab terhadap arah medan magnet bumi.

Pengaruh benda magnetik dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu:

1. Jarak benda
2. Parameter magnetik dan volume benda
3. Bentuk geometri benda
4. Sudut antara komponen yang diukur dan arah magnetisasi benda
5. Sejarah masa lalu magnetik benda.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Proses Pengolahan Data

Dalam menganalisis pengaruh sifat kemagnetan bahan seng terhadap medan magnet lokal khususnya di stasiun geofisika di Tondano dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung perubahan medan magnet lokal total rata-rata ($\Delta\gamma_{\text{total}}$ rata-rata) pada tanggal 19-22 april dengan perumusan:

$\Delta\gamma_{\text{horizontal}} = \gamma$ rata-rata pada jarak r pada tanggal 19 april 2010- $\gamma_{\text{absolut total}}$ rata-rata pada tanggal 19 april (2005-2010).

$\Delta\gamma_{\text{vertical sejajar}} = \gamma$ rata-rata pada jarak r pada tanggal 22 april 2010- $\gamma_{\text{absolut total}}$ rata-rata pada tanggal 22 april (2005-2010).

$\Delta\gamma_{\text{vertical tegak lurus}} = \gamma$ rata-rata pada jarak r pada tanggal 22 april 2010- $\gamma_{\text{absolut total}}$ rata-rata pada tanggal 22 april (2005-2010).

2. Data-data yang diperoleh dari ketiga model sengk tersebut kemudian digambarkan dalam bentuk grafik.

Untuk mengetahui besar perubahan yang sedang terjadi antara γ rata-rata pada jarak r dengan γ total absolut (tahun pembandingan) berdasarkan data yang diperoleh pada table 1 dan 2, maka dapat di hitung $\Delta\gamma$ total rata-rata untuk ketiga posisi model sengk (posisi horizontal, posisi vertical sejajar, dan posisi vertical tegak lurus).

Tabel 1 Data magnet untuk medan magnet absolut pada tanggal 19 april mulai dari tahun 2005-2010 di Stasiun Geofisika di Tondano Sulawesi Utara

No	Medan magnet absolut untuk tanggal 19 april (nT)						Rata-rata (nT)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
1	40499,1	40458,7	40474,5	40457,6	40413,8	40336,3	40439,99
2	40499,2	40458,9	40474,7	40457,7	40412,1	40336,5	40439,8
3	40499,7	40459,2	40475,2	40457,2	40412,4	40335,63	40439,89
4	40499,7	40459,7	40475,5	40456,9	40412,2	40335,5	40439,91
5	40500	40460	40476,1	40457,3	40491,6	40373,4	40459,73
6	40500,2	40460,4	40476,4	40457,5	40412,4	40335,2	40457,51
7	40500,5	40460,5	40477,1	40458	40361,4	40438,6	40437,67
8	40500,7	40460,8	40477	40458,3	40411,9	40368,9	40441,61
9	40500,9	40461,1	40476,5	40459	40412,2	40340,1	40441,96
10	40501,3	40460,5	40476,4	40459,3	40412,1	40339,9	40439,76
Rata-rata	40500,13	40460,08	40475,94	40457,88	40415,19	40354,70	40443,99

Tabel 2 Data magnet untuk medan magnet absolut pada tanggal 22 april mulai dari tahun 2005-2010 di Stasiun Geofisika di Tondano Sulawesi Utara

No	Medan magnet absolut untuk tanggal 22 april (nT)						Rata-rata (nT)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
1	40493,2	40487	40395,2	40366,5	40415,4	40320,5	40412,96
2	40493,1	40487,3	40394,5	40366,9	40410,4	40320,5	40412,11
3	40492,6	40486	40394,4	40366,9	40328,1	40319,2	40397,86
4	40492,3	40484,9	40393,1	40367,5	40491,1	40321,6	40425,25
5	40492,7	40483,4	40393,72	40367,86	40437,14	40323,53	40416,39
6	40492,6	40482,4	40393,72	40367,87	40455,43	40320,33	40418,74
7	40492,6	40482,3	40393,6	40368,2	40447,7	40323,5	40367,99
8	40493	40482,4	40393,75	40368,33	40514,17	40320,54	40428,69
9	40493,9	40482,1	40393,8	40368,3	40474,5	40320,8	40422,29
10	40494,5	40481,8	40394,1	40368,9	40496,6	40320,5	40426,07
Rata-rata	40493,05	40484,2	40394,09	40367,75	40417,06	40321,08	40412,84

Tabel 3 Medan magnet model horizontal total

No	γ untuk $r = 0.5 m$	γ untuk $r = 1 m$	γ untuk $r = 1.5 m$	γ untuk $r = 2 m$	Rata-rata (nT)
1	40382,35	40341,78	40337,94	40336,19	40349,57
2	40425,82	40341,88	40337,46	40337,03	40360,55
3	40402,31	40343,3	40340,58	40337,54	40355,93

4	40426,69	40341,83	40337,49	40335,78	40360,45
5	40433,33	40343,71	40338,84	40338,04	40363,48
6	40438,15	40342,1	40339,35	40335,76	40363,84
7	40434,34	40343,99	40339,06	40334,59	40363
8	40427,43	40342,91	40338,81	40335,9	40361,26
9	40389,3	40342,04	40339,04	40336,93	40351,83
10	40386,95	40337,94	40337,98	40338,08	40350,24
Rata-rata	40414,667	40342,148	40338,655	40336,584	40358,01

Tabel 4 Medan magnet model vertical tegak lurus total

No	γ untuk $r = 0.5 m$	γ untuk $r = 1 m$	γ untuk $r = 1.5 m$	γ untuk $r = 2 m$	Rata-rata (nT)
1	40272,38	40328,78	40325,13	40327,1	40313,35
2	40269,39	40325,16	40326,24	40326,46	40311,81
3	40268,31	40326,46	40325,79	40324,76	40311,33
4	40279,52	40327,85	40328,4	40324,99	40315,19
5	40288,73	40330,9	40327,75	40327,27	40318,66
6	40279,04	40332,14	40329,14	40326,44	40316,69
7	40279,94	40328,93	40327,28	40326,21	40315,59
8	40279,81	40330,22	40325,75	40324,51	40315,07
9	40280,07	40330,07	40325,84	40324,7	40315,17
10	40286,33	40329,96	40325,94	40325,44	40316,92
Rata-rata	40278,352	40329,047	40326,726	40325,788	40314,98

Tabel 5 Medan magnet model vertikal sejajar

No	γ untuk $r = 0.5 m$	γ untuk $r = 1 m$	γ untuk $r = 1.5 m$	γ untuk $r = 2 m$	Rata-rata (nT)
1	40422,7	40345,87	40333,17	40328,71	40357,61
2	40423,48	40343,78	40333,7	40328,86	40357,37
3	40419,73	40341,71	40331,4	40326,79	40354,91
4	40424,73	40342,48	40332,72	40325,83	40356,44
5	40418,47	40344,72	40333,31	40327,2	40355,93
6	40425,4	40347,13	40332,19	40326,3	40357,76
7	40435,74	40346,82	40331,85	40327,67	40360,52
8	40428,53	40345,72	40331,72	40329,52	40358,87
9	40423,42	40348,55	40332,1	40325,87	40357,49
10	40421,98	40346,71	40332,65	40325,99	40356,83
Rata-rata	40424,418	40345,349	40332,448	40327,274	40357,37

Untuk mendapatkan $\Delta\gamma_{horizontal}$, $\Delta\gamma_{vertical}$ sejajar , dan $\Delta\gamma_{vertical}$ tegak lurus maka secara umum digunakan persamaan-persamaan berikut:

$$\Delta\gamma_{horizontal} = \bar{\gamma} * -\bar{\gamma} ** \tag{5}$$

$$\Delta\gamma_{vertical tegak lurus} = \bar{\gamma} * -\bar{\gamma} ** \tag{6}$$

$$\Delta\gamma_{vertical sejajar} = \bar{\gamma} * -\bar{\gamma} ** \tag{7}$$

Dengan $\bar{\gamma}^*$ adalah medan magnet rata-rata pada jarak r (nT) dan $\bar{\gamma}^{**}$ adalah medan magnet absolut total rata-rata (nT). Dengan menggunakan persamaan 5,6, dan 7 maka diperoleh tabel dan grafik untuk ketiga posisi seng dengan jarak dari sensor PPM yaitu:

Tabel 6 selisih medan magnet horizontal

No	r(m)	$\bar{\gamma}$ pada jarak r (nT)	$\bar{\gamma}_{absolut}$ total (nT) rata-rata tahun 2005-2010	$\Delta\gamma_{horizontal}$ (nT)
1	0,5	40414,667	40443,99	-29
2	1	40342,148	40443,99	-102
3	1,5	40338,655	40443,99	-105
4	2	40336,584	40443,99	-107

Tabel 7 selisih medan magnet vertikal tegak lurus

No	r(m)	$\bar{\gamma}$ pada jarak r (nT)	$\bar{\gamma}_{absolut}$ total (nT) rata-rata tahun 2005-2010	$\Delta\gamma_{vertikal\ tegak\ lurus}$ (nT)
1	0,5	40424,418	40412,84	12
2	1	40345,349	40412,84	-67
3	1,5	40332,448	40412,84	-80
4	2	40327,274	40412,84	-86

Tabel 8 selisih medan magnet vertikal sejajar

No	r(m)	$\bar{\gamma}$ pada jarak r (nT)	$\bar{\gamma}_{absolut}$ total (nT) rata-rata tahun 2005-2010	$\Delta\gamma_{vertikal\ sejajar}$ (nT)
1	0,5	40278,352	40412,84	-134
2	1	40329,047	40412,84	-84
3	1,5	40326,726	40412,84	-86
4	2	40325,788	40412,84	-87

Tabel 9 perhitungan untuk selisih medan magnet horizontal

No	x	y	x^2	y^2	xy
1	0,5	-26	0,25	662,0442212	13
2	1	-102	1	10371,3856	102
3	1,5	-105	2,25	11095,04089	157,5
4	2	-107	4	11535,61922	214
Jumlah	$\sum x_i=5$	$\sum y_i=-340$	$\sum x_i^2=7,5$	$\sum y_i^2=33664,08993$	$\sum x_i y_i=-486,5$

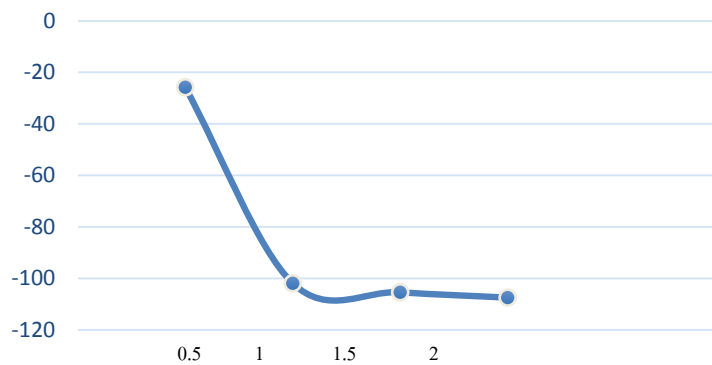
Tabel 10 perhitungan untuk selisih medan magnet vertikal tegak lurus

No	x	y	x^2	y^2	xy
1	0,5	11	0,25	121	-55
2	1	-67	1	4489	-67
3	1,5	-80	2,25	6400	-120
4	2	-86	4	7396	-172
Jumlah	$\sum x_i=5$	$\sum y_i=-222$	$\sum x_i^2=7,5$	$\sum y_i^2=18406$	$\sum x_i y_i=-353,5$

Tabel 11 perhitungan untuk selisih medan magnet vertikal sejajar

No	x	y	x^2	y^2	xy
1	0,5	-134	0,25	17956	-67
2	1	-84	1	7056	-84

3	1,5	-86	2,25	7396	-129
4	2	-87	4	7569	-174
Jumlah	$\sum x_i=5$	$\sum y_i=-391$	$\sum x_i^2=7,5$	$\sum y_i^2=39977$	$\sum x_i y_i=-454$



Grafik 1 Hubungan Antara Jarak dan Selisih Medan Magnet

Dari grafik 1 terlihat suatu bentuk grafik eksponensial hubungan antara jarak dan selisih medan magnet dengan hubungan persamaan menurut Mogi(1962) dinyatakan dengan $y = ae^{bx}$ dengan $y = \Delta\gamma$ dan $x = r$, dan untuk mendapatkan nilai a dan b pada posisi seng horizontal maka digunakan persamaan berikut:

$$y = ae^{bx} \text{ (persamaan eksponensial)} \tag{8}$$

$$\ln y = \ln a + bx \ln e \tag{9}$$

$$\ln y = \ln a + bx \tag{10}$$

Dalam memperoleh nilai a dan b maka dilakukan proses linearisasi dengan $z = \ln y$, $p = \ln a$ atau $a = e^p$ dan $b = q$ sehingga bentuk persamaan menjadi :

$$z = p + qx \tag{11}$$

Untuk mendapatkan nilai p dan q terlebih dahulu kita menggunakan persamaan berikut:

$$q = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \tag{12}$$

$$p = \bar{y} - q\bar{x} \tag{13}$$

Dalam mencari nilai \bar{x} dan \bar{y} maka digunakan persamaan:

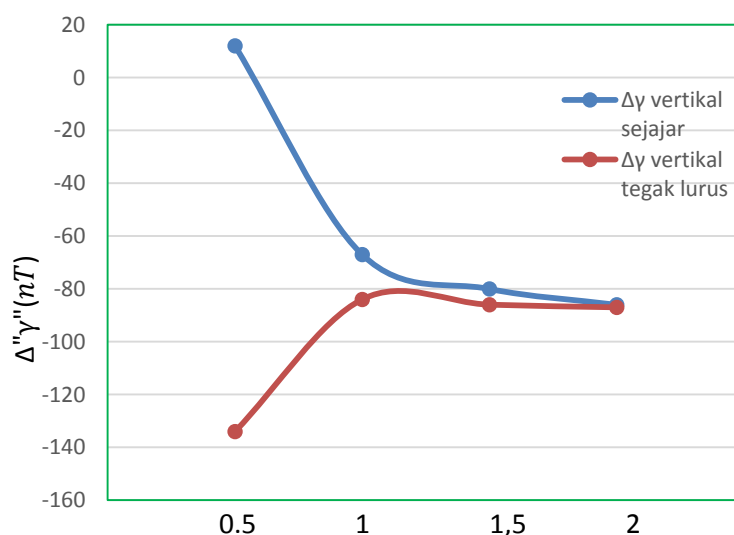
$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i \tag{14}$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum y_i \tag{15}$$

Nilai p dan q kemudian di substitusikan kedalam persamaan 8 untuk mendapatkan nilai selisih medan magnet ($\Delta\gamma$) terhadap jarak (r) untuk tabel posisi seng horizontal dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 12 selisih medan magnet ($\Delta\gamma$) terhadap jarak (r) Posisi Seng Horizontal

No	r(m)	$\Delta\gamma_{horizontal}$
1	0,5	$1,84 \times 10^{-21}$
2	1	$3,21 \times 10^{-23}$
3	1,5	$5,59 \times 10^{-43}$
4	2	$9,73 \times 10^{-54}$



Grafik 2 Hubungan Jarak dan Selisih Medan Magnet

Dari grafik 2 juga terlihat suatu bentuk grafik eksponensial hubungan antara jarak dan selisih medan magnet dengan hubungan persamaan dengan $y = ae^{bx}$ untuk $\Delta\gamma_{vertikal\ tegak\ lurus}$ dan $y = ae^{-bx}$ untuk $\Delta\gamma_{vertikal\ sejajar}$ dengan $y = \Delta\gamma$ dan $x = r$. Untuk mendapatkan nilai a dan b pada posisi seng tegak lurus maka digunakan persamaan 8 sampai 15 sedangkan untuk posisi seng vertikal sejajar digunakan persamaan seperti berikut:

$$y = ae^{-bx} \tag{16}$$

$$\ln y = \ln a - bx \ln e \tag{17}$$

$$\ln y = \ln a - bx \tag{18}$$

Dalam memperoleh nilai a dan b maka dilakukan proses linearisasi dengan $z = \ln y$, $p = \ln a$ atau $a = e^p$ dan $b = q$ sehingga bentuk persamaan menjadi :

$$z = p - q \tag{19}$$

Untuk mendapatkan nilai p dan q terlebih dahulu kita menggunakan persamaan berikut:

$$q = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \tag{20}$$

$$p = \bar{y} + q\bar{x} \tag{21}$$

Dalam mencari nilai \bar{x} dan \bar{y} maka digunakan persamaan;

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i \tag{22}$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum y_i \tag{23}$$

Nilai p dan q kemudian di substitusikan kedalam persamaan 16 untuk mendapatkan nilai selisih medan magnet ($\Delta\gamma$) terhadap jarak (r) pada posisi seng vertical sejajar. Untuk tabel posisi seng vertical tegak lurus dan vertical sejajar dapat di lihat pada tabel berikut.

Tabel 13 Selisih Medan Magnet ($\Delta\gamma$) terhadap Jarak (r) Posisi Seng Vertikal Tegak Lurus

No	r(m)	$\Delta\gamma_{\text{vertikal tegak lurus}}$
1	0,5	$52,54 \times 10^{-6}$
2	1	$31,68 \times 10^{-19}$
3	1,5	$18,66 \times 10^{-28}$
4	2	$11,18 \times 10^{-45}$

Tabel 14 Selisih Medan Magnet ($\Delta\gamma$) terhadap Jarak (r) Posisi Seng Vertikal Sejajar

No	r(m)	$\Delta\gamma_{\text{vertikal sejajar}}$
1	0,5	$39,84 \times 10^{-35}$
2	1	$33,12 \times 10^{-41}$
3	1,5	$27,36 \times 10^{-47}$
4	2	$23,4 \times 10^{-53}$

4. KESIMPULAN

1. jarak mempengaruhi medan magnet lokal di BMKG Tondano, sehingga membentuk medan magnetik anomali.
2. Medan magnetic anomaly bahan seng tersebut dipengaruhi oleh parameter jarak, geometri bahan, dan keadaan lingkungan penelitian terhadap sumber medan magnet.
3. Seng hanya merupakan suatu media untuk mengetahui karakter dalam mendeteksi medan magnet yang sifatnya terinduksi oleh medan magnet lokal di BMKG Tondano.
4. Semakin jauh jarak suatu bahan seng dengan sumber medan magnet maka selisih terhadap medan magnet lokalnya akan semakin kecil atau perlahan-lahan akan hilang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alonso, M., and Edward, J. F. 1992. Dasar-Dasar Fisika. Edisi Ke II jilid II. Erlangga. Jakarta.
- Diklat pratikum. 1989. Kursus Pengukuran Dasar Geofisika Untuk Ekplorasi dan Geoteknik. Laboratorium Fisika Bumi- Jurusan Fisika ITB. Bandung.
- Dobrin, M.B. 1976. Introduction To Geophysical prospecting. Mc Graw_Hill New York, N.Y.
- Efendi. 2009. Interpretasi Data Anomali Total Intensitas Magnet bumi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Grant, F.S. and West. 1965 Interpretation Theory in Applied Geophysics.
- Haliday, D., Resnick. 1996. Terjemahan Pantur Silaban Fisika Edisi Ke-3 jilid 2. Erlangga. Jakarta
- Mogi. 1962. Pageoph Topical Vol. 163 Computational.
- Santoso, D., 2002. Pengantar Teknik Geofisika. Institut Teknologi Bandung.
- Soedjojo P. 1999. Fisika Dasar. Andi. Yogyakarta
- Telford W. M. Cs . 1976. Applied Geophysics. Cambridge University .
- <http://dlm.esdm.go.id/Kolokium2005/PanasBumi/SabangMakalahGeofisika.Bianacipta.Bandung>. Diakses: 20 Januari 2010, 18:49:47