

Program Simulasi Anomali Magnetik Total Untuk Benda Prisma Tegak Tiga-dimensi

Tony Yulianto

Labortorium Geofisika, Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Diponegoro

ABSTRAK

Telah dibuat program pemodelan simulasi anomali magnetik total dengan pendekatan benda berbentuk prisma 3 dimensi. Anomali magnetik total dihitung berdasarkan parameter masukkan posisi benda, inklinasi benda termagnetisasi, deklinasi benda termagnetisasi, inklinasi medan bumi, deklinasi medan bumi, orientasi benda termagnetisasi terhadap arah utara dan besar manetisasi benda ke dalam program pemodelan. Hasil program menunjukkan untuk benda yang mempunyai sudut inklinasi istimewa yaitu 0^0 , 45^0 , 90^0 hasil perhitungan memperlihatkan anomali benda untuk inklinasi 0^0 dan 90^0 menggambarkan benda berada di daerah kutub utara dan selatan sedangkan untuk inklinasi 45^0 menggambarkan anomali medan magnetik mempunyai kutub ganda.

Pendahuluan

Pengolahan data magnetik pada survey geofisika sering digunakan pemrosesan data dengan metode reduksi ke kutub, maksud pengolahan data ini untuk memberikan gambaran bahwa data pengukuran lapangan (bukan daerah kutub) seolah-olah data akan dibawa ke daerah kutub sehingga inklinasi 0^0 atau 90^0 yang akan menghasilkan anomali medan magnet total berharga negatif atau positif saja (pola gaya berat), tidak seperti daerah lain yang mempunyai anomali medan magnet total berharga positif dan negatif atau yang disebut dwikutub [1].

Karakteristik anomali magnetik total benda berbeda satu sama lain, berkesesuaian dengan geometri benda penyebab anomaly, sehingga untuk mengetahui karakteristik anomali benda tertentu, diperlukan pemodelan anomali magnetik totalnya. Menurut Bhattacharyya, benda prisma yang termagnetisasi berorientasi paralel terhadap sumbu x, y, dan z [2], sehingga posisi benda anomali dapat ditentukan pada sumbu-sumbu koordinat, dan perumusan untuk perhitungan anomali magnetik totalnya dapat dihitung pada posisi grid lintasan diatas benda penyebab anomaly.

Dengan mengetahui posisi benda anomali pada sumbu-sumbu koordinat, dan parameter-parameter magnetik lainnya, maka anomali magnetik total benda prisma 3 dimensi dapat dihitung dengan menggunakan *subroutine* MBOX dan *subroutine* DIRCOS. Sehingga dapat dihitung anomali medan magnetik total dengan pendekatan benda berbentuk prisma 3 dimensi

Tinjauan Pustaka

Medan magnet dari volume sebuah benda magnetic adalah

$$\mathbf{B} = -C_m \nabla_P \int_R \mathbf{M} \cdot \nabla_Q \frac{1}{r} dv \quad (1)$$

M adalah magnetisasi dan r jarak dari titik pengamatan P ke elemen dv dari benda. C_m tergantung satuan yang digunakan.

Dalam survey magnetic biasanya mengukur komponen medan magnet total atau salah satu komponen saja dari B. Anomali medan magnetic total didekati dengan persamaan [3]:

$$\Delta \mathbf{T} = -C_m \hat{\mathbf{F}} \cdot \nabla_P \int_R \mathbf{M} \cdot \nabla_Q \frac{1}{r} dv \quad (2)$$

dengan $\hat{\mathbf{F}}$ adalah vector satuan dalam arah medan magnet regional (bumi)

Medan magnet dari sebuah prisma telah diturunkan oleh Bhattacharya dari persamaan (2) setiap prisma berarah sejajar terhadap sumbu x,y,z dan mempunyai magnetisasi

$\mathbf{M} = M(\hat{i}\hat{M}_x + \hat{j}\hat{M}_y + \hat{k}\hat{M}_z)$ dan dimensi diberikan dengan $x_1 \leq x \leq x_2$, $y_1 \leq y \leq y_2$, $z_1 \leq z \leq \infty$

Jika anomlai disebabkan oleh prisma yang diamati dalam arah sejajar dengan medan bumi $\hat{\mathbf{F}} = (\hat{F}_x, \hat{F}_y, \hat{F}_z)$, maka anomaly medan magnetic total diamati dari sumbernya adalah [4]:

$$\begin{aligned} \Delta T = C_m M & \left[\frac{\alpha_{23}}{2} \log\left(\frac{r-x'}{r+x'}\right) + \frac{\alpha_{13}}{2} \log\left(\frac{r-y'}{r+y'}\right) \right. \\ & - \alpha_{12} \log(r+z_1) - \hat{M}_x \hat{F}_x \arctan\left(\frac{x'y'}{x'^2 + rz_1 + z_1^2}\right) \\ & - \hat{M}_y \hat{F}_y \arctan\left(\frac{x'y'}{r^2 + rz_1 - x'^2}\right) \\ & \left. + \hat{M}_z \hat{F}_z \arctan\left(\frac{x'y'}{rz_1}\right) \right] \end{aligned} \quad (3)$$

dengan

$$\alpha_{12} = \hat{M}_x \hat{F}_y + \hat{M}_y \hat{F}_x$$

$$\alpha_{13} = \hat{M}_x \hat{F}_z + \hat{M}_z \hat{F}_x$$

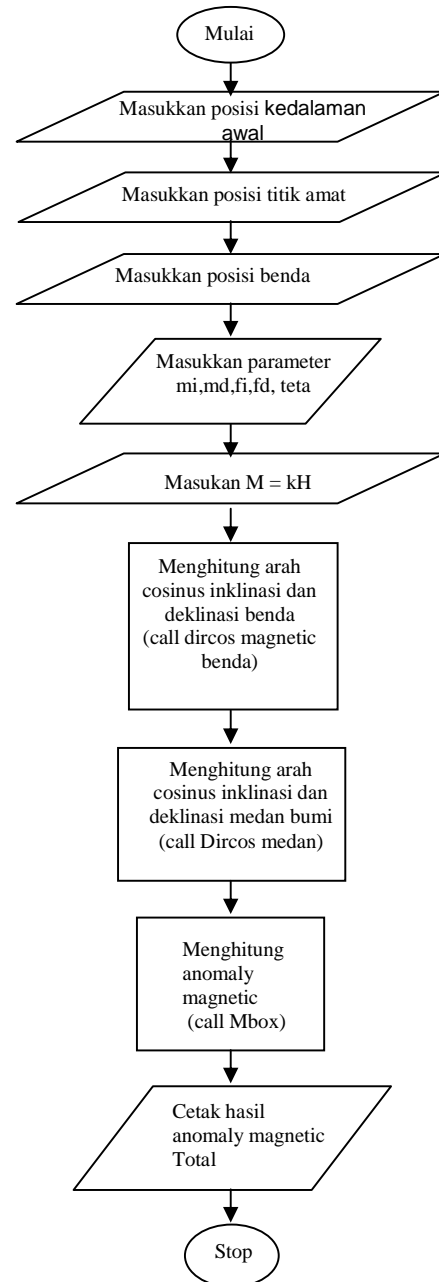
$$\alpha_{23} = \hat{M}_y \hat{F}_z + \hat{M}_z \hat{F}_y$$

$$r^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2$$

Persamaan ini memberikan anomaly medan magnetic total dari prisma dengan posisi benda berada pada kedalaman bagian atas z_1 dan bagian bawah tak terbatas. Jika persamaan ini dihitung dua kali, satu untuk $z_1 = z_t$ dan $M = M_0$ dan yang lain untuk $z_1 = z_b$ dan $M = -M_0$, maka sesuai dengan prinsip superposisi jumlah dari kedua perhitungan akan memberikan medan magnetic dari prisma dengan magnetisasi M_0 dan bagian atas pada z_t dan bagian bawah z_b .

Metode Penelitian

Berdasarkan persamaan (3) dapat dibuat program dengan dua subroutin seperti dalam diagram alir di bawah menghitung anomaly magnetik total sebuah benda prisma tiga dimensi :

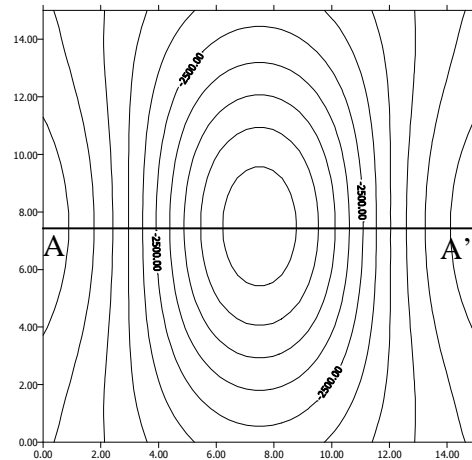


Hasil dan Pembahasan

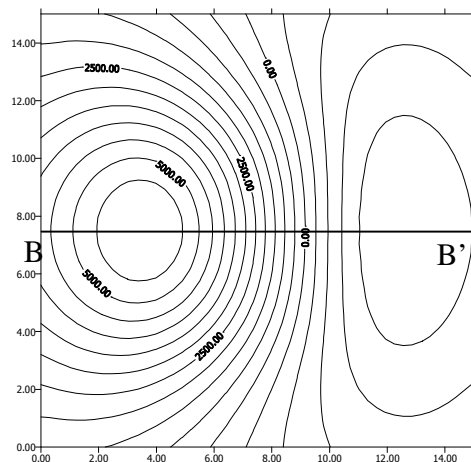
Volume massa batuan termagnetisasi yang sangat diperlukan untuk perubahan medan magnetik, secara umum meningkat mendekati suatu daerah yang secara langsung berada dibawah permukaan daerah pengamatan. Perluasan volume secara horisontal ini ditentukan oleh intensitas magnetisasi batuan dan jarak terpendek antara titik-titik pada batas volume dan titik-titik pengamatan. Jika jarak ini membesar, pengaruh material termagnetisasi disekitar titik batas pada medan anomali yang diamati akan menurun. Oleh karena itu memungkinkan untuk membatasi perluasan horisontal massa batuan yang termagnetisasi mendekati daerah yang secara langsung berada di bawah daerah pengamatan.

Hasil pemrograman yang diperoleh dengan memasukkan parameter benda dengan sudut inklinasi yang berbeda-beda antara lain inklinasi 0° , 45° , 90° baik sudut inklinasi benda maupun inklinasi bumi dibuat sama dengan asumsi bahwa benda yang termagnetisasi hasil dari induksi medan magnet bumi, seperti yang terlihat pada gambar 1, 2, 3, memperlihatkan bahwa pola anomali kontur tertutup tepat berada pada posisi benda yaitu pada posisi koordinat $x_1 = 4$ dan $x_2 = 11$.

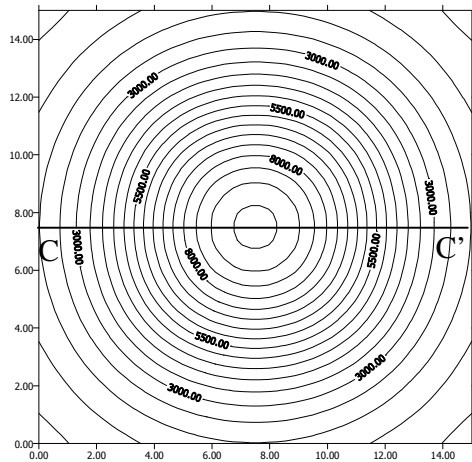
Sedangkan gambar 4, 5, 6 menunjukkan sesuai dengan masing-masing sudut inklinasinya maka pada sudut inklinasi 0° menunjukkan sebuah anomali negatif dan pada sudut inklinasi 45° menunjukkan terbentuknya anomali positif dan negatif sedangkan pada sudut inklinasi 90° menunjukkan anomlai positif. Dari ketiga pola ini dapt ditunjukkan bahwa pada sudut inklinasi 0° dan 90° adalah daerah kutub utara maupun daerah kutub selatan. Sedangkan pada sudut inklinasi 45° merupakan anomali medan dwikutub



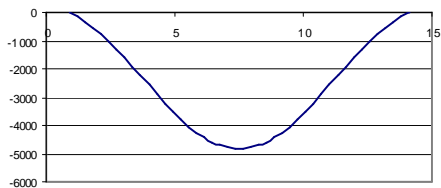
Gambar 1. Hasil Pemodelan dengan Parameter masukkan : Posisi benda $z_1 = 4, z_2 = 8, x_1 = 4, y_1 = 4, x_2 = 11, y_2 = 11$, Inklinasi benda = 0° , Deklinasi benda = 0° , Inklinasi regional = 0° , deklinasi regional = 0° , Azimut = 0°



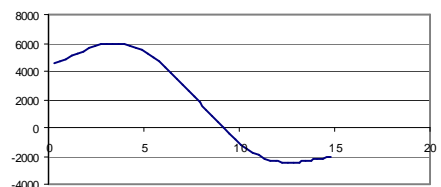
Gambar 2. Hasil Pemodelan dengan Parameter masukkan : Posisi benda $z_1 = 4, z_2 = 8, x_1 = 4, y_1 = 4, x_2 = 11, y_2 = 11$, Inklinasi benda = 45° , Deklinasi benda = 0° , Inklinasi regional = 45° , deklinasi regional = 0° , Azimut = 0°



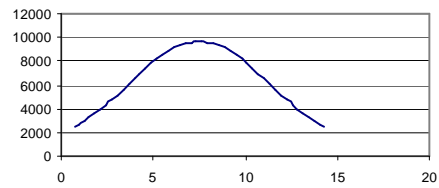
Gambar 3. Hasil Pemodelan dengan Parameter masukan : Posisi benda $z_1 = 4, z_2 = 8, x_1 = 4, y_1 = 4, x_2 = 11, y_2 = 11$, Inklinasi benda = 90^0 , Deklinasi benda = 0^0 , Inklinasi regional = 90^0 , deklinasi regional = 0^0 , Azimut = 0^0



Gambar 4. Penampang Profil Line A – A' Parameter masukan : Posisi benda $z_1 = 4, z_2 = 8, x_1 = 4, y_1 = 4, x_2 = 11, y_2 = 11$, Inklinasi benda = 0^0 , Deklinasi benda = 0^0 , Inklinasi regional = 0^0 , deklinasi regional = 0^0 , Azimut = 0^0



Gambar 5. Penampang Profil Line B – B' Parameter masukan : Posisi benda $z_0 = 0, z_1 = 4, x_1 = 4, y_1 = 4, x_2 = 11, y_2 = 11$, Inklinasi benda = 45^0 , Deklinasi benda = 0^0 , Inklinasi regional = 45^0 , deklinasi regional = 0^0 , Azimut = 0^0



Gambar 6. Profile Line C – C' Parameter masukan : Posisi benda $z_0 = 0, z_1 = 4, x_1 = 4, y_1 = 4, x_2 = 11, y_2 = 11$, Inklinasi benda = 90^0 , Deklinasi benda = 0^0 , Inklinasi regional = 90^0 , deklinasi regional = 0^0 , Azimut = 0^0

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pembuatan program pemodelan anomali magnetik total dengan pendekatan benda berbentuk prisma 3 dimensi anomali benda telah berhasil dilakukan. Dari pemodelan anomali magnetik total sebuah benda prisma didapatkan karakteristik anomali magnetik total sebagai berikut:

- Anomali negatif terjadi pada inklinasi-field inklinasi 0^0
- Anomali positif terjadi pada inklinasi-field inklinasi 90^0
- Anomali positif-negatif terjadi pada inklinasi-field inklinasi 45^0

Daftar Pustaka

- [1] Parasnis, D.S., 1997, *Principles of Applied Geophysics*, Chapman & Hall, Fifth Edition. London.
- [2] Blakely, R.J., 1995, *Potential Theory in Gravity and Magnetic Application*, Cambridge University Press
- [3] Telford, W.M., 1990, *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, USA
- [4] Bhaskara R.D., Ramesh B.N., 1991, *A Rapid Method for Three-dimensional Modeling of Magnetik Anomalies* : Geophysicc. 56 , 1729-1737