

# GEOMAGNETIK

Metoda magnetik merupakan metoda pengolahan data potensial untuk memperoleh gambaran bawah permukaan bumi atau berdasarkan karakteristik magnetiknya. Metode ini didasarkan pada pengukuran intensitas medan magnet pada batuan yang timbul karena pengaruh dari medan magnet bumi saat batuan itu terbentuk.

Kemampuan suatu batuan untuk dapat termagnetisasi sangat dipengaruhi oleh faktor susceptibilitas batuan. Objek pengamatan dari metode ini adalah benda yang bersifat magnetik, dapat berupa gejala struktur bawah permukaan ataupun batuan tertentu. Metode ini dapat dipakai sebagai preliminary survey untuk menentukan bentuk geometri dari bentuk basement, intrusi dan patahan.

# Teori Dasar

## GAYA MAGNETIK

Jika dua buah benda atau kutub magnetik terpisah pada jarak  $r$  dan muatannya masing-masing  $m_1$  dan  $m_2$  maka gaya magnetik yang dihasilkan adalah :

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

dimana :  $\mu$  = permeabilitas magnetik suatu medium

$\vec{F}$  = gaya magnetik pada  $m_2$

$\vec{r}$

= vektor satuan berarah dari  $m_1$  ke  $m_2$

## SUSCEPTIBILITAS

Susceptibilitas merupakan derajat termagnetisasinya suatu benda karena pengaruh medan magnetik.  $k$  dalam satuan SI dan emu dinyatakan sebagai :  $k = 4\pi k'$  . Dengan :  $k'$  adalah susceptibilitas magnetik dalam satuan emu dan  $k$  adalah susceptibilitas magnetik dalam satuan SI. Nilai susceptibilitas ini sangat berperan penting dalam eksplorasi anomaly, karena sifatnya yang khas untuk setiap jenis mineral atau mineral logam.

## KUAT MEDAN MAGNET

Kuat medan Magnetik pada suatu titik dengan jarak  $r$  darimuatannya dapat dinyatakan sebagai :

$$\vec{H} = \frac{m_1}{\mu r^2} \vec{r}$$

## INTENSITAS MAGNETIK

Suatu benda magnetik yang ditempatkan pada suatu medan magnet dengan kuat medan  $H$ , maka akan terjadi polarisasi magnetik pada benda tersebut yang besarnya diberikan oleh :

$$\vec{M} = k \vec{H}$$

$\vec{M}$  biasa disebut juga sebagai Intensitas Magnetisasi dan  $k$  adalah kerentanan magnetik yang merefleksikan sifat kemagnetan suatu benda atau batuan.

## INDUKSI MAGNETIK

Adanya medan magnetik regional yang berasal dari bumi dapat menyebabkan terjadinya induksi magnetik pada batuan yang mempunyai susceptibilitas baik. Total medan magnetik yang dihasilkan pada batuan ini dinyatakan sebagai induksi magnetik.

Medan magnetik yang terukur oleh magnetometer adalah medan magnet induksi termasuk efek magnetisasi yang diberikan oleh persamaan :

$$\vec{B} = \mu_0 (\vec{H} + \vec{M}) = \mu_0 (1 + k) \vec{H}$$

dimana :

$\mu$  = permeabilitas magnetik ruang hampa

$\mu = (1 + k)$  = permeabilitas magnetik relatif.

persamaan diatas dapat dituliskan juga dalam bentuk :

$$\vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H}$$

. Persamaan ini menunjukkan bahwa jika medan magnetik remanen dan luar bumi diabaikan, medan magnet total yang terukur oleh magnetometer di permukaan bumi adalah penjumlahan dari medan bumi utama H dan variasinya (M). Dengan M merupakan anomali magnet dalam eksplorasi magnetik.

## MAGNETISASI BUMI

Medan magnet bumi dapat diasumsikan sebagai medan magnet akibat adanya batang magnet raksasa yang terletak di dalam inti bumi, namun tidak berimpit dengan pusat bumi. Medan magnet ini dinyatakan sebagai vector yang mempunyai besaran dan arah. Arahnya dinyatakan sebagai deklinasi (besar sudut penyimpangan terhadap arah utara - selatan geografis) dan inklinasi (besar sudut penyimpangan terhadap arah horisontal).

Kuat medan magnet bumi sebagian besar berasal dari dalam bumi sendiri (94%) atau internal field, sedangkan sisanya (6%.) ditimbulkan oleh arus listrik di permukaan dan pada atmosfer (external field).

## SIFAT MAGNETIK BATUAN

Setiap jenis batuan yang terdapat di bumi, yang mempunyai suatu medan magnet, akan mempunyai sifat dan karakteristik yang spesifik. Dan dengan mempelajari karakter spesifik tersebut, maka kita akan lebih mudah dalam mencari dan menemukan bahan batuan tersebut.

Berikut ini pengelompokan batuan atau mineral berdasarkan sifat magnetik yang ditunjukkan oleh kerentanan magnetiknya :

- Diamagnetik : Mempunyai kerentanan magnetik ( $k$ ) negatif dan sangat kecil artinya ialah memiliki sifat magnetik yang lemah  
Contohnya : graphite, marble, quartz dan salt.
- Paramagnetik : Mempunyai harga kerentanan magnetik ( $k$ ) positif dengan nilai yang kecil. Contoh nya : kapur.
- Ferromagnetik : Mempunyai harga kerentanan magnetik ( $k$ ) positif dan besar yaitu sekitar 106 kali dari diamagnetik/ paramagnetik. Sifat kemagnetan substansi ini dipengaruhi oleh keadaan suhu, yaitu pada suhu diatas suhu Curie, sifat kemagnetannya hilang.



# AKUSISI DATA



Secara umum teknik pengukuran magnetik ini pada setiap stasiun dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Menentukan posisi setiap lokasi pengukuran (lintang dan bujur), dan diplotkan pada peta.
- Penentuan arah utara dengan menggunakan kompas, setelah itu arahkan antenna magnetometer pada arah utara.
- Pengukuran medan magnetic setiap stasiun sebanyak 4 kali yaitu arah utara, timur, selatan, dan barat.

# PENGOLAHAN DATA

- Hasil pengukuran lapangan dikoreksi dengan data medan magnetik utama bumi IGRF (International Geomagnetik Reference Field) dimana dilakukan pengukuran, dengan rumus :  
$$( T_{obs} - T_{IGRF} )$$
- Setelah data lapangan dikoreksikan dengan data medan magnetik utama bumi, selanjutnya dikoreksikan dengan data variasi magnetik harian. Untuk mendapatkan nilai koreksi variasi harian ( TVH ) ini, dibuat grafik koreksi harian terhadap waktu. Pada grafik tersebut tentukan suatu garis base level yang ditentukan dari harga rata-rata nilai tertinggi dan terendah koreksi harian, dengan rumusan :
  - $TVH = \text{hasil pengukuran koreksi harian} + \text{base level}$  (jika hasil pengukuran terletak di bawah base level).
  - $TVH = \text{hasil pengukuran koreksi harian} - \text{base level}$  (jika hasil pengukuran terletak di atas base level).

- Perhitungan data anomali magnetik dengan rumus :

$$\Delta T = T_{obs} - T_{IGRF} - T_{VH}$$

dimana :  $\Delta T$  = nilai magnetik stasiun yang ingin dicapai

$\Delta T_{obs}$  = nilai hasil pengukuran

$\Delta T_{IGRF}$  = medan magnetik utama bumi di suatu tempat  
(International Geomagnetik Reference Field)

$\Delta T_{VH}$  = nilai koreksi harian

- Setelah harga  $\Delta T$  diperoleh, langkah selanjutnya adalah pemisahan  $\Delta T$  tersebut menjadi Regional, Residual, dan Noise. Metode pemisahan yang digunakan di sini adalah *Moving Average* dengan data  $\Delta T$  yang diperoleh sebagai input dan regional sebagai output. Langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut :

- Dibuat grafik  $\Delta T$  terhadap stasiun, kemudian grafik tersebut dibagi dalam suatu grid tertentu dengan jumlah grid =  $2^n$  jumlah stasiun pengukuran dan lebar grid,  $\Delta x = \text{jumlah stasiun/jumlah grid}$ . Olah nilai perpotongan grafik  $\Delta T$  dengan grid tersebut dengan software tertentu (dalam pengolahan data ini digunakan software Numeri), software ini merupakan program Transformasi Fourier, yang kemudian akan dihasilkan nilai frekuensi (f) dan amplitudo (A). Kemudian buat grafik  $\ln A$  terhadap  $k = 2\pi f$ , tentukan nilai k, yang didapat dari perubahan grafik yang signifikan atau dengan menarik garis interpolasi yang mewakili data.

- Setelah nilai  $k$  didapat, langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah window, yang akan digunakan untuk *moving average*, dengan persamaan :

$$k = \frac{2\pi}{n \cdot \Delta x}$$

dimana :  $n$  = Jumlah windows yang kita cari (harus bilangan ganjil).

$$\Delta x = \frac{\text{jumlahstasiun}}{\text{jumlahgrid}}$$

- Lakukan *moving average* pada data  $\Delta T$  yang digunakan sebagai input untuk mendapatkan  $\Delta T$  Regional dengan persamaan :

$$\Delta T_r(i) = \frac{\Delta T(i - N) + \dots + \Delta T(i) + \dots + \Delta T(i + N)}{n}$$

dimana

$$N = \frac{n - 1}{2}$$

- $\Delta T$  Residual didapatkan dengan mengurangkan  $\Delta T$  Regional terhadap  $\Delta T$  :

$$\Delta T \text{ Residual} = \Delta T - \Delta T \text{ Regional}$$

- Langkah selanjutnya adalah membuat kontur peta anomali magnetik. Namun sebelumnya kita harus mengplot posisi (koordinat) stasiun pengambilan data, untuk melihat pola sebaran stasiun dan juga outlier posisi. Apabila ada outlier posisi, maka kita akan membuangnya karena akan mempengaruhi penggambaran kontur.
  - Dari peta kontur anomali magnetik yang kita buat, selanjutnya kita dapat menentukan/menarik penampang kontur untuk melakukan pemodelan struktur bawah permukaan. Penarikan penampang harus memperhatikan sebaran data yang reliable dan sebaiknya tegak lurus struktur yang ada, sehingga akan memudahkan dalam interpretasi model.
  - Data Penampang yang kita buat (anomali vs jarak) kemudian digunakan sebagai input software pemodelan magnetik (GravMag).