

KOREKSI HARIAN DALAM SURVEI GEOMAGNET

Mamat Ruhimat
Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)
e-mail : ruhimat@bdg.lapan.go.id

Abstrak - Pengamatan medan geomagnet yang berkesinambungan pada stasiun geomagnet tetap dapat memantau aktivitas geomagnet yang berkaitan dengan cuaca antariksa, terutama untuk mengetahui pengaruh eksternal yang terekam pada data variasi harian. Dalam survei geomagnet pengaruh eksternal ini dieliminasi dari data lapangan dengan koreksi harian geomagnet total. Dari pengolahan data variasi harian yang dilakukan untuk daerah Manado pada tanggal 23 April 2010, diperoleh koreksi harian geomagnet total (F) yang nilainya berkisar antara 160 nT sampai dengan 130 nT.

Kata kunci: koreksi harian, medan geomagnet

Abstract - Continuous geomagnetic field observation in fixed geomagnetic observatory can monitor the geomagnetic activity related with the space weather effects, particularly in indentifying the external influences which is recorded in daily variation data. In geomagnetic survey, the external factor can be eliminated from the observed data by daily correction of total geomagnetic field. From analysis of the Manado data on April 23rd 2010, we calculated the daily correction total geomagnetic field in the range of 160—130 nT.

Key words : daily correction, geomagnetic field

1. PENDAHULUAN

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) melakukan pemantauan geomagnet untuk mengetahui aktivitas geomagnet yang berkaitan dengan cuaca antariksa. Pemantauan ini dilakukan di beberapa tempat yaitu di stasiun pengamat geomagnet di Kototabang, Pontianak, Manado, Parepare, Biak, Kupang, dan Tanggulangin. Komponen magnet yang diukur terdiri dari komponen horizontal (H), komponen deklinasi (D), dan komponen vertikal (Z) dengan resolusi waktu satu detik. Selain melakukan pengamatan sendiri, dalam pengukuran geomagnet ini LAPAN juga bekerjasama dengan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), *Solar Environment Research Center Kyushu University*, dan *Solar Terrestrial Environment Laboratory Nagoya University*. LAPAN yang memiliki stasiun geomagnet tetap dan berkesinambungan pengukurannya sangat potensial untuk memberikan layanan berupa koreksi harian geomagnet yang diperlukan dalam pengukuran survei geomagnet.

Survei medan geomagnet bertujuan untuk mengetahui batuan penyusun kerak bumi atau penyebaran mineral berdasarkan sifat kemagnetan batuan. Sebagaimana kita ketahui pengukuran geomagnet sangatlah kompleks. Kuat medan geomagnet yang terukur merupakan superposisi dari beberapa sumber, baik dari internal maupun eksternal bumi. Faktor internal bumi bersumber dari kerak bumi dan dari inti bumi, sedangkan faktor eksternal bersumber dari partikel bermuatan yang berasal dari matahari, pasang surut bulan, dan arus dinamo yang mengalir di ionosfer (Campbell, 1989). Pemetaan geomagnet yang dilakukan dalam survei geomagnet memerlukan data geomagnet yang bebas dari pengaruh eksternal seperti yang disebutkan di atas. Oleh sebab itu pengaruh eksternal ini harus dihilangkan dari hasil pengukuran lapangan.

Pada tulisan ini akan dibahas koreksi harian yang berkaitan dengan sn geomagnet eksternal bumi. Koreksi ini diperoleh dengan mengurangi medan J^m terukur di stasiun pengamat yang tetap dengan medan geomagnet acuan (*Internal** Geomagnetic Reference Field*IGRF). Dalam tulisan ini data yang diolah adalah variasi harian dari stasiun pengamat geomagnet di Manado (1,30° LU, 124 BT, ketinggian = 702 m)

2. LANDASAN TEORI

Secara teoritik medan geomagnet dinyatakan dalam *International Geomagnet Refe Field (IGRF)* (Campbell, 2003; Maus, 2005). IGRF ini diturunkan berdasarkan model potensial harmonik bola sebagai berikut

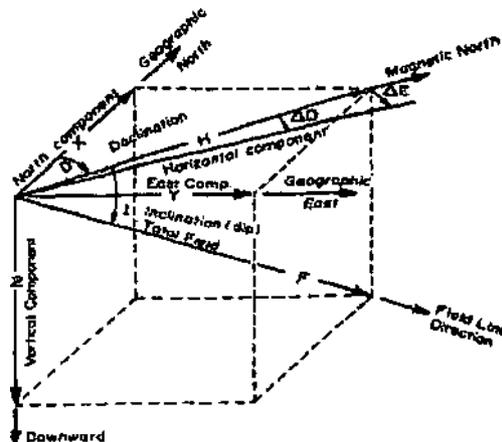
$$V = a \sum_{n=1}^{N_{max}} \left(\frac{a}{r} \right)^{n+1} \left[g_n^m \cos(m\phi) + h_n^m \sin(m\phi) \right] P_n^m(\theta) \quad (2-1)$$

- Dengan
- V = potensial harmonik bola
 - g, h = konstanta Gauss
 - a = jari-jari bumi.
 - r = jarak dari pusat bumi
 - $P_n^m(\theta)$ = polinomial Legendre
 - θ = colatitude = 90 - lintang
 - ϕ = bujur

Komponen medan magnet (X,Y dan Z) dapat dihitung dari potensial skalar sebagai berikut:

$$X = \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \theta} \quad Y = \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial V}{\partial \phi} \quad Z = \frac{\partial V}{\partial r} \quad (2-2)$$

Komponen-komponen geomagnet dalam koordinat kartesian (XYZ) ditunjukkan dalam Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Gambaran komponen medan geomagnet (Campbell, 2003)

Hubungan masing-masing komponen sebagai berikut:

$$\begin{aligned} X &= H \cos(D^\circ) \\ Y &= H \sin(D^\circ) \end{aligned} \quad (2-3)$$

Dari hubungan trigonometri, medan total (F) diperoleh:

$$F = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} = \sqrt{H^2 + Z^2} \quad (2-4)$$

dengan X = komponen kuat medan arah Utara-Selatan geografi.

Y = komponen kuat medan arah Timur-Barat geografi.

Z = komponen kuat medan arah vertikal.

H = komponen kuat medan horizontal atau Utara-Selatan geomagnet.

F = komponen kuat medan total.

D = sudut antara X dan H dinamakan deklinasi.

Sudut antara kuat medan magnet total (F) dan horizontal (H) dinamakan inklinasi atau sudut *Dip*.

$$\frac{Z}{H} = \tan(I) \quad (2-5)$$

Dalam pengukuran geomagnet banyak menggunakan sistem koordinat geomagnet (H,D,Z), masing-masing komponen horizontal, deklinasi dan vertikal. Sudut deklinasi dinyatakan dalam kuat medan magnet arah Timur-Barat (D) dalam satuan nT.

$$D \text{ (nT)} = H \tan(D^\circ) \quad (2-6)$$

Untuk mengetahui medan magnet dari eksternal bumi dapat diketahui dengan mengukur medan magnet yang berkesinambungan dari stasiun tetap dikurangi dengan medan magnet referensi (IGRF) dari stasiun tersebut. Medan magnet eksternal ini untuk survei geomagnet dalam pemetaan geomagnet perlu dihilangkan/ dieliminasi, sehingga hanya respon dari internal bumi yang terukur. Medan eksternal ini dikenal sebagai koreksi harian dalam survei geomagnet.

$$F_{Kor} = F_{Obs} - F_{IGRF} \quad (2-7)$$

dengan F kor : Koreksi kuat medan geomagnet total untuk pengukuran lapangan

F obs : Kuat medan geomagnet total hasil perhitungan data H dan Z dari stasiun tetap

F IGRF : Kuat medan geomagnet total teoritis dari stasiun tetap

3. DATA

Data yang digunakan dalam contoh perhitungan koreksi harian geomagnet adalah data variasi harian dari stasiun Manado (lokasi Stasiun Geofisika Tondano, Manado, Badan

Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) tanggal 23 April 2010. Komponen magnet

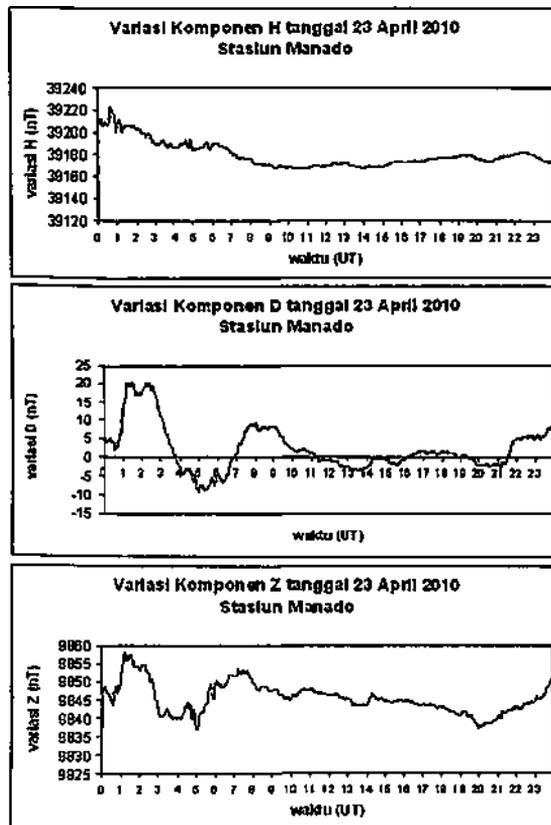
yang direkam terdiri dari Komponen H (horizontal), komponen D (deklinasi) dan komponen Z (Vertikal). Data ini mempunyai resolusi waktu satu detik dan menggunakan standar waktu UT (*Universal Time*).

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mendapatkan koreksi harian geomagnet sebagai berikut:

- Merata-ratakan data masing-masing komponen H, D dan Z setiap menit
- Menghitung geomagnet total, yang merupakan resultan dari komponen geomagnet H, dan Z (lihat persamaan (2-4)).
- Menghitung geomagnet total F berdasarkan IGRF (*International Geomagnetic Reference Field*) dari *World Data Center, Kyoto University* dengan masukan lintang, bujur, dan ketinggian stasiun geomagnet.
- Mengurangkan F (IGRF) terhadap F (data) seperti dalam persamaan (2-7).

4. KOREKSI HARIAN GEOMAGNET

Gambar 4.1 merupakan salah satu contoh plot data hasil pengukuran komponen geomagnet H, D, dan Z dari peralatan MAGDAS pada tanggal 23 April 2010 di Stasiun Manado.



Gambar 4.1. Plot komponen geomagnet H, D dan Z yang terukur pada tanggal 23 April 2010 di stasiun Manado.

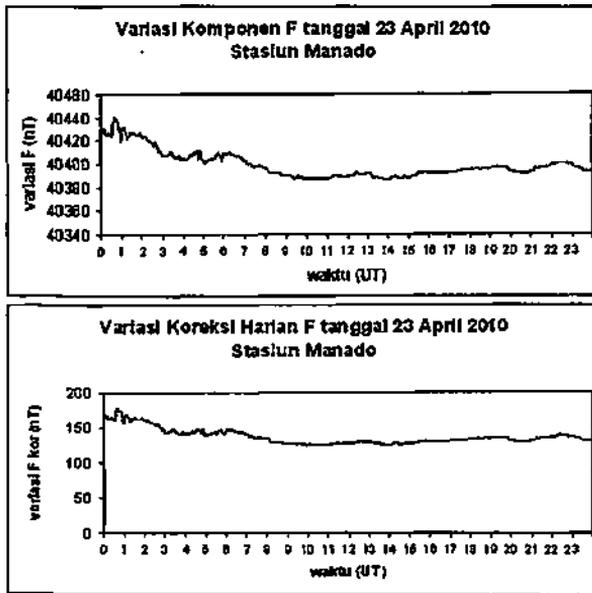
Dengan mengikuti langkah-langkah seperti yang dituliskan pada bab 3, diperoleh hasil koreksi harian geomagnet setiap menit untuk tanggal 23 April 2010 dari jam 00.00 UT sampai dengan jam 23.59 UT. Koreksi untuk hari ini ditunjukkan dalam Tabel 4-1 dan Gambar 4.2.

Tabel 4-1. Contoh hasil perhitungan koreksi harian geomagnet dari Stasiun Manado pada tanggal 23 April 2010.

Lat = 1,30° LU Long= 124,93° BT Alt = 702 m			
hh	mm	Total F (nT)	Koreksi (nT)
0	0	40424.51	162.51
0	1	40425.94	163.94
0	2	40427.78	165.78
0	3	40428.85	166.85
0	4	40428.27	166.27
0	5	40427.45	165.45
0	6	40428.04	166.04
0	7	40428.74	166.74
0	8	40429.29	167.29
0	9	40428.92	166.92
0	10	40427.91	165.91
0	11	40426.78	164.78
0	12	40425.42	163.42
0	13	40424.93	162.93
0	14	40424.64	162.64
0	15	40424.41	162.41
0	16	40423.74	161.74
0	17	40424.16	162.16
0	18	40424.61	162.61
0	19	40425.63	163.63
0	20	40425.98	163.98
0	21	40425.94	163.94
0	22	40425.11	163.11
0	23	40424.46	162.46
23	57	40392.18	130.18
23	5fe	40392.38	13d.38
23	59	40392.57	130.57

Gambar 4.2 bagian atas merupakan plot medan geomagnet total yang diperoleh dari persamaan (2-4) berdasarkan data pengukuran MAGDAS seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.1. Sedangkan Gambar 4.2 bagian bawah merupakan koreksi harian geomagnet total untuk survei geomagnet yang dilakukan sekitar Manado. Nilai koreksi

ini merupakan selisih dari medan geomagnet total (F) hasil perhitungan (persamaan 2-4) dengan medan geomagnet total dari IGRF tahun 2010 untuk stasiun Manado (sumber: *World Data Center Kyoto University*). Hasil perhitungan medan geomagnet total IGRF sebesar 40262.0 nT. Nilai koreksi medan geomagnet total F pada tanggal 23 April 2010 bergerak dari 160 nT sampai dengan 130 nT (Gambar 4-2).



Gambar 4.2. Plot variasi geomagnet total (gambar atas) dan besarnya koreksi harian geomagnet tota (gambar bawah)! pada tanggal 23 April 2010 di Stasiun Manado.

Dengan hasil ini, untuk mengeliminasi efek magnet yang datang dari eksternal bumi, maka setiap pengukuran geomagnet di lapangan (survei geomagnet) di daerah Manado dan sekitarnya pada tanggal 23 April 2010, perlu dikoreksi dengan nilai sebesar nilai koreksi (lihat Tabel 4-1) untuk waktu *universal* (UT) yang sama.

5. KESIMPULAN

Aktivitas geomagnet yang berkaitan dengan cuaca antariksa dapat dimonitor dengan melakukan pengukuran geomagnet yang berkesinambungan dengan stasiun tetap, seperti yang dilakukan oleh LAPAN. Data yang diperoleh dapat digunakan untuk mengoreksi hasil pengukuran geomagnet untuk kepentingan pemetaan geomagnet. Koreksi ini dilakukan dengan menghilangkan pengaruh magnet yang bersumber dari eksternal bumi. Dari perhitungan yang dilakukan pada tanggal 23 April 2010 untuk daerah Manado dan sekitarnya nilai koreksi harian geomagnet total F berkisar 160 nT sampai dengan 130 nT.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para pengamat geomagnet di stasiun geomagnet BMKG di Manado. Pengamatan geomagnet di Manado merupakan bagian dari jaringan MAGDAS (*MAGnetic Data Acquisition System*) *Solar Emnronment Research Center, Kyushu University*.

DAFTAR RUJUKAN

Campbell, W.H., 1989, An Introduction to Quiet daily Geomagnetic Fields, in Quiet

Daily Geomagnetic Fields (Campbell, W.H., ed), Birkhauser Verlag, Berlin

Campbell W.H., 2003, Introduction to Geomagnetic Fields, Cambridge University Press, Second Edition.

Maus S., Macmillan S., Chemova T., Choi S., Dater D., Golovkov V., Lesur V., Lowes F., Luhr H., Mai W., McLean S., Olsen N., Rother M., Sabaka T., Thomson A., Zvereva T., 2005, The 10* Generation International Geomagnetic Reference Field, *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 151, Elsevier.

World Data Center Kyoto University, International Geomagnetic Reference Field, <http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/igrf/point/index.html>