

ANALISIS DATA GEOMAGNET DI BPKWA BIAK

Mamat Ruhimat, John Maspupu, Mira Juangsih

Pusat Sains Antariksa – LAPAN

e-mail : mruhimat@yahoo.com

Abstrak. Perekaman data geomagnet di Balai Penjejukan dan Kendali Wahana Antariksa (BPKWA) LAPAN Biak dilakukan untuk memantau aktivitas geomagnet yang terjadi sekitar stasiun pengamatan. Kuat medan geomagnet yang terukur merupakan superposisi dari beberapa sumber magnet, baik dari dalam bumi maupun dari luar bumi. Mulai akhir Desember 2004 data geomagnet mengalami gangguan yang berulang setiap 15 menit. Ada *noise* yang menginterferensi data geomagnet. Untuk menghilangkan atau melemahkan *noise* ini digunakan metoda matematik perataan bergerak. Dari data geomagnet komponen H di BPKWA Biak yang dianalisis diperoleh *noise* yang terjadi setiap 15 menit rata-rata 3,15 nT dan dapat difilter atau dilemahkan rata-rata menjadi 0,03 nT dengan tingkat keberhasilan diperoleh sebesar $(98,8 \pm 0,4) \%$. Ini menunjukkan *noise* yang menginterferensi data geomagnet setiap 15 menit dapat dihilangkan/ dilemahkan.

Kata kunci: Aktivitas geomagnet, *noise*, perataan bergerak.

Abstract. Geomagnetic observation in Biak is conducted to monitor the geomagnetic activity around the observation site. The strength of geomagnetic field observed come from some magnetic sources, from inside and beyond the Earth. The geomagnetic data observed from this observatory shows noise signal which repeatedly occur every 15 minutes. In order to eliminate or reduce such noise we use moving average method. By using this method, the noise then filtered from 3.15 nT in amplitude to become 0.03 nT, with the success rate $(98.8 \pm 0.4) \%$. It shows that the noise which occurs in every 15 minutes can be reduced/attenuated.

Keywords: geomagnetic activity, noise, moving average

1. Pendahuluan

Dalam beberapa tahun ini sejak tahun 1992 Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) melakukan pemantauan aktivitas geomagnet di Balai Penjejukan dan Kendali Wahana Antariksa (BPKWA) Biak, dengan cara mengukur tiga komponen magnet masing-masing komponen H bidang horizontal (arah Utara-Selatan), komponen D bidang horizontal (arah Timur-Barat) dan komponen Z vertikal. Pencatatan datanya atau *sampling rate*-nya dilakukan setiap detik. Bila masing-masing komponen diplot tiap detiknya akan membentuk garis atau kurva variasi geomagnet yang berfluktuasi tergantung dari aktivitas geomagnetnya.

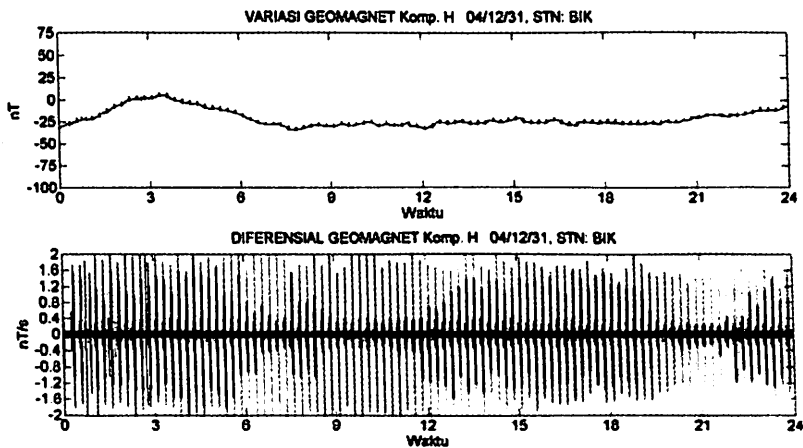
Sebagaimana kita ketahui medan geomagnet sangatlah kompleks (Gonzales et al.,1999; James et al.,2008; Telford et al,1990). Kuat medan magnet yang terukur merupakan superposisi dari beberapa sumber, baik dari dalam bumi maupun dari luar bumi. Dari dalam bumi karena adanya pergerakan cairan di sekitar inti bumi, yang variasinya relatif lambat, biasanya dinamakan medan utama. Anomali magnet

bersumber dari batuan penyusun kerak bumi, biasanya bervariasi terhadap ruang dan hampir konstan terhadap waktu dan lokasi. Sedangkan yang berasal dari luar bumi diakibatkan adanya arus listrik hasil interaksi plasma dan medan magnet angin surya dengan batas magnetosfer, medannya lebih kecil dari pada medan utama dan bervariasi lebih cepat.

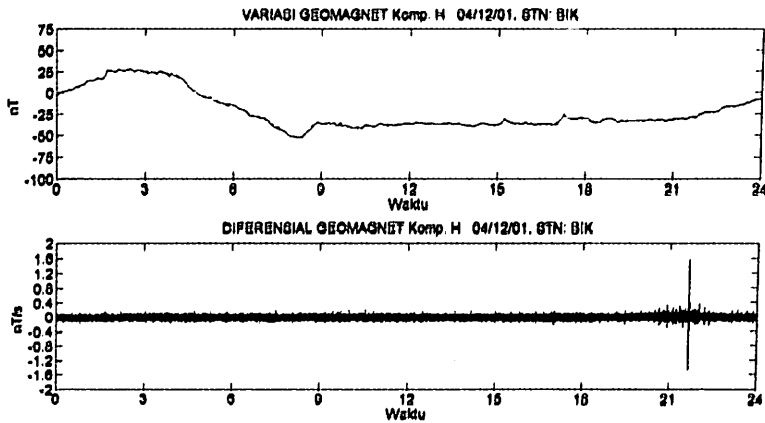
Akan tetapi tidak hanya aktivitas geomagnet saja yang dapat mempengaruhi fluktuasi variasi geomagnet tersebut melainkan ada yang dikenal sebagai *noise*. *Noise* ini dapat datang dari lingkungan sekitar sensor misalnya didekati dengan sumber magnet, adanya getaran bumi dan adanya sumber lain yang menambah arus listrik dipermukaan bumi. *Noise* ini juga bisa datang dari peralatan lain yang memancarkan frekuensi sangat rendah dan berinterferensi dengan sinyal geomagnet.

Sejak akhir Desember 2004 data geomagnet di BPKWA Biak mengalami gangguan, yaitu berupa peningkatan amplitudo yang berulang setiap 15 menit dan durasi gangguannya sekitar 2 menit seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1-1. Pada gambar tersebut, kurva bagian atas dan amplitudo *noisenya* lebih besar dari 1.2 nT/detik yang terlihat pada kurva bagian bawah. Dengan kata lain ada sumber sinyal baru yang terekam dan berinterferensi dalam data geomagnet.

Data geomagnet yang biasanya sebelum mengalami gangguan ditunjukkan dalam kurva bagian atas dalam Gambar 1-2 dimana kurvanya relatif mulus dan *noise level* yang masih bisa ditolerir mempunyai amplitudo sekitar 0.1 nT/detik (gambar bawah). Data hasil rekaman yang bebas *noise* sangatlah diharapkan untuk meningkatkan kualitas data yang baik dan benar dengan tingkat kepercayaan yang tinggi untuk kepentingan penelitian lebih lanjut. Sehingga perlu upaya untuk menghilangkan atau mengurangi *noise* yang terjadi setiap 15 menit tersebut.



Gambar 1-1. Grafik bagian atas adalah contoh variasi geomagnet komponen H di BPKWA Biak pada tanggal 31 Desember 2004 yang mengalami gangguan. Kurva bagian bawah diferensialnya menunjukkan adanya peningkatan amplitudo yang berulang setiap 15 menit lebih besar dari 1,2 nT/detik.



Gambar 1-2. Kurva bagian atas merupakan contoh variasi geomagnet komponen H di BPKWA Biak pada tanggal 1 Desember 2004 yang belum mengalami gangguan. Kurva bagian bawah diferensialnya memiliki *noise level* sekitar 0,1 nT/detik.

Dalam penelitian ini dibahas cara untuk menghilangkan atau melemahkan *noise* yang berinterferensi dalam rekaman data geomagnet dengan menggunakan perataan bergerak terhadap diferensial variasi harian geomagnet. Untuk mengembalikan ke variasi harian dilakukan integrasi terhadap waktu. Diharapkan dengan filter ini *noise* yang mengganggu dapat dilemahkan atau bahkan dihilangkan.

2. Data dan Metode

Data geomagnet yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dari stasiun geomagnet BPKWA Biak 10 hari tahun 2004 dan 2005. Mulai akhir bulan Desember 2004 data geomagnet dari BPKWA Biak ini mengalami gangguan atau *noise*. Gangguan ini terjadi setiap 15 menit, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1-1. Durasi gangguannya sekitar 2 menit dengan amplitudo sekitar 1.2 nT/detik sampai 2.2 nT/detik. Data geomagnet yang belum mengalami gangguan sebagai contoh tanggal 1 Desember 2004 seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1-2, *noise level* yang masih bisa ditolerir dalam pengamatan pulsa geomagnet sekitar 0.1 nT/detik.

Metodologi yang digunakan dalam menyelesaikan persoalan ini dinamakan filtering dengan menggunakan metode matematik (Boas,1983; Mkridakis et al.,1998) dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Melakukan diferensiasi terhadap data geomagnet. Geomagnet berubah terhadap waktu atau dengan kata lain suatu fungsi waktu. Sehingga dapat didiferensiasi terhadap waktu.

$$H'(t)=dh/dt$$

- b. Melakukan perata-rataan dengan perataan bergerak (*moving avarage*) setiap 4 menit. *Noise* yang tampak setiap 15 menit ini durasinya sekitar 2 menit, sehingga untuk melemahkan *noise* ini dilakukan perataan bergerak dengan lebar 4 menit.

$$R_i = \frac{1}{240} \sum_{j=i}^{i+240} h_j \quad 2-2$$

dengan $i=1...86400$

- c. Melakukan integrasi terhadap hasil perataan bergerak dan ditambah dengan h_0 (nilai h titik awal). Untuk mengembalikan data hasil perataan bergerak ke data variasi geomagnet dilakukan pengintegrasian.

$$h(t) = \int \bar{h}'(t) dt + h(0) \quad 2-3$$

- d. Untuk analisis hasil dilakukan perhitungan dengan persamaan 2-4

$$Ac = \frac{No - Nh}{No} 100\% \quad 2-4$$

dengan Ac = tingkat keberhasilan filtering
 No = sinyal observasi
 Nh = sinyal hasil filtering

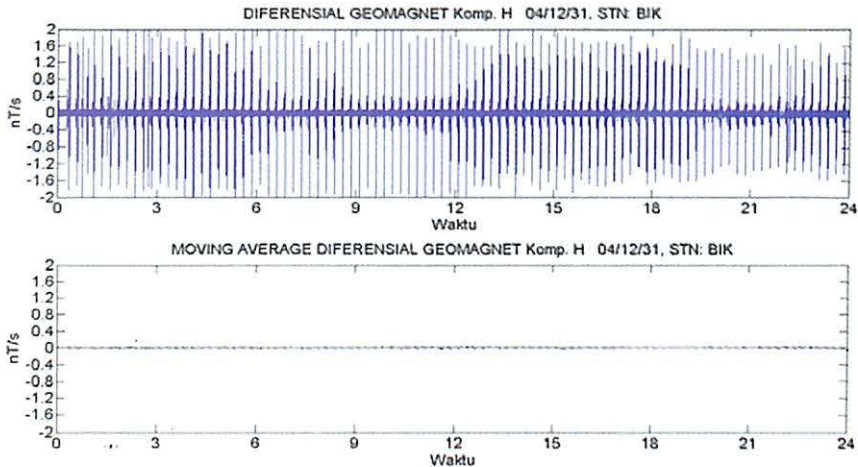
- e. Menghitung standar deviasinya

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Ac_i - \bar{Ac})^2}{(N-1)}} \quad 2-5$$

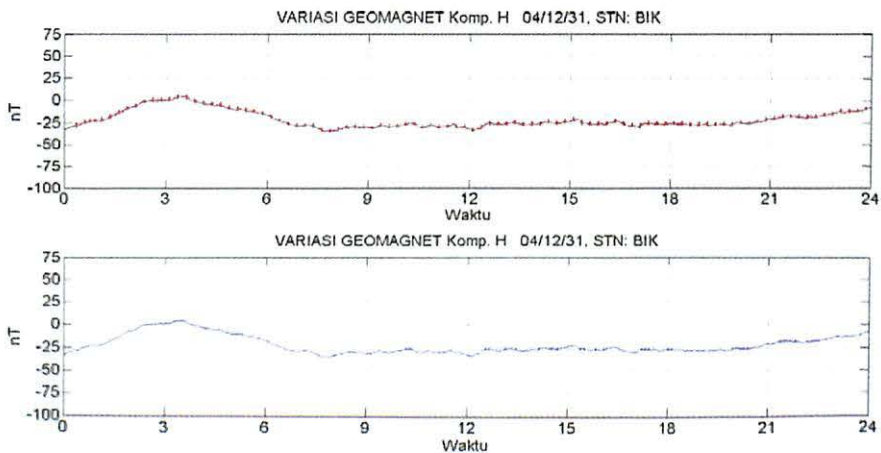
3. Hasil dan Analisis

Gambar 3-1 bagian atas menunjukkan contoh hasil pengolahan diferensial terhadap waktu dari variasi harian geomagnet komponen H dari stasiun geomagnet di BPKWA Biak pada tanggal 31 Desember 2004 dengan menggunakan persamaan 2-1. *Noise* muncul hampir setiap 15 menit dengan amplitudo lebih dari 1 nT. Sedangkan Gambar 3-1 bagian bawah menunjukkan contoh hasil pengolahan perataan bergerak dengan lebar 4 menit (240 titik) dari diferensial geomagnet komponen H stasiun geomagnet di BPKWA Biak tanggal 31 Desember 2004 dengan menggunakan persamaan 2-2. *Noise* yang muncul seperti yang tampak dalam Gambar 3-1 bagian atas dapat dilemahkan hampir mendekati nol dengan perataan bergerak setiap 4 menit (240 titik), hasilnya ditunjukkan dalam Gambar 3-1 bagian bawah. Selanjutnya hasil perataan bergerak ini diintegrasikan terhadap waktu atau dikembalikan pada variasi geomagnet dan

hasilnya seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3-2 bagian bawah dengan menggunakan persamaan 2-3.



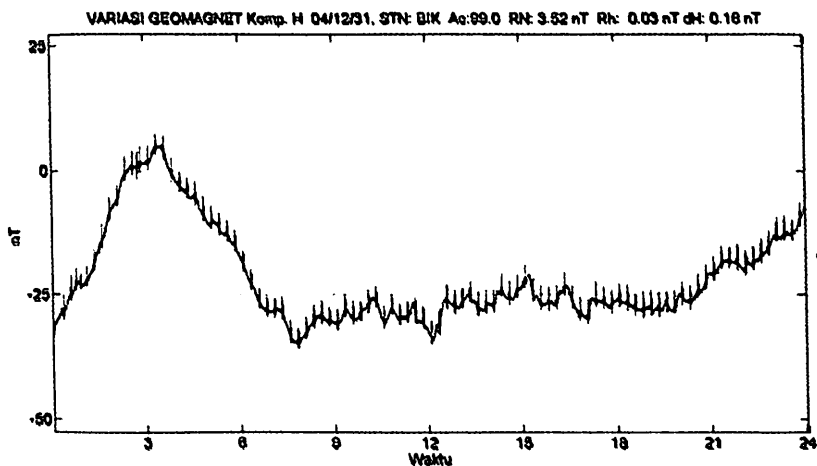
Gambar 3-1. Kurva diferensial variasi geomagnet komponen H tanggal 31 Desember 2004 di BPKWA Biak yang mengandung *noise* (atas). Bagian bawah kurva hasil filtering data tanggal 31 Desember 2004.



Gambar 3-2. Variasi geomagnet komponen H pada tanggal 31 Desember 2004 dari stasiun geomagnet BPKWA Biak. Kurva warna merah variasi geomagnet dengan *noise* yang muncul setiap 15 menit, sedangkan variasi geomagnet hasil filtering (warna biru) sudah bebas dari *noise*.

Kurva hasil filtering dan data geomagnet lapangan keduanya memiliki kecenderungan yang hampir sama atau dengan kata lain kedua kurvanya hampir berimpit, seperti ditunjukkan dalam Gambar 3-3. Untuk kepentingan analisis dalam satu

hari kedua data variasi geomagnet didiferensiasi terhadap waktu dan dibagi dalam 15 menit sehingga diperoleh 96 bagian. Masing-masing bagian dicari maksimum dan minimumnya untuk mengetahui besarnya nilai *noise*. Hal yang sama dilakukan untuk yang sudah mengalami perataan bergerak. Dari setiap bagian (15 menit) dihitung tingkat keberhasilannya dengan menggunakan persamaan 2-4. Nilai setiap bagian untuk 96 bagian dirata-rata sehingga setiap harinya diperoleh rata-rata No (RN), rata-rata Nh (Rh), dan rata-rata tingkat keberhasilan filtering (Ac). Rata-rata simpangan (dh) diperoleh dari selisih variasi geomagnet di lapangan bagian yang tidak ada *noisena* dikurangi dengan variasi geomagnet hasil filtering.



Gambar 3-3. Rekaman data variasi geomagnet komponen H (warna merah) dari BPKWA Biak pada tanggal 31 Desember 2004 dan hasil filtering (warna biru) tampak berimpit dengan tingkat keberhasilan 99 % dan penyimpangan rata-rata $dH=0,16$ nT. *Noise* yang tampak rata-rata $RN= 3,52$ nT dan dapat dilemahkan menjadi $Rh= 0,03$ nT.

Dari data 10 hari yang telah diolah hasilnya seperti yang tertera dalam Tabel 3-1. Tingkat keberhasilan setiap harinya diperoleh seperti yang tercantum dalam Tabel 3-1 kolom 4. Sedangkan simpangan rata-rata yang menyatakan beda antara variasi geomagnet komponen H data lapangan dengan hasil filtering ditunjukkan dalam Tabel 3-1 kolom 5.

Dengan melakukan filtering ini *noise* yang rata-rata 3,15 nT dapat dilemahkan menjadi 0,03 nT, dengan tingkat keberhasilan rata-rata mencapai 98,8 %. Deviasi standarnya dengan menggunakan persamaan (2.5) diperoleh sebesar 0,4 nT. Sehingga tingkat keberhasilan filter *noise* ini mencapai $(98,8 \pm 0,4)$ %. Ini menunjukkan filter *noise* yang digunakan untuk menghilangkan/melemahkan gangguan geomagnet dari *noise* cukup baik. Dengan demikian data geomagnet yang terganggu *noise* tersebut setelah mengalami proses filterisasi dapat dinyatakan bebas *noise*. Sehingga data

geomagnet yang sudah bebas *noise* ini dapat digunakan kembali untuk kepentingan pemantauan maupun penelitian aktivitas geomagnet.

Tabel 3-1
Hasil pengolahan sinyal untuk 10 hari pengamatan dengan metode filtering untuk menghilangkan noise

	Sinyal Observasi RN (nT)	Sinyal hasil filtering Rh (nT)	Tingkat keberhasilan Ac (%)	Simpangan dH (nT)
31 Desember 2004	3,52	0,03	99,0	0,16
21 Maret 2005	2,60	0,02	99,2	0,14
22 Maret 2005	4,19	0,04	98,8	0,16
24 Maret 2005	3,20	0,03	99,0	0,16
25 Maret 2005	3,31	0,03	98,9	0,48
26 maret 2005	2,40	0,03	98,5	0,23
27 Maret 2005	2,60	0,03	98,6	0,28
28 Maret 2005	3,40	0,03	99,1	0,20
29 Maret 2005	3,19	0,02	99,1	0,13
31 Maret 2005	3,13	0,04	97,8	1,70
Rata-rata	3,15	0,03	98,8	0,36

4. Kesimpulan

Memperoleh data rekaman yang bebas *noise* sangatlah diharapkan untuk meningkatkan kualitas data yang baik dan benar untuk kepentingan penelitian lebih lanjut. Untuk dapat menghilangkan/ melemahkan *noise* yang berinterferensi dengan sinyal asli geomagnet maka dilakukan proses penghilangan/pelemahan *noise* tersebut.

Dari analisis data geomagnet komponen H di BPKWA Biak tanggal 31 Desember 2004 dan beberapa hari lainnya diperoleh bahwa *noise* yang tergabung dalam data geomagnet rata-rata mencapai 3,15 nT dapat dilemahkan dengan filter *noise* yang dibangun dengan metode perataan bergerak hingga mencapai rata-rata 0,03 nT dengan tingkat keberhasilan mencapai $(98,8 \pm 0,4) \%$. Data geomagnet yang terganggu *noise* tersebut setelah mengalami proses filtering dapat dinyatakan bebas *noise*.

Daftar Rujukan

- Boas ML.,1983, *Mathematical Methods in the Physical Sciences*, Second Edition, John Wiley & Sons Inc.
- Gonzalez, W.D., Tsurutani, B.T., Clua de Gonzalez, A.L., 1999, *Interplanetary Origin of Geomagnetic Storms*, Space Sci. Rev. **88**, 529

- James. ME.,RG. Rastogi, H. Chandra, 2008, *Day-to-day variation of geomagnetic H field and equatorial ring current*, J. Ind. Geophys Union, Vol 12 No. 2, p 69-78.
- Makridakis SG., W Wright, M. Gee , 1998, *Forecasting: Methods and Applications*, John Wiley & Sons Inc.
- Telford WM., LP. Geldart, RE. Sheriff, 1990, *Applied Geophysics Second Edition*, Cambridge University Press. p 67