

# **PENGUJIAN MODEL PREDIKSI VARIASI HARIAN KOMPONEN GEOMAGNET (THE EXAMINATION OF THE DAILY GEOMAGNETIC COMPONENT VARIATION PREDICTION)**

**Habirun**  
Peneliti Pusat Sains Antariksa, LAPAN  
e-mail: e\_habirun@yahoo.com

## **ABSTRACT**

The daily variation prediction model accuracy of geomagnetic components depend on the activity of geomagnetic quiet or disturbance. On the quiet activity the daily variations of geomagnetic component is only influenced by the ring current effect. While on the disturbance-activity, the daily variation geomagnetic component depends on the activity of various interference effects. Among others, effects of solar activity which is caused by solar wind and geomagnetic activity. Therefore, the characteristics of the daily variation geomagnetic component is fluctuating. In respect of the above expression, this paper discusses the daily variation prediction model examination in quiet and disturbance activity geomagnetic components. By using the correlations method through conditional gauss distribution and error model. The results of examined model describe daily variation component H, D and Z in the quiet and disturbed geomagnetic activities. From the test results obtained that in general the daily variations component of H is more stable than the components D and Z.

*Keywords: Prediction model, Geomagnetic component, Error model, Correlation*

## **ABSTRAK**

Akurasi model prediksi variasi harian komponen geomagnet bergantung pada kondisi aktivitas geomagnet tenang dan terganggu. Pada aktivitas geomagnet tenang variasi harian komponen geomagnet hanya dipengaruhi efek arus cincin. Sedangkan pada aktivitas geomagnet terganggu, variasi harian komponen geomagnet tergantung pada efek aktivitas berbagai gangguan, antara lain efek dari aktivitas matahari yang menyebabkan angin surya (*solar wind*) dan aktivitas geomagnet. Oleh karena itu karakteristik variasi harian komponen geomagnet berfluktuasi. Sehubungan ungkapan di atas pada tulisan ini dibahas pengujian model prediksi variasi harian komponen geomagnet pada aktivitas geomagnet tenang dan terganggu, dengan menggunakan metode korelasi melalui distribusi gauss bersyarat dan galat model. Hasil pengujian model melukiskan variasi harian komponen H, D dan Z pada aktivitas geomagnet tenang dan terganggu. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa variasi harian komponen H umumnya lebih stabil dibandingkan terhadap komponen D dan Z.

*Kata kunci: Model prediksi, Komponen geomagnet, Galat model, Korelasi*

## **1 PENDAHULUAN**

Akurasi model prediksi karakteristik variasi harian komponen geomagnet umumnya tergantung pada efek aktivitas gangguan yang berpengaruh. Karena model prediksi variasi harian komponen

geomagnet ditentukan sesuai efek aktivitas gangguan, maka tingkat akurasi model bergantung pada aktivitas gangguan yang berpengaruh pada saat tertentu. Apabila model ditentukan sesuai efek arus cincin, maka akurasi model ber-

fluktuasi disekitar perubahan variasi harian komponen geomagnet akibat efek arus cincin. Demikian pula untuk model-model prediksi yang ditentukan berdasarkan efek gangguan lain. Seperti model yang ditentukan berdasarkan efek gangguan badai magnet tidak bisa dibandingkan dengan model akibat efek arus cincin. Oleh karena itu, pengujian akurasi model prediksi harus dilakukan sesuai kondisi efek gangguan pada saat model ditentukan. Bila pengujian model prediksi dilakukan tidak sama dengan kondisi efek gangguan saat ditentukan, maka hasil pengujian yang diperoleh akan jauh berbeda dibandingkan hasil dengan kondisi efek gangguan yang sama.

Selanjutnya, efek variasi harian yang mempengaruhi variasi harian komponen geomagnet umumnya digolongkan dalam dua katagori yakni efek gangguan jangka panjang dan jangka pendek. Kategori pertama, gangguan jangka panjang akibat siklus aktivitas matahari yang dinyatakan bilangan *sunspot* berperiode sekitar 11 tahun. Kedua, aktivitas matahari jangka pendek yang bersifat periodik dan temporal. Gangguan jangka pendek yang berperiodik seperti efek akibat radiasi matahari dan gangguan sifatnya temporal akibat efek aktivitas *flare*, *Coronal Mass Ejection* (CME) dan *coronal hole*.

Oleh karena variasi harian komponen geomagnet jangka pendek dipengaruhi dampak gangguan berperiodik sehingga model yang ditentukan berdasarkan analisis Harmonik. Dengan demikian, model prediksi variasi harian komponen geomagnet jangka pendek ditentukan menggunakan sifat gangguan yang berperiodik dengan menggunakan metode analisis Harmonik yang dikaitkan periode 24 jam akibat radiasi matahari, periode 12 jam efek bulan dan periode 6 jam planetari (Habirun, 2009). Dalam penentuan model ini, efek-efek gangguan lain yang mempengaruhi variasi harian komponen geomagnet diabaikan.

Sehubungan uraian yang diungkapkan di atas, pada makalah ini dibahas

pengujian model prediksi variasi harian komponen geomagnet jangka pendek, yang ditentukan sesuai kondisi periodisitas gangguan dengan menggunakan metode perbandingan antara data prediksi dibandingkan data pengamatan. Kemudian pengujian dilanjutkan menggunakan korelasi dan galat. Korelasi dan galat ditentukan berdasarkan fungsi densitas distribusi Gauss bersyarat. Artinya, akurasi model prediksi dapat ditentukan, dengan syarat data pengamatan variasi harian komponen geomagnet diketahui. Metode pengujian model prediksi diuraikan pada titik 2.

## 2 METODE PENGUJIAN

Model prediksi variasi harian komponen geomagnet yang diuji menggunakan metode Harmonik analisis (Habirun, 2003) dan dikaitkan periode dominan variasi harian ber-periode 24 jam, 12 jam dan 6 jam. Fluktuasi variasi harian komponen geomagnet pada saat terjadi badai magnet, tidak diperhitungkan. Mengingat fluktuasi variasi harian komponen geomagnet pada saat badai magnet mempunyai multi pola.

Pengujian model menggunakan metode sederhana sesuai perhitungan fungsi korelasi dihitung oleh (Minamihata et al., 1984). Sedangkan perhitungan fungsi korelasi melalui rata-rata distribusi Gauss bersyarat dengan data variasi harian komponen geomagnet yang terbatas. Fungsi distribusi peluang bersyarat melalui proses acak  $x(t)$  dari distribusi Gauss dengan rata-rata  $\mu_0$  deviasi standar  $\sigma_0$  dan fungsi autokoralsi  $\rho(\tau)$ . Sesuai perubahan data keluaran model prediksi  $x_1$ , dengan syarat data pengamatan  $x_2$  diketahui. Fungsi densitas ditribusi peluang bersyarat Minamihara dan Otha (1988) dinyatakan persamaan (2-5):

$$P(x_2 / x_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_0} \sqrt{1-\rho(\tau)^2}} \exp\left\{-\frac{(x_2 - \mu_0 - (x_1 - \mu_0)\rho(\tau))^2}{2(\sqrt{1-\rho(\tau)^2})^2}\right\} \quad (2-1)$$

Rata-rata bersyarat persamaan (2-5) dengan  $\tau$  waktu pengamatan setiap jarak titik *sampling*, sehingga  $x(t)$  yang diambil dengan syarat  $\xi$ . Kemudian persamaan (2-1) diturunkan sehingga diperoleh rata-rata sebagai berikut;

$$m(\xi, \tau) = \int_{-\infty}^{\infty} x_2 P(x_2/x_1) dx_2 \Big|_{x_1=\xi} = (\xi - \mu_o) \rho(\tau) + \mu_o \quad (2-2)$$

Ruas kanan persamaan (2-2) terdapat fungsi korelasi  $\rho(\tau)$  model prediksi terhadap data pengamatan. Perhitungan korelasi secara terpisah dapat diperoleh melalui persamaan (2-3);

$$\rho(\tau) = \{m(\xi, \tau) - \mu_o\} / (\xi - \mu_o) \quad (2-3)$$

Sebagai informasi yang dihitung melalui persamaan (2-3), jika data pengamatan diamati secara acak dengan jumlah data yang terbatas, maka amplitudo yang dibentuk data pengamatan itu akan terpotong dengan batas atas  $\alpha_1$  dan batas bawah  $\alpha_2$ . Sedangkan rumusan perhitungan batas atas dan batas bawah ini tidak dibahas dalam uraian makalah ini.

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian prediksi menggunakan data variasi harian komponen geomagnet dari stasiun pengamat geomagnet LAPAN Biak. Data diolah berdasarkan harga rata-rata setiap bulan, yaitu hasil prediksi dari masing-masing komponen geomagnet dibandingkan terhadap data variasi harian komponen geomagnet dari pengamatan dan data beberapa bulan kedepan, tetapi masih dalam tahun dan kondisi yang sama. Kondisi akurasi model prediksi dibandingkan terhadap data pengamatan. Model prediksi dan prediksi lihat Gambar 3-1.

Selanjutnya, prediksi pada bulan Januari 2004 masing-masing komponen geomagnet dibandingkan terhadap beberapa bulan kedepan, terutama bulan Januari 2004, Maret 2004, Juli 2004 dan bulan Desember 2004 dan hasilnya dilihat Gambar 3-2 hingga Gambar 3-5.

Akurasi prediksi masing-masing bulan yang dinyatakan korelasi dan galat prediksi secara berurutan dapat dilihat pada Tabel 3-1 dan 3-2. Prediksi bulan Januari 2004 ditinjau terhadap korelasi beberapa bulan kedepan yang dihitung persamaan (2-3) dan hasilnya dinyatakan Tabel 3-1. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa pola variasi harian komponen H yang lebih stabil, dari pada komponen D dan Z. Berarti fluktuasi komponen D dan Z sangat bervariasi setiap bulan dan tidak menunjukkan pola yang sama. Oleh karena itu, korelasi komponen D terbesar sekitar 0.807 sampai dengan 0.321. Demikian pula korelasi komponen Z dari 0.601 hingga 0.274, berarti komponen Z mempunyai pola hampir sama, dengan prediksi terdapat pada bulan Juli 2004 (lihat Gambar 3-4).

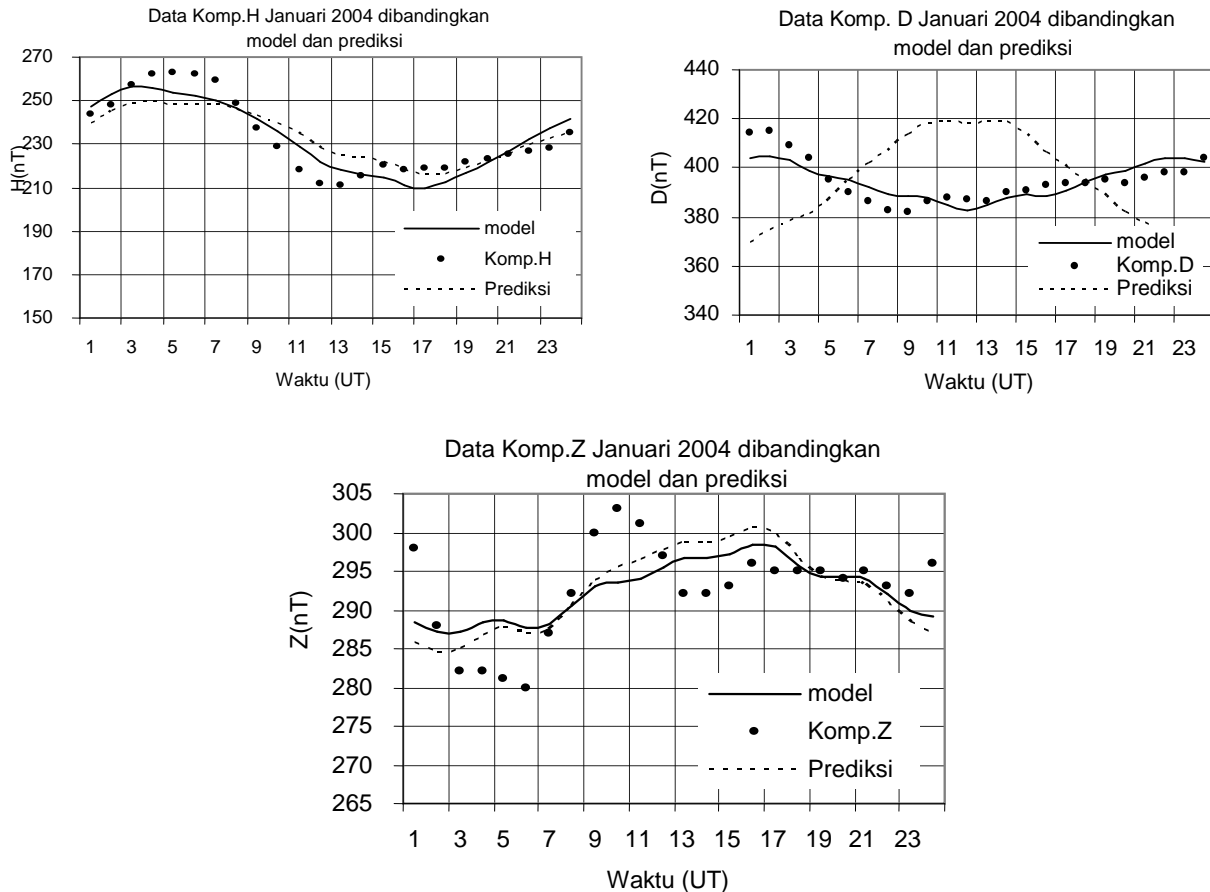
Pada Tabel 3-2 menyatakan galat prediksi, dihitung berdasarkan data pengamatan setiap bulan dari masing-masing komponen dikurangi terhadap prediksi variasi harian komponen geomagnet dipangkatkan dua kemudian dijumlahkan dan jumlah itu ditarik akarnya. Nilai galat prediksi dari masing-masing komponen geomagnet dibandingkan terhadap beberapa bulan kedepan. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3-2. Galat prediksi variasi harian komponen geomagnet dihitung melalui persamaan (2-3) dan hasilnya dinyatakan Tabel 3-2.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pola variasi harian komponen H lebih stabil karena variasi galatnya lebih kecil terhadap galat prediksi variasi harian komponen D dan Z. Fluktuasi galat prediksi variasi harian komponen D dan Z dari 19.69 nT sampai dengan 45.60 nT, berarti fluktuasi pola variasi harian komponen D dan Z sangat tidak stabil. Ini disebabkan pola variasi harian komponen geomagnet bulan Januari 2004 tidak sama dengan pola variasi harian komponen geomagnet bulan Juli maupun Desember 2004.

Selanjutnya, pada Gambar 3-2 hingga Gambar 3-5 perilaku variasi harian

komponen geomagnet yang berbeda-beda setiap komponen. Komponen H mempunyai pola korelasi positif kuat sesuai efek akibat arus cincin yang tergantung pada kondisi variasi harian. Sedangkan variasi harian komponen D umumnya mempunyai pola korelasi negatif, sehingga

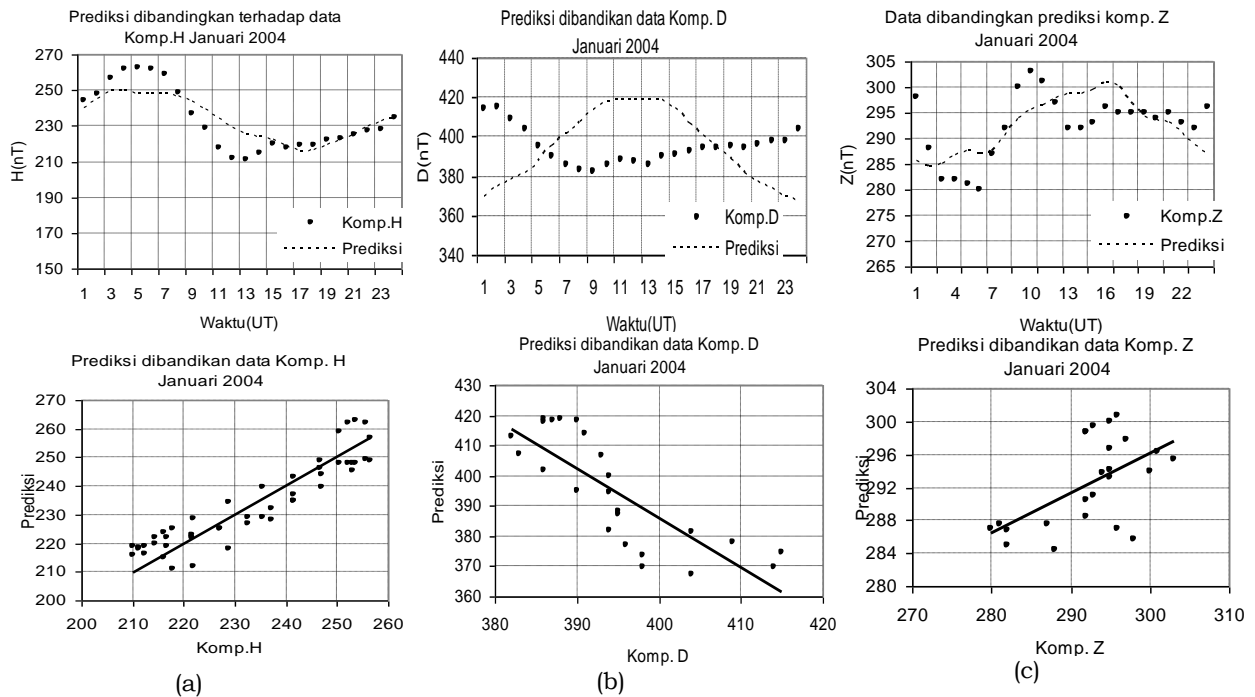
hasil prediksi terhadap data pengamatan menunjukkan pola yang bellawanan. Demikian pula untuk korelasi komponen Z menunjukkan hal yang sama terhadap komponen H tetapi korelasinya lemah, karena nilai korelasi yang cukup kecil (lihat Tabel 3-1 kolom komponen Z).



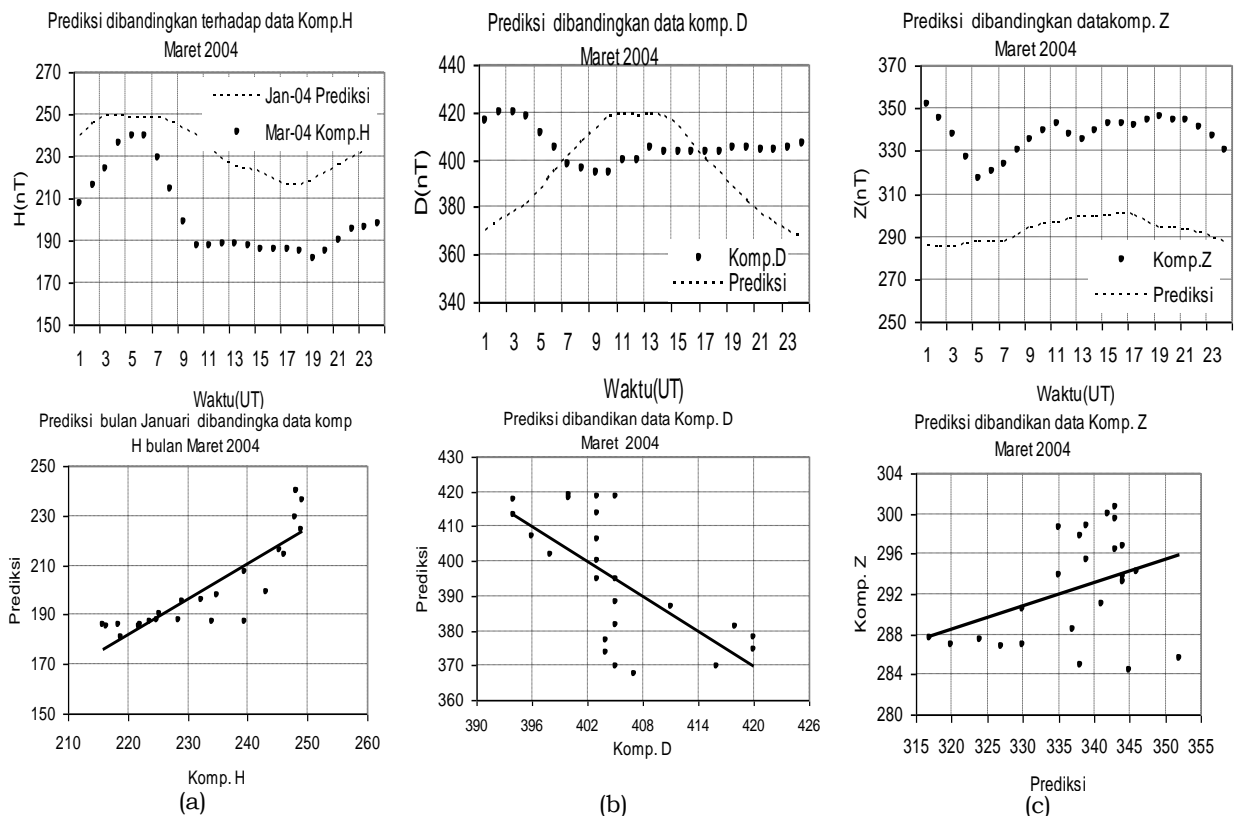
Gambar 3-1: Perbandingan antara model prediksi, data pengamatan dan prediksi variasi harian komponen H, D dan Z terhadap data pengamatan bulan Januari 2004 dari stasiun pengamat geomagnet Biak

Tabel 3-1: KORELASI PREDIKSI DARI JARUARI VERSUS DATA BULAN JANUARI HINGGA DESEMBER 2004 STASIUN BIAK

Bulan	Korelasi terhadap prediksi		
	H	D	Z
Januari	0.922	0.807	0.565
Maret	0.866	0.663	0.379
Juli	0.777	0.321	0.601
Desember	0.774	0.776	0.274



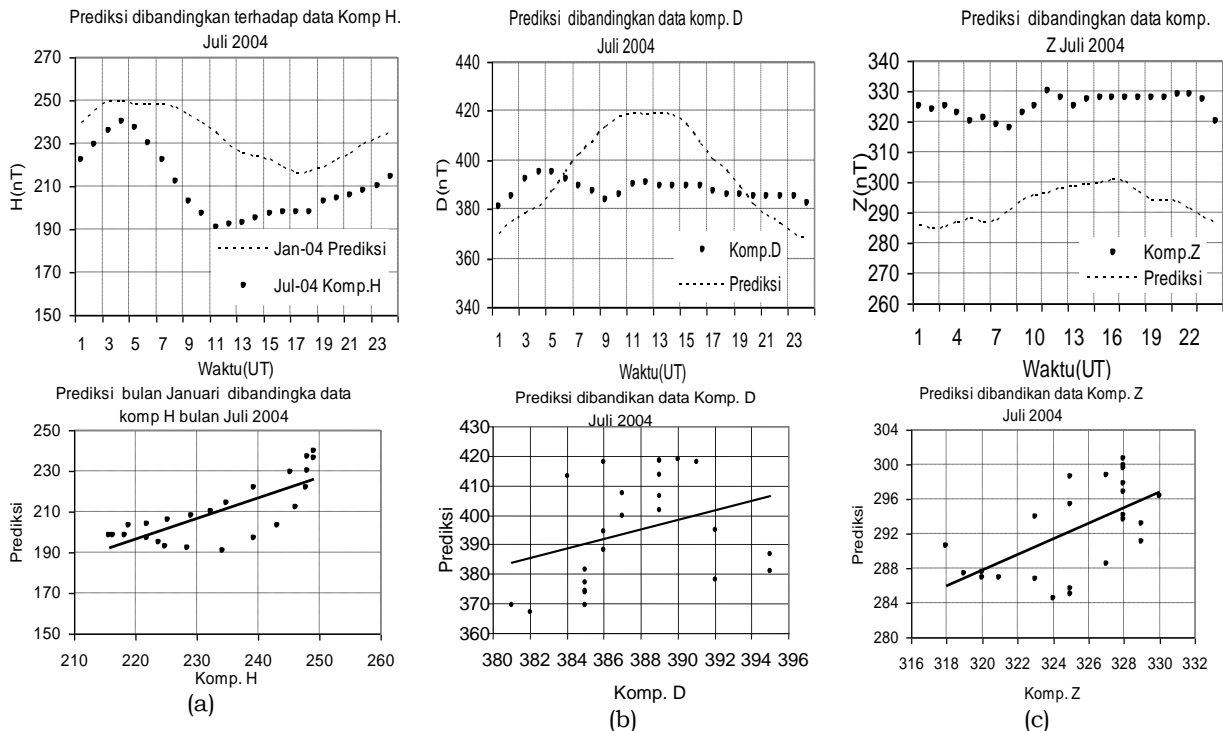
Gambar 3-2: (a) Prediksi variasi harian komponen H dibandingkan dengan data, (b) prediksi dengan data komponen D, (c) prediksi dengan data komponen Z pada bulan Januari 2004 dari stasiun pengamat geomagnet Biak



Gambar 3-3: (a) prediksi variasi harian komponen H dibandingkan data, (b) prediksi variasi harian komponen D dibandingkan data, (c) prediksi variasi harian komponen Z dibandingkan data pada bulan Januari 2004 terhadap data pengamatan bulan Maret 2004 dari stasiun pengamat geomagnet Biak

Tabel 3-2: GALAT PREDIKSI JANUARI DIBANDINGKAN TERHADAP DARI DATA BULAN JANUARI-DESEMBER 2004 STASIUN GEOMAGNET BIAK

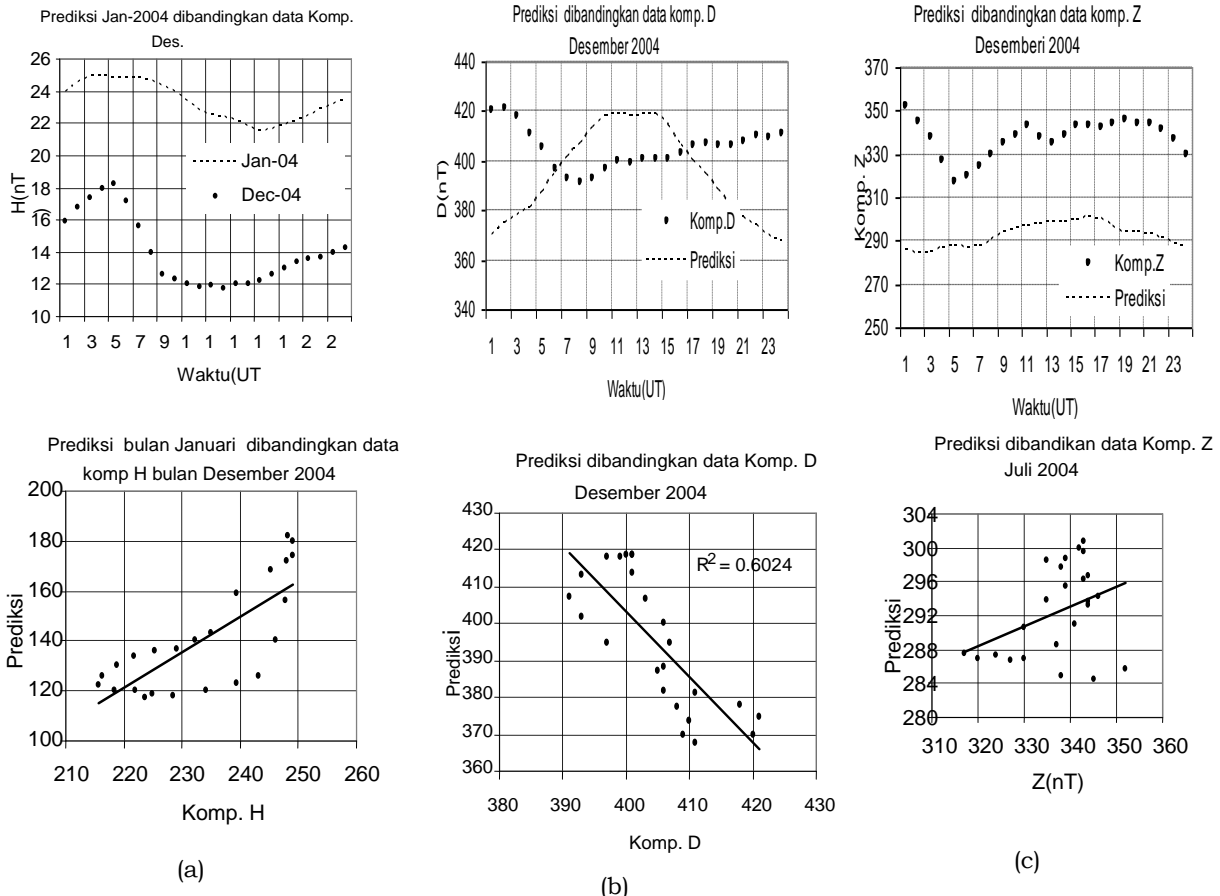
Bulan	Galat terhadap prediksi (nT)		
	H	D	Z
Januari	15.28	19.87	17.10
Maret	14.19	20.13	45.60
Juli	14.48	19.69	33.07
Desember	11.84	20.12	13.23



Gambar 3-4: (a) prediksi variasi harian komponen H dibandingkan data, (b) prediksi variasi harian komponen D dibandingkan data, (c) prediksi variasi harian komponen Z dibandingkan data pada bulan Januari 2004 terhadap data pengamatan bulan Juli 2004 dari stasiun pengamat geomagnet Biak

Berdasarkan pola variasi harian komponen geomagnet dari Gambar 3-1 sampai dengan Gambar 3-5 menunjukkan bahwa data variasi harian komponen H terhadap prediksinya berkorelasi positif. Sedangkan data variasi harian komponen D dibandingkan terhadap prediksinya umumnya berkorelasi negatif, artinya

data variasi harian komponen D turun dan prediksinya naik. Demikian pula untuk variasi harian komponen Z terhadap prediksinya terlihat berkorelasi positif lemah, karena kenaikan data variasi harian komponen Z tidak sama besarnya dengan kenaikan hasil prediksinya.



Gambar 3-5: (a) prediksi variasi harian komponen H dibandingkan data, (b) prediksi variasi harian komponen D dibandingkan data, (c) prediksi variasi harian komponen Z dibandingkan data pada bulan Januari 2004 terhadap data pengamatan bulan Desember 2004 stasiun pengamat geomagnet Biak

#### 4 KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa hasil pola variasi harian komponen H lebih stabil, karena variasi galatnya lebih kecil dibandingkan terhadap galat prediksi variasi harian komponen D dan Z. Fluktuasi galat prediksi variasi harian komponen D dan Z dari 19.69 nT sampai dengan 45.60 nT, berarti fluktuasi pola variasi harian komponen D dan Z sangat tidak stabil. Berarti pola variasi harian komponen geomagnet pada bulan Januari 2004 tidak sama dengan pola pada bulan Juli maupun Desember 2004. Data variasi harian komponen D terhadap prediksinya pada umumnya berkorelasi negatif, artinya data variasi harian komponen D turun dan prediksinya naik. Demikian pula untuk variasi harian komponen Z terhadap prediksinya terlihat berkorelasi positif lemah, karena kenaikan data variasi harian komponen Z tidak sama besarnya dengan kenaikan hasil prediksinya.

#### DAFTAR RUJUKAN

- H. Minamihata et al., 1984. *J. Sound & Vibration*, 95, 325 in Japanese.
- Habirun, 2003. *Model Variasi H Medan Magnet Bumi Menggunakan Analisis Deret Fourier*, Proceedings Forum Teori dan Aplikasi Statistika, Jurusan Statistika FMIPA Unisba, Vol 3.
- Habirun, 2009. *Prediksi Variasi Harian Komponen H Regional Menggunakan Analisis Harmonik*, Buku Ilmiah ISBN 978-602-8564-08-3 diterbitkan LAPAN Jakarta bulan Januari.
- Minamihara dan Otha, 1988. *A Detection Method of The Correlation Function and Frequency Spectrum for Random Noise or Vibration With an Amplitude Limitation*, Proceedings of The First Indonesia-Japan Joint Meeting on Acoustics & Microwaves August 10-12 Bandung Indonesia.





