

# Studi Model Variasi Harian Komponen H Berdasarkan Pola Hari Tenang

**Habirun**

Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN  
Bidang Aplikasi Geomagnet dan Magnet Antariksa  
Jl. Dr. Junjunan No. 133 Bandung 40173

## Abstrak

Studi model karakteristik variasi harian komponen H geomagnet pola hari tenang akibat pengaruh berbagai aktivitas gangguan. Terutama aktivitas gangguan jangka panjang akibat dari gaya gravitasi luar, terutama seperti dari matahari dan bulan, dapat menggerakan atmosfer bumi, tetapi sumber energi terbesar bagi penggerak udara adalah radiasi matahari. Sehubungan sejumlah besar energi dilepaskan oleh matahari dalam bentuk radiasi gelombang elektromagnetik ke seluruh antariksa. Radiasi yang dilepaskan tersebut menjalar melalui ruang antar planet dan sebagian kecil sampai ke bumi, memasuki atmosfer atas dan seterusnya hingga permukaan tanah dan laut. Dengan ungkapan di atas maka variasi harian komponen H geomagnet pola hari tenang dalam selang waktu jangka pendek berfluktuasi dan berosilasi. Osilasi variasi harian komponen H pola hari tenang tersebut akibat dampak pengaruh gelombang pasut diurnal dan gelombang pasut semi diurnal. Berdasarkan fluktuasi dan osilasi variasi harian komponen H tersebut maka dapat digunakan sebagai dasar studi penentuan model variasi harian komponen H geomagnet pola hari tenang, menggunakan metode time series analisis dan Harmonik analisis. Hasil studi model variasi harian komponen H pola hari tenang dari kedua metode menunjukkan bahwa akurasi model menggunakan metode time series analisis sekitar 95 %, dengan galat terkecil sebesar 1.628 nT dan terbesar sekitar 2.216 nT. Sedangkan menggunakan metode analisis Harmonik sekitar 80 % dengan galat terkecil sebesar 4.828 nT dan terbesar sekitar 8.179 nT.

**Kata kunci :** Studi model, variasi harian komponen H, hari tenang, osilasi, Harmonik, time series.

## 1. PENDAHULUAN

Dengan karakteristik variasi harian komponen H geomagnet pola hari tenang menggunakan model yang dibangun berdasarkan dua metode yakni analisis Harmonik dan metode time series analisis. Identifikasi model dilakukan berdasarkan data variasi harian komponen H pola hari tenang stasiun pengamatan geomagnet Biak melalui pola data pengamatan. Sedangkan model yang dibangun menggunakan metode analisis Harmonik dikaitkan dengan dampak gelombang pasut atmosfer akibat variasi harian komponen H berperiode 12 jam, 24 jam dan periode harmoniknya. Kemudian data yang

sama variasi harian komponen H pola hari tenang sesuai pola data pengamatan dibangun kembali menggunakan metode time series analisis. Hasil studi yang dikemukakan dalam uraian ini hanya ditunjukkan pola dinamika variasi harian komponen geomagnet pola hari tenang dari data pengamatan. Terutama variasi harian komponen H pada saat membentuk pola-pola yang dapat diidentifikasi dengan kedua metode di atas. Sedangkan variasi harian komponen H geomagnet yang tidak mempunyai pola tertentu khususnya pada kondisi variasi harian komponen H geomagnet dipengaruhi dampak gangguan badai geomagnet modelnya tidak diidentifikasi. Hasil analisis model variasi harian komponen H pada uraian ini dikemukakan studi model variasi harian komponen H geomagnet berdasarkan pola variasi hari tenang. Pola variasi harian komponen H geomagnet yang diidentifikasi modelnya terbatas pada variasi harian komponen H yang mempunyai pola tetap.

Hasil-hasil analisi model yang diungkapkan dalam uraian ini terbatas pada penggunaan metode analisis Harmonik dengan dikaitkan dampak gelombang pasut atmosfer dan time series analisis berdasarkan pola data pengamatan. Data yang digunakan untuk identifikasi model variasi harian komponen H berdasarkan pola variasi harian komponen H pola hari tenang. Sedangkan pendekatan model menggunakan metode time series analisis berdasarkan pola data pengamatan terhadap urutan waktu.

## **2. HASIL STUDI MODEL VARIASI HARIAN KOMPONEN H GEOMAGNET**

Hasil analisis identifikasi model variasi harian komponen H geomagnet menggunakan kedua metode di atas dapat diuraikan pada bagian ini. Dengan dimulai dari hasil identifikasi model variasi harian komponen H pola hari tenang yang berosilasi menggunakan analisis Harmonik berdasarkan dampak radiasi matahari. Kemudian dilanjutkan dengan model variasi harian komponen H pola hari tenang dari pengamatan menggunakan metode time series analisis.

### **2.1. Studi Model Variasi Harian Komponen H Menggunakan Analisis Harmonik**

Sehubungan variasi harian komponen H sangat kompleks dan berfluktuasi maka analisis model variasi harian komponen H geomagnet pola hari tenang digunakan analisis Harmonik dengan tidak memperhatikan pola-pola kondisi yang ekstrim. Berarti yang diperhatikan dan dianalisis adalah kondisi-kondisi yang berperiodik, sedangkan

pola-pola yang ekstrim dalam analisis ini dianggap sebagai gangguan. Oleh karena itu akurasi model akan tergantung dari kestabilan pola hari tenang data pengamatan yang diperoleh. Metode analisis Harmonik variasi harian komponen H pola hari tenang yang digunakan adalah

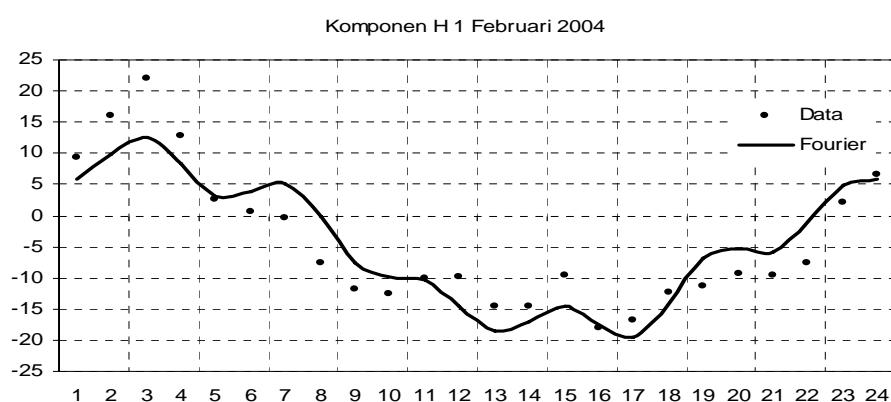
$$\begin{aligned} Y_t &= A_o + \sum_{n=1}^l A_n \cos\left(\frac{n\pi t}{T_p} - P_n\right) + \varepsilon_t \\ \dots \quad (2.1) \quad Y_t &= A_o + \sum_{n=1}^l a_n \cos\left(\frac{n\pi t}{T_p}\right) + \sum_{n=1}^l b_n \sin\left(\frac{n\pi t}{T_p}\right) + \varepsilon_t \\ A_n &= \sqrt{a_n^2 + b_n^2} \\ P_n &= \arctan\left(-\frac{b_n}{a_n}\right) \quad , \quad a > 0 \end{aligned}$$

Hasil studi identifikasi model variasi harian komponen H pola hari tenang dengan menggunakan analisis Harmonik persamaan (2.1) dinyatakan pada gambar 2.1, merupakan perbandingan antara data pengamatan terhadap model yang dinyatakan data 1 Februari 2004. Sedangkan perbandingan antara data pengamatan terhadap model variasi harian komponen geomagnet selama bulan Februari 2004 dapat dilihat pada gambar 2.2. Pada gambar 2.2 terlihat suatu fluktuasi data variasi harian komponen H geomagnet yang sangat kompleks pada pertengahan bulan Februari 2004 akibat adanya peristiwa badai magnet. Dengan data solar wind yang membesar naik dan variasi komponen H yang menurun akibat tekanan angin matahari (solar wind) yang sangat kuat (lihat gambar 2.3) sehingga model variasi harian komponen H terutama menggunakan metode analisis Harmonik (lihat gambar 2.2) tidak dapat mengikuti fluktuasi variasi harian komponen H pada saat badai magnet Meloni et al (2005).

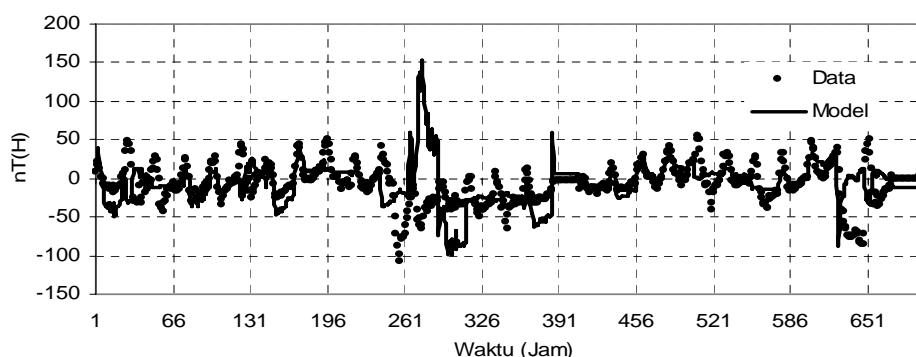
Fluktuasi variasi harian komponen H geomagnet pertengahan bulan Februari 2004 pada gambar 2.2 menunjukkan dampak badai magnet. Akibat meningkatnya kecepatan solar wind yang bertiup menuju kepermukaan bumi yang dinyatakan angin matahari. Peningkatan kecepatan solar wind tersebut menyebabkan penurunan variasi harian komponen H pada saat terjadinya badai magnet. Oleh karena itu identifikasi model variasi harian komponen H menggunakan analisis Harmonik, tetapi model ini pada saat terjadi badai magnet menyebabkan akurasinya penurunan. Jadi penggunaan model variasi harian komponen H geomagnet melalui analisis Harmonik dapat

digunakan pada saat tidak terjadi badai magnet. Kalau terjadi badai magnet model variasi harian komponen H geomagnet pada saat ini masih proses dalam kajian.

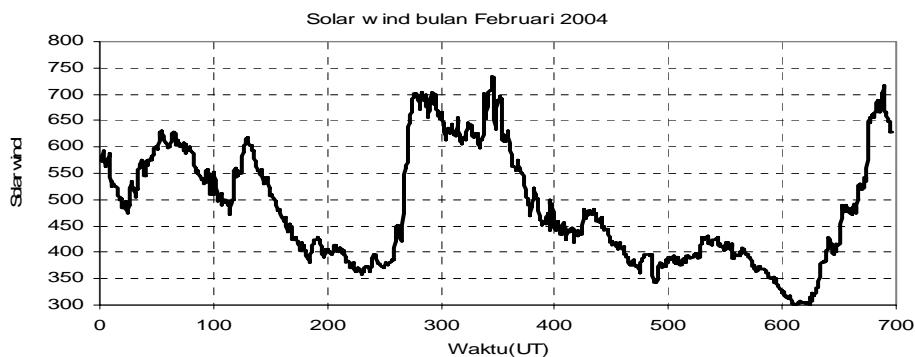
Selanjutnya, data variasi harian komponen H pola hari tenang yang dinyatakan pada gambar 2.1 dan gambar 2.2 di atas kemudian dianalisis kembali dengan menggunakan metode time series analisis dan hasilnya dapat dilihat pada gambar 2.4 dan gambar 2.5. Sebelum dilanjutkan analisis studi model variasi harian komponen H pola hari tenang terlebih dahulu diungkapkan metode time series analisis yang diuraikan pada bagian 2.2. Dengan syarat-syarat penggunaan metode time series analisis dapat dilihat pada makalah (Habirun, 2007)



**Gambar 2.1:** Perbandingan antara model variasi harian komponen H pola hari tenang terhadap data pengamatan dari stasiun pengamat geomagnet Biak 1 Februari 2004 menggunakan analisis Harmonik



**Gambar 2.2:** Perbandingan antara model variasi harian komponen H pola hari tenang terhadap data pengamatan dari stasiun pengamat geomagnet Biak bulan Februari 2004 menggunakan analisis Harmonik



**Gambar 2.3:** Data variasi harian kecepatan solar wind (angin matahari) pada bulan Februari 2004

## 2.2. Studi Model Variasi Harian Komponen H Menggunakan Analisis Time Series

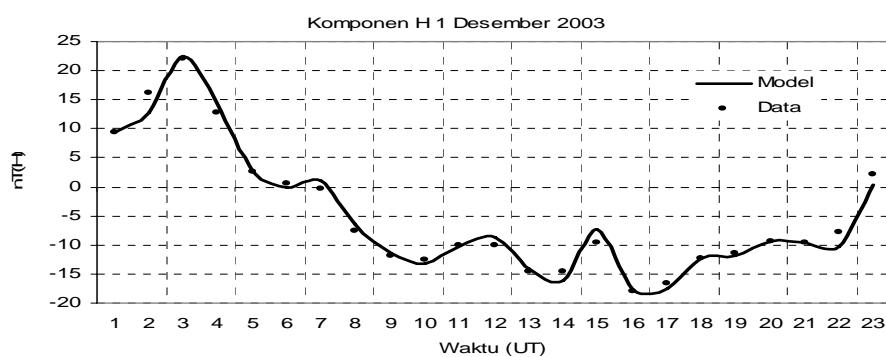
Prediksi menggunakan model-model time series analisis pada variasi harian komponen geomagnet umumnya tidak mengikuti kondisi gelombang pasut atmosfer, yang dianalisis melalui model analisis Harmonik maupun model hubungan sebab akibat atau hubungan qausal. Tetapi model time series analisis mengikuti perilaku data pengamatan variasi harian geomagnet cukup dinamis apabila dibandingkan terhadap model analisis Harmonik yang dibicarakan sebelumnya. Metode Analisis Time Series dapat dinyatakan secara umum dijabaran sebagai berikut;

$$X(t) = \phi_1 X(t-1) + \phi_2 X(t-2) + \theta_1 U(t-1) + \theta_2 U(t-2) + U(t) , t = 1, 2, 3, \dots \\ \dots \quad (2.2)$$

dengan  $\phi$  dan  $\theta$  konstanta-konstanta model serta  $U(t)$  galat model pada waktu ke-t. Perhitungan konstanta-konstanta model persamaan (2.2) menggunakan matriks korelasi dari metode analisis time series (Habirun, 2007).

Untuk lebih jelasnya penggunaan metode pada persamaan (2.2) digunakan data variasi harian komponen H pola hari tenang dari stasiun pengamat geomagnet Biak 1Desember 2004 dan hasilnya dapat dilihat pada gambar 2.4. Hasil analisis model yang dinyatakan pada gambar 2.4 menunjukan akurasi model variasi harian komponen H pola hari tenang sangat memuaskan dan karakteristik data variasi harian berdasarkan data variasi harian komponen H pola hari tenang dari stasiun pengamat geomagnet Biak. Kajian hasil studi yang dinyatakan pada gambar 2.2 masih diperlukan suatu analisis yang lebih akurat dalam fluktuasi penurunan sekitar 110 nT tersebut. Dan kajian itu

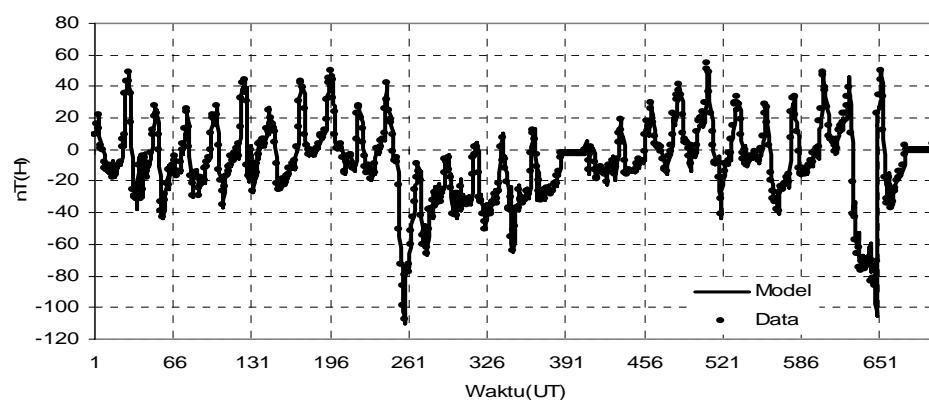
rupanya mengarah pada model-model time series, yang digunakan untuk studi model variasi harian komponen H geomagnet pola hari tenang yang lebih stabil, mengingat model time series analisis bila digunakan untuk memprediksi variasi harian komponen H pada umumnya tidak stabil. Karena dipengaruhi pergerakan acak berjalan (*random walk*) maka dari itu diperlukan suatu bobot yang menstabilkan model sehingga dapat mengikuti karakteristik variasi harian komponen H geomagnet pola hari tenang dari data pengamatan. Pembobotan model tersebut dilakukan melalui variasi data pengamatan terhadap rata-rata, sehingga bila terjadi fluktuasi maka fluktuasi tersebut dapat dieliminasi oleh bobot yang terbentuk. Dengan demikian model yang dinamis tersebut dapat digunakan untuk memprediksi variasi harian komponen H geomagnet pola hari tenang pada setiap kondisi.



**Gambar 2.4:** Perbandingan antara model variasi harian komponen H geomagnet pola hari tenang terhadap data pengamatan 1 Desember 2003 dari stasiun pengamat geomagnet Biak dengan menggunakan metode Analisis Time Series.

Berkaitan dengan uraian di atas maka pada uraian ini dikemukakan hasil studi model variasi harian komponen H pola hari tenang menggunakan analisis time series dan hasilnya dapat dilihat pada gambar 2.4. Hasil studi model pada gambar 2.4 berdasarkan data yang sama terhadap hasil studi yang dinyatakan pada gambar 2.2. Dari kedua hasil studi model tersebut menunjukkan bahwa model variasi harian komponen H pola hari tenang yang lebih akurat adalah menggunakan metode time series analisis. Karena studi madel menggunakan metode time series analisis berdasarkan karakteristik variasi harian komponen H pola hari tenang melalui perilaku penyebaran data pengamatan variasi harian komponen H pola hari tenang. Sedangkan studi model menggunakan analisis Harmonik melalui karakteristik variasi harian

komponen H pola hari tenang hanya berdasarkan akibat dampak gelombang pasut diurnal berperiode 24 jam dan gelombang pasut semi diurnal berperiode 12 jam. Dengan tidak memperhitungkan fluktuasi ekstrim variasi harian komponen H pola hari tenang dari data tengamatan. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa akurasi model menggunakan metode analisis Harmonik lebih rendah dibandingkan terhadap akurasi model menggunakan metode time series analisis.



**Gambar 2.5:** Perbandingan antara model variasi harian komponen geomagnet pola hari tenang terhadap data pengamatan dari stasiun pengamatan geomagnet Biak bulan Februari 2004

Perlu diketahui bahwa studi model variasi harian komponen H pola hari tenang yang diuraikan di atas bertujuan untuk digunakan memprediksi variasi harian komponen H geomagnet pola hari tenang atau memprediksi variasi harian komponen H geomagnet. Karena data dampak variasi harian komponen H ini cukup banyak yang memerlukan, terutama berkaitan dengan bidang eksplorasi geofisika dan survey geologi serta dapat melengkapi akurasi model-model dari penelitian ionosfer dan atmosfer. Karena dampak fluktuasi variasi harian komponen H geomagnet ini menunjukkan suatu indikasi pengaruh gangguan yang berasal dari eksternal maupun internal mempengaruhi medan magnet bumi maka dampak gangguan tersebut sehingga peneliti yang terkait sangat diperlukan. Seperti peneliti-peneliti yang bergerak dibidang komunikasi, navigasi dan penggunaan GPS (Global Possioning System) untuk penentuan posisi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

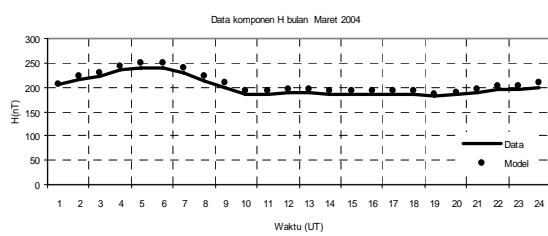
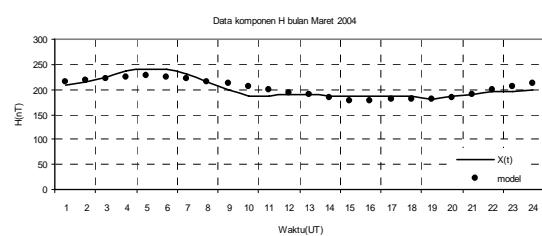
Dari ungkapan pada pasal 2 di atas maka dalam bagian ini, semua hasil-hasil studi model variasi harian komponen H geomagnet pola hari tenang menggunakan kedua metode masing-masing dilakukan evaluasi. Hasil evaluasi akurasi model variasi harian komponen H geomagnet pola hari tenang melalui rata-rata dan galat model dari kedua metode dapat dilihat pada tabel 3.1. Dengan berdasarkan data variasi harian komponen H pola hari tenang dari stasiun pengamat geomagnet Biak mulai bulan Maret 2004 sampai dengan bulan September 2004.

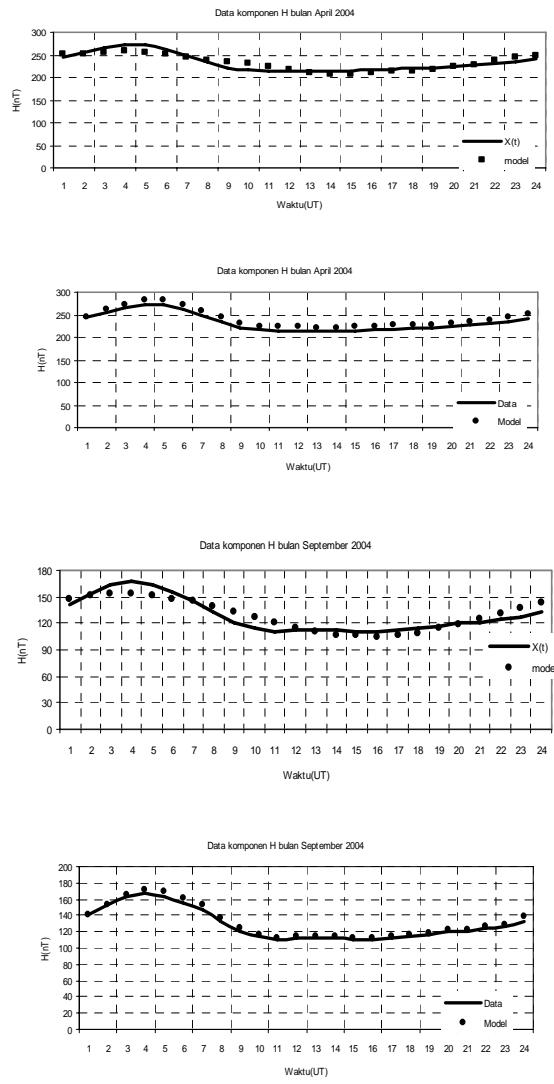
**Tabel 3.1:** EVALUASI AKURASI MODEL VARIASI HARIAN KOMPONEN H GEOMAGNET TAHUN 2004 MELALUI HASIL ANALISIS RATA-RATA DAN GALAT DARI STUDI MODEL KEDUA METODE

No	Bulan	Model		Rata-rata Data	Analisis Time Series	
		Analisis Harmonik	Rata-rata		Galat	Rata-rata
1	2	3	4	5	6	7
1	Maret	201.244	6.315	201.250	207.913	2.216
2	April	231.741	8.164	323.793	241.397	2.184
3	Mei	240.701	4.828	240.708	249.341	2.054
4	Juni	225.659	6.727	225.667	234.163	2.114
5	Juli	209.785	6.388	209.792	217.263	1.925
6	Agustus	127.910	6.780	127.917	129.945	1.628
7	September	129.034	8.179	129.042	131.680	1.761

Dengan hasil evaluasi akurasi model variasi harian komponen H geomagnet pola hari tenang pada tabel 3.1 di atas menunjukkan bahwa akurasi model menggunakan metode time series analisis lebih akurat dari pada akurasi model menggunakan metode analisis Harmonik, lihat perbandingan galat model pada kolom 4 dan kolom 7. Berarti fluktuasi model time series analisis mengikuti dan mendekati variasi harian komponen H geomagnet dari data pengamatan. Sedangkan model variasi harian komponen H menggunakan metode analisis Harmonik tidak begitu mendekati variasi harian komponen H dari data pengamatan (lihat gambar 2.5). Dengan galat model variasi harian komponen H pola hari tenang menggunakan metode analisis Harmonik yang terkecil sebesar 4.828 nT dan terbesar sekitar 8.179 nT. Sedangkan galat model variasi harian komponen H pola hari tenang menggunakan metode time series analisis yang diperoleh adalah terkecil sebesar 1.628 nT dan terbesar sekitar 2.216 nT.

Melalui hasil analisis identifikasi model variasi harian komponen H geomagnet pola hari tenang menggunakan metode analisis Harmonik secara umum dapat digunakan untuk memprediksi variasi harian komponen H pola hari tenang dengan akurasi sekitar 80 %. Sedangkan identifikasi model variasi harian komponen H pola hari tenang menggunakan metode time series analisis dan akurasinya sekitar 95 %. Dari kedua hasil identifikasi model tersebut secara umum masing-masing metode mempunyai keunggulan dan kelemahan sehingga model prediksi tidak dapat dipergunakan sepenuhnya untuk memprediksi. Terutama identifikasi model menggunakan analisis Harmonik dapat digunakan untuk memprediksi pada kondisi variasi harian komponen H stabil dan mempunyai pola yang tetap. Sedangkan identifikasi model menggunakan time series analisis dapat digunakan memprediksi pola-pola yang sangat dinamis dan akurasinya tergantung pada pola data sebelumnya sehingga bila data polanya berubah maka tidak akan mengikuti pola yang berubah itu.





**Gambar 2.5:** Perbandingan antara model variasi harian komponen H pola hari tenang menggunakan metode analisis Harmonik (panel kiri) dan menggunakan metode time series analisis (panel kanan)

#### 4. KESIMPULAN

Sehubungan penggunaan kedua metode yang diuraikan pada makalah ini, sehingga diperoleh akurasi model variasi harian komponen H pola hari tenang menggunakan metode analisis Harmonik dengan galat model yang terkecil sebesar 4.828 nT dan terbesar sekitar 8.179 nT. Selain itu model variasi harian komponen H pola hari tenang dapat pula digunakan untuk memprediksi variasi harian komponen H pola hari tenang. Dengan akurasi memprediksi sekitar 80 %, hasil prediksi mendekati barisan penyebaran data pengamatan. Kelemahan penggunaan metode ini pada saat

variasi harian komponen H pola hari tenang dipengaruhi badai magnet akurasi model menurun, demikian pula dipengaruhi gangguan acak berjalan. Sedangkan penggunaan metode time series analisis, diperoleh akurasi model variasi harian komponen H pola hari tenang yang dinyatakan galat model yang terkecil sebesar 1.628 nT dan terbesar sekitar 2.216 nT. Demikian pula digunakan untuk memprediksi variasi harian komponen H pola hari tenang, dengan akurasi memprediksi sekitar 95 % hasil prediksi mendekati penyebaran data pengamatan. Kelemahan metode time series analisis yang digunakan pada data variasi harian komponen H pola hari tenang, model variasi hari komponen H pola hari tenang mengikuti proses random walk (acak berjalan) tidak dapat dilakukan

## DAFTAR PUSTAKA

Habirun, Titiek Setiawati, Yaya Karyanto., (2007). "Pengembangan Model Prediksi Indeks K Geomagnet". *Journal of Aerospace Sciences*, Vol. 4 No. 2 Juni, Hal. 74 – 90 LAPAN Jakarta.

Meloni A., De Michelis P., and Tozzi R., (2005). "Geomagnetic storms, dependence on solar and interplanetary phenomena": a review, *Men.*, S.A., Lt., Vol. 76.882 @ Salt 2005.

Habirun, Rachyany, S., dan Santoso A., 2004. *Prediksi MOF dan LOF quasi real time pada sirkit komunikasi Manado-Sumedang*. Proceedings The International Conference on Statistics and Mathematics and Its Applications in the Development of Science and Technology, Edisi Khusus Volume 4 No.2 69-74 Bandung Indonesia.