

IDENTIFIKASI MODEL FLUKTUASI INDEKS K HARIAN MENGGUNAKAN MODEL ARIMA (2.0.1)

Habirun
Peneliti Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN

ABSTRACT

The geomagnetic disturbance level called geomagnetic index. Based on the latitude, geomagnetic index for high to intermediate latitude is Kp index and for equator area is Dst index. For a certain location it is called local geomagnetic index, K index. Fluctuation of geomagnetic index is one of information that describes condition of space weather. Based on the above condition, this paper discusses identification of daily K index fluctuation model using Auto Regression Integrated Moving Average-ARIMA (2.0.1), 2, 0, and 1 order. Using observation data and reconstruction of four days data, it is found ARIMA (2.0.1) model 2, 0, and 1 order. Both model are validated, calculating errors and pattern correlation. Model validation result using observational data, showed the error of 2.18 and the pattern correlation of 0.99940. Model validation using reconstruction data, showed the error of 0.3582 and the pattern correlation of 0.9988.

ABSTRAK

Tingkat gangguan geomagnet (medan magnet bumi) disebut indeks geomagnet. Apabila indeks geomagnet ditinjau berdasarkan lintang maka indeks geomagnet dari lintang tinggi hingga menengah adalah indeks Kp dan untuk daerah ekuator indeks Dst. Pada lokasi tertentu dinyatakan dengan indeks K geomagnet lokal. Fluktuasi indeks geomagnet merupakan salah satu informasi yang menunjukkan kondisi cuaca antariksa. Berdasarkan kondisi itu pada makalah ini dibahas identifikasi model fluktuasi indeks K harian menggunakan model *Auto Regression Integrated Moving Average-ARIMA* (2,0,1) orde 2, 0, dan 1. Menggunakan data pengamatan dan data rekonstruksi dari rata-rata empat harian, diperoleh model ARIMA (2,0,1), orde 2, 0, dan 1. Kedua model yang diperoleh tersebut divalidasi dengan menghitung galat dan korelasi pola. Hasil validasi model dengan data pengamatan mempunyai galat 2.18 dengan korelasi pola 0.99940. Validasi model dengan data rekonstruksi mempunyai galat 0.3582 dengan korelasi pola 0.9988.

Kata kunci: *indeks geomagnet, model fluktuasi, ARIMA*

1 PENDAHULUAN

Aktivitas berbagai gangguan medan magnet bumi (geomagnet) mempengaruhi lapisan ionosfer, oleh karena itu geomagnet dan lapisan ionosfer berkorelasi positif dalam interval waktu jangka pendek. Artinya apabila aktivitas medan magnet bumi meningkat maka fluktuasi karakteristik frekuensi kritis foF2 lapisan ionosfer juga bertambah. Salah satu aktivitas gangguan yang

mempengaruhi kedua fenomena itu adalah dari matahari seperti dampak aktivitas *flare*. Pada saat terjadi *flare* letupan partikel-partikel yang berenergi tinggi dari matahari yang menjalar begitu kuatnya dalam ruang antar planet menuju permukaan bumi bernama angin matahari (solar wind). Dalam penjarannya angin matahari berinteraksi dengan magnetosfer bumi melalui proses rekoneksi sehingga menyebabkan terjadinya transfer energi dengan magnetosfer bumi. Akibatnya terjadi presipitasi partikel-partikel berenergi. Kondisi tersebut memicu timbulnya badai magnet maupun badai ionosfer melalui kopling magnetosfer-ionosfer. Tingkat aktivitas gangguan geomagnet akibat proses interaksi tersebut dampaknya dinyatakan dengan tingkat aktivitas geomagnet (indeks geomagnet). Aktivitas geomagnet seperti ini bila ditinjau dalam satu lokasi tertentu maka indeks geomagnet dimaksud adalah indeks geomagnet lokal dengan dinyatakan indeks K geomagnet. Demikian pula peristiwa itu bila ditinjau terhadap lintang geografis maka indeks Kp geomagnet menunjukkan indeks geomagnet dari lintang menengah hingga lintang tinggi dan indeks Dst menyatakan indeks geomagnet daerah ekuator.

Variasi harian geomagnet di ruang antar planet erat kaitannya dengan perilaku media ionosfer, karena geomagnet dan media ionosfer keduanya dipengaruhi oleh dampak aktivitas matahari. Akibat dampak aktivitas matahari menyebabkan terjadinya aktivitas partikel-partikel netral, juga partikel-partikel bermuatan listrik yaitu elektron-elektron dan ion-ion bebas pada media ionosfer sebagai hasil ionisasi radiasi matahari maka gerak partikel-partikel bermuatan menimbulkan arus listrik yang menyebabkan variasi medan magnet bumi (Ruhimat, et al., 2001). Kondisi yang demikian berdampak pula pada aktivitas geomagnet lokal yang dinyatakan indeks K serta mempengaruhi penjaran gelombang radio pada lapisan ionosfer (Sugeng, 1994).

Berkaitan dengan itu dampak aktivitas gangguan badai magnet pada medan magnet bumi khususnya indeks K geomagnet berfluktuasi. Demikian pula peristiwa terjadi pada lapisan ionosfer dalam interval waktu tidak begitu lama tetapi dapat menyebabkan perubahan karakteristik frekuensi kritis foF2 lapisan ionosfer. Perubahan ini berlangsung dalam interval waktu dari beberapa jam kadang-kadang hingga hari, kemudian lapisan ionosfer normal kembali seperti semula. Peristiwa tersebut dikemukakan oleh Suhartini (1999) dengan mengkaji dampak *flare* tanggal 21 dan 25 bulan Agustus 1998 yang menimbulkan adanya badai magnetik setelah 23 jam pada medan magnet bumi dan lapisan ionosfer. Pada peristiwa *flare* tersebut menyebabkan penurunan foF2 lapisan ionosfer wilayah Sumedang dan MUF (Maximum Usable Frequency) pada komunikasi Manado-Sumedang hingga sebesar 25 % dari harga mediannya.

Sehubungan dengan hal tersebut di atas pada makalah ini dibahas identifikasi model fluktuasi indeks K geomagnet menggunakan model *Auto Regression Integrated Moving Average - ARIMA (2.0.1)* dengan orde 2, 0, dan 1. Analisis identifikasi model dilakukan berdasarkan fluktuasi indeks K geomagnet dari data pengamatan dan indeks K rekonstruksi atau rata-rata setiap empat harian untuk mengurangi akibat dampak pengaruh acak indeks K geomagnet. Pada analisis konstanta-konstanta model dilakukan perhitungan dalam dua tahap, pertama konstanta-konstanta model dihitung menggunakan matriks

korelasi melalui persamaan Yule Walker dan kedua konstanta-konstanta yang diperoleh di atas diperhalus kembali secara numerik dan dihitung melalui iterasi-iterasi berdasarkan persamaan normal linear berganda. Iterasi-iterasi perhitungan konstanta-konstanta dihentikan bila galat model yang dikehendaki telah dicapai. Setelah galat model yang dikehendaki tercapai, kemudian masing-masing model dilakukan validasi melalui korelasi pola dan galat model untuk mengetahui tingkat kesesuaian penyebaran data pengamatan terhadap model yang diperoleh.

2 DATA DAN METODE

2.1 Data

Kondisi indeks K harian geomagnet tahun 1992 diperoleh dari data stasiun pengamat geomagnet Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) di Tangerang menunjukkan pola kompleks dan berfluktuasi (Gambar 3-1). Identifikasi model yang dinyatakan fluktuasi data pada Gambar 3-1 boleh dikatakan cukup sulit, karena pencilan (*outlier*) data dari masing-masing titik cukup jauh. Dengan demikian analisis identifikasi model fluktuasi indeks K harian dilakukan dengan dua identifikasi yaitu melalui pola asli yang dibentuk data pengamatan dan pola yang dibentuk data rekonstruksi. Pola rekonstruksi tersebut adalah pola yang dibentuk oleh perata-rataan pada setiap empat hari pengamatan. Dengan demikian pola rekonstruksi yang terbentuk di atas diharapkan dapat memberi solusi tentang dampak pengaruh gangguan acak jangka pendek menyebabkan fluktuasi indeks K harian dapat diminimalkan.

Dengan kedua pola yang terbentuk tersebut diharapkan dapat dipakai sebagai basis analisis identifikasi model fluktuasi indeks K harian geomagnet. Karena data pengamatan indeks K harian diamati sesuai urutan waktu dan berfluktuasi tidak mempunyai pola tetap mengikuti sifat stokastik (bebas secara statistik) maka analisis identifikasi model fluktuasi indeks K dilakukan melalui proses model-model *time series* diantaranya model ARIMA.

2.2 Metode Identifikasi Model Fluktuasi Indeks K Menggunakan Proses ARIMA

Karena variabel-variabel indeks K geomagnet saling terkait dan berfluktuasi sesuai urutan waktu maka model fluktuasi indeks K harian dianalisis melalui model-model *time series* antara lain model ARIMA, secara umum ditulis ARIMA (p,d,q) dengan p, d, dan q orde difrensial yang dirumuskan oleh Box, et. al., (1994)

$$\psi(B)Z_t = \phi(B)\nabla^d W_t = \theta(B)a_t, \dots \dots \dots (2-1)$$

dengan Z_t , W_t , dan a_t secara berurutan masing-masing menyatakan barisan pengamatan, transformasi, dan galat model pada waktu ke-t. $\psi(B)$ operator AR yang diperluas orde p dan q, $\phi(B)$ operator AR yang stasioner orde p dan $\theta(B)$ operator MA orde q.

Pada persamaan (2-1) bila barisan data pengamatan mempunyai pola maka $d = 0$ bentuk transformasinya dinyatakan $W_t = Z_t - Z$ dan tidak berpola

$d \neq 0$ transformasinya dinyatakan dengan $W_t = (1 - B)\nabla^d Z_t$. Model transformasi dinyatakan oleh

$$W_t = \phi_1 W_{t-1} + \phi_2 W_{t-2} + \dots + \phi_p W_{t-p} + \theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2} + \dots + \theta_q a_{t-q} + a_t \dots \dots \dots (2-2)$$

dengan galat $a_t \sim N(0, \sigma_a^2)$, rata-rata nol dan variansi σ_a^2 . Konstanta-konstanta ϕ dan θ persamaan (2-2) dihitung dengan prosedur yang sama menggunakan matriks korelasi melalui persamaan Yule-Walker sebagai berikut.

$$\rho_{q+j} = \sum_{i=1}^p \phi_i \rho_{q+j-i}, \quad i = 1, 2, \dots, p \dots \dots \dots (2-3)$$

dengan ρ adalah nilai korelasi data pengamatan waktu t terhadap data pada waktu $t-1, t-2$, dan seterusnya. Hasil perhitungan konstanta-konstanta yang diperoleh dari persamaan (2-3) masih kasar, sehingga perlu dilakukan penghalusan secara numerik.

2.3 Perhitungan Konstanta Model Secara Numerik

Penghalusan konstanta model (Habirun, 2002) yang diperoleh dari persamaan (2-3) dihaluskan berdasarkan variabel model persamaan (2-2) dengan dibentuk sesuai keluaran dari AR dinyatakan dengan variabel $U_t, \phi_{t,i}, i = 1, 2, \dots, p$ sedangkan dari MA dinyatakan dengan variabel $X_t, \theta_{t,j}, j = 1, 2, \dots, q$ serta galat dinyatakan dengan variabel $a_t, a_{t,r}, r = 1, 2, \dots, s$. Dari variabel-variabel keluaran tersebut dibentuk persamaan iterasi untuk mendapatkan galat yang dikehendaki, galat yang dihitung dari model diberi indeks nol ($a_{t,0}$) kemudian dinyatakan sebagai persamaan berikut.

$$a_{t,0} = \sum_{i=1}^p \phi_i W_{t-i} - \sum_{j=1}^q \theta_j a_{t-j} + a_t$$

$$U_t = \sum_{i=1}^p \phi_i U_{t-i} + a_{t,0}$$

$$X_t = \sum_{j=1}^q \theta_j X_{t-j} + a_{t,0}$$

Untuk mendapatkan konstanta ϕ_i dan θ_j hasil iterasi yang baru dihitung menggunakan persamaan normal dari sistem persamaan regresi linear berganda yang dinyatakan oleh

$$a_{t,0} = \sum_{i=1}^p \alpha_i U_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j X_{t-j} + a_t$$

dengan $\alpha_i = \phi_i - \phi_{i,1}$ dan $\beta_j = \theta_j - \theta_{j,1}$ bila α_i dan β_j didapat maka $\phi_{i,1}$ dan $\theta_{j,1}$ turut pula diperoleh dan seterusnya sampai galat yang dikehendaki tercapai.

Konstanta-konstanta α_i dan β_j dihitung melalui persamaan normal regresi linear berganda yang ditulis sebagai berikut.

$$C'CP = C'Y$$

dengan $P = [\alpha_i, \beta_j]$, $C' = \begin{bmatrix} U_{t-i} \\ X_{t-j} \end{bmatrix}$ dan $Y = \begin{bmatrix} a_{1,0} \\ a_{2,0} \\ \dots \\ a_{t,0} \end{bmatrix}$

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dinamika medan magnet bumi akibat pengaruh berbagai aktivitas gangguan dinyatakan dengan fluktuasi data indeks K geomagnet harian dan tingkat fluktuasi indeks K tergantung dari dampak aktivitas gangguan yang berpengaruh. Kondisi fluktuasi data indeks K cukup kompleks oleh karena itu identifikasi modelnya dianalisis melalui pola akibat dampak fenomena alam itu sendiri atau data pengamatan antara lain akibat dari aktivitas matahari dan pola rekonstruksi melalui rata-rata setiap empat hari untuk mengurangi dampak dari pengaruh acak seperti gangguan tidak berperiode. Perbandingan antara pola akibat dampak fenomena alam terhadap pola rekonstruksi ditunjukkan pada Gambar 3-1

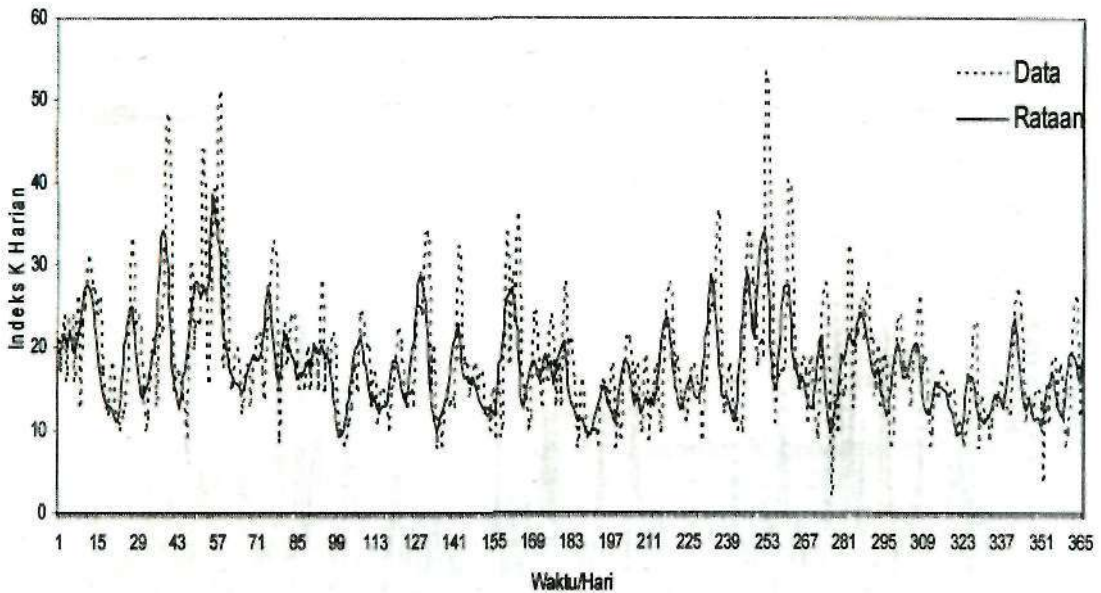
3.1 Identifikasi Model Fluktuasi Indeks K Berdasarkan Pola Data Pengamatan

Berdasarkan fluktuasi indeks K harian yang dinyatakan Gambar 3-1, analisis identifikasi model dilakukan melalui metode yang diuraikan pada bagian dua sehingga diperoleh akurasi model fluktuasi indeks K harian dengan menggunakan pola data pengamatan tahun 1992, sesuai hasil validasi melalui galat model bulanan, dari galat terkecil 1.51 pada bulan April sampai dengan galat terbesar 3.72 pada bulan Februari dan korelasi pola model terhadap data pengamatan dari terkecil bulan Januari 0.9987 sampai dengan terbesar 0.99950 pada bulan Agustus. Galat model cukup kecil pada umumnya akibat fluktuasi data indeks K harian geomagnet lebih rendah sehingga menyebabkan nilai korelasi pola menjadi besar. Sebaliknya nilai galat model besar akibat fluktuasi data indeks K harian geomagnet bertambah besar dan akibatnya nilai korelasi pola menjadi kecil. Hasil selengkapanya ditunjukkan pada Tabel 3-1 kolom 4 dan 5.

Berdasarkan hasil analisis yang ditunjukkan pada Tabel 3-1 dengan galat model bulanan kolom 4 dan korelasi pola kolom 5 menunjukkan bahwa fluktuasi indeks K geomagnet secara umum dapat teridentifikasi dengan model ARIMA(2.0.1) orde 2, 0, dan 1 serta data pengamatan dibandingkan terhadap model (Gambar 3-2). Apabila perubahan pola fluktuasi indeks K geomagnet tersebar di sekitar model maka model ARIMA (2.0.1) tersebut dapat digunakan untuk model prediksi fluktuasi indeks K harian beberapa waktu ke depan. Model empiris fluktuasi indeks K harian geomagnet yang diungkapkan di atas dinyatakan persamaan (3-1) sebagai berikut.

$$W_t = 0.47014W_{t-1} + 0.04618W_{t-2} + 0.41825a_{t-1} \dots \dots \dots (3-1)$$

dengan galat model dan korelasi pola selama tahun 1992 sebesar 2.18 dan 0.99940. Pada model empiris persamaan (3-1) hasilnya ditunjukkan Gambar 3-2 dan untuk perilaku fluktuasi indeks K harian bulan Januari tahun 1992 ditunjukkan Gambar 3-3, akurasinya dinyatakan pada Tabel 3-1 nomor 1 dengan galat model 1.97 dan korelasi pola 0.99865.

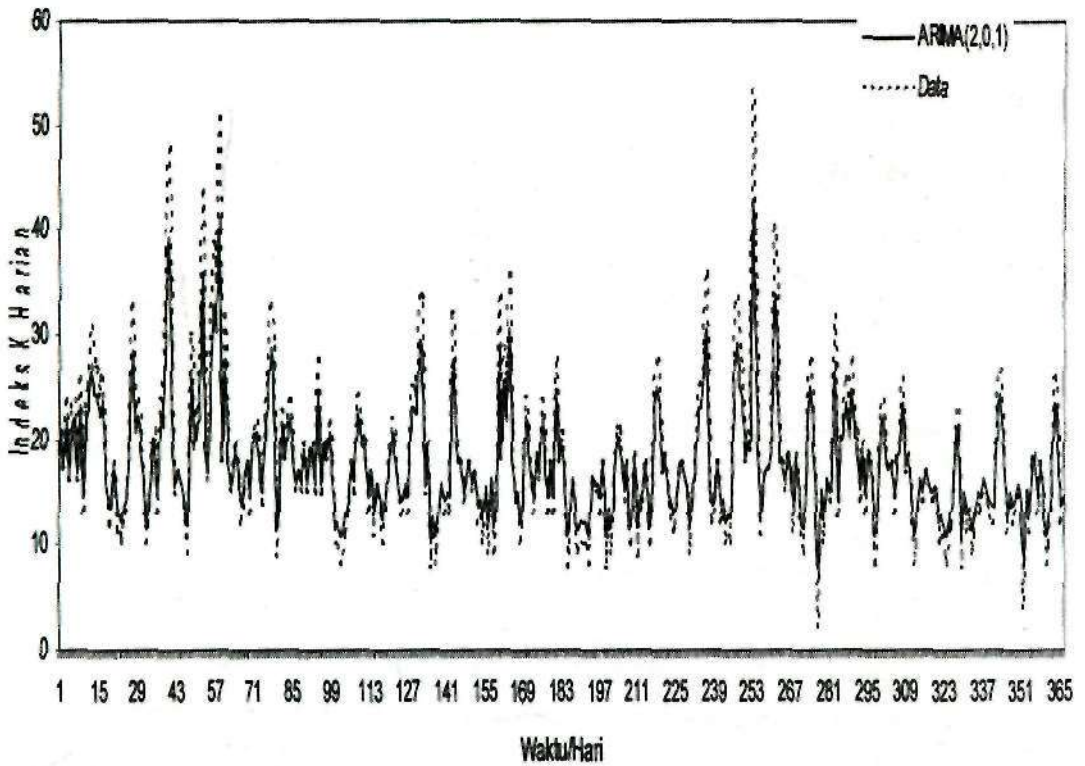


Gambar 3-1: Perbandingan antara fluktuasi data indeks K harian geomagnet (titik-titik) terhadap pola yang dibentuk melalui rekonstruksi rata-rata (garis), berdasarkan data indeks K harian dari stasiun pengamat geomagnet BMG Tangerang tahun 1992

Namun hasil analisis yang diperoleh di atas terutama yang dinyatakan Gambar 3-3 telah menunjukkan hasil yang lebih baik, tetapi hasil analisis identifikasi model fluktuasi indeks K harian tersebut dikembangkan berdasarkan pola rekonstruksi supaya mendapatkan model fluktuasi indeks K harian yang lebih akurat dan tingkat reliabilitas yang lebih tinggi, akan diuraikan pada bagian 3.2.

Tabel 3-1: HASIL ANALISIS MODEL FLUKTUASI INDEKS K GEOMAGNET HARIAN BERDASARKAN DATA PENGAMATAN DARI STASIUN PENGAMAT GEOMAGNET BMG TANGERANG, DARI BULAN JANUARI SAMPAI DENGAN BULAN DESEMBER TAHUN 1992

No	Bulan	Ratabulanan	Galat	Korelasi pola
1	2	3	4	5
1	Januari	20	1.97	0.99865
2	Februari	24	3.72	0.99940
3	Maret	19	1.72	0.99945
4	April	16	1.51	0.99940
5	Mei	18	1.97	0.99945
6	Juni	18	2.10	0.99930
7	Juli	14	1.73	0.99935
8	Agustus	17	1.92	0.99950
9	September	21	3.19	0.99945
10	Oktober	18	1.95	0.99935
11	Nopember	14	1.69	0.99940
12	Desember	15	1.74	0.99940
	Tahunan	18	2.18	0.99940

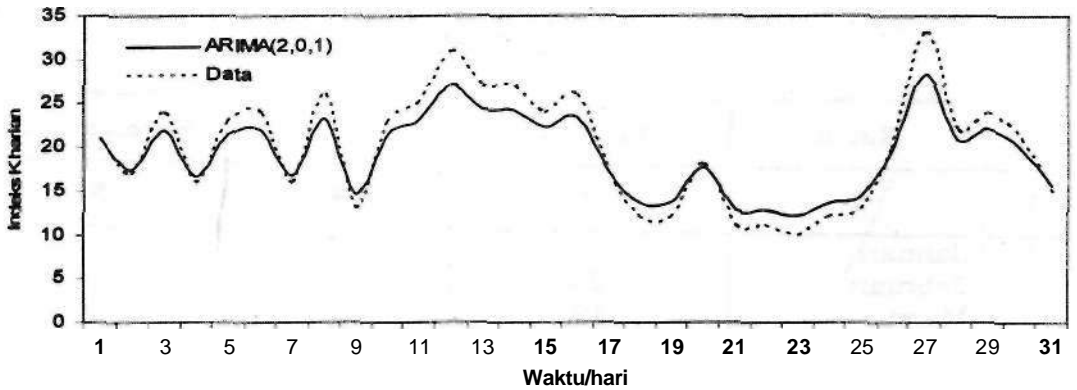


Gambar 3-2: Perbandingan antara fluktuasi data indeks K geomagnet (titik-titik) terhadap model fluktuasi indeks K harian ARIMA(2.0.1) dengan (garis), berdasarkan data indeks K harian dari stasiun pengamat geomagnet BMG Tangerang Tahun 1992

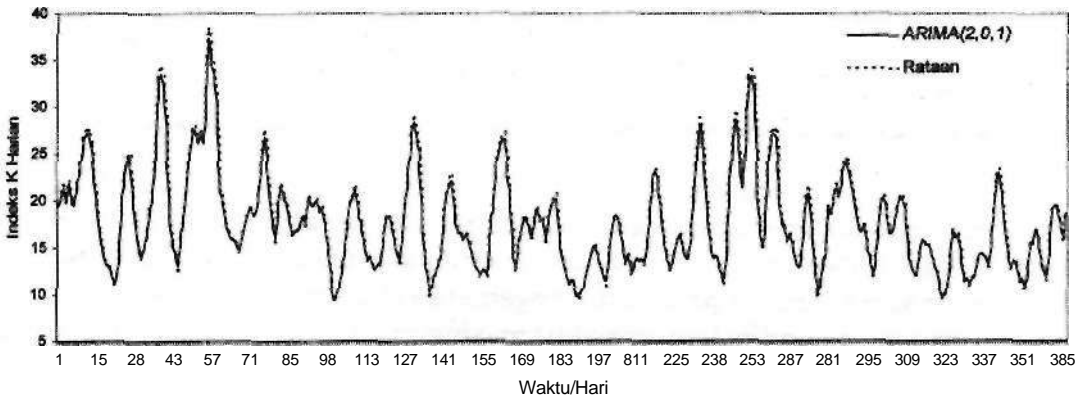
3.2 Identifikasi Model Fluktuasi Indeks K berdasarkan Pola Rekonstruksi

Analisis identifikasi model fluktuasi indeks K harian dianalisis dengan basis yang dibentuk pola rekonstruksi dan dilakukan analisis melalui prosedur yang sama terhadap uraian pada bagian 3.1. Hasil yang diperoleh berdasarkan data yang sama tahun 1992 melalui pola data rekonstruksi, menurut hasil validasi menggunakan galat dan korelasi pola, sehingga akurasi model dinyatakan galat terkecil 0.241 pada bulan Juli sampai dengan terbesar 0.604 pada bulan Pebruari dan korelasi pola dari terkecil 0.9974 pada bulan Maret sampai dengan terbesar 0.9988 pada bulan April. Hasil analisis selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3-2.

Tabel 3-2 kolom 4 dan 5 menunjukkan hasil validasi model dengan menggunakan galat dan korelasi pola, sedangkan pada kolom 3 menyatakan tingkat dampak aktivitas gangguan rata-rata pada interval waktu satu bulan.



Gambar 3-3: Perbandingan antara fluktuasi data indeks K geomagnet (titik-titik) terhadap model fluktuasi indeks K harian ARIMA(2.0.1) dengan (garis), sesuai data indeks K harian bulan Januari tahun 1992 dari stasiun pengamat geomagnet BMG Tangerang



Gambar 3-4: Perbandingan antara fluktuasi data indeks K geomagnet (titik-titik) terhadap model fluktuasi indeks K harian ARIMA(2.0.1) dengan (garis), berdasarkan data rekonstruksi bulan Januari sampai dengan bulan Desember tahun 1992 dari data stasiun pengamat geomagnet BMG Tangerang.

$$W_t = 0.66853W_{t-1} + 0.2439W_{t-2} + 0.58305a_{t-1} \dots\dots\dots (3-2)$$

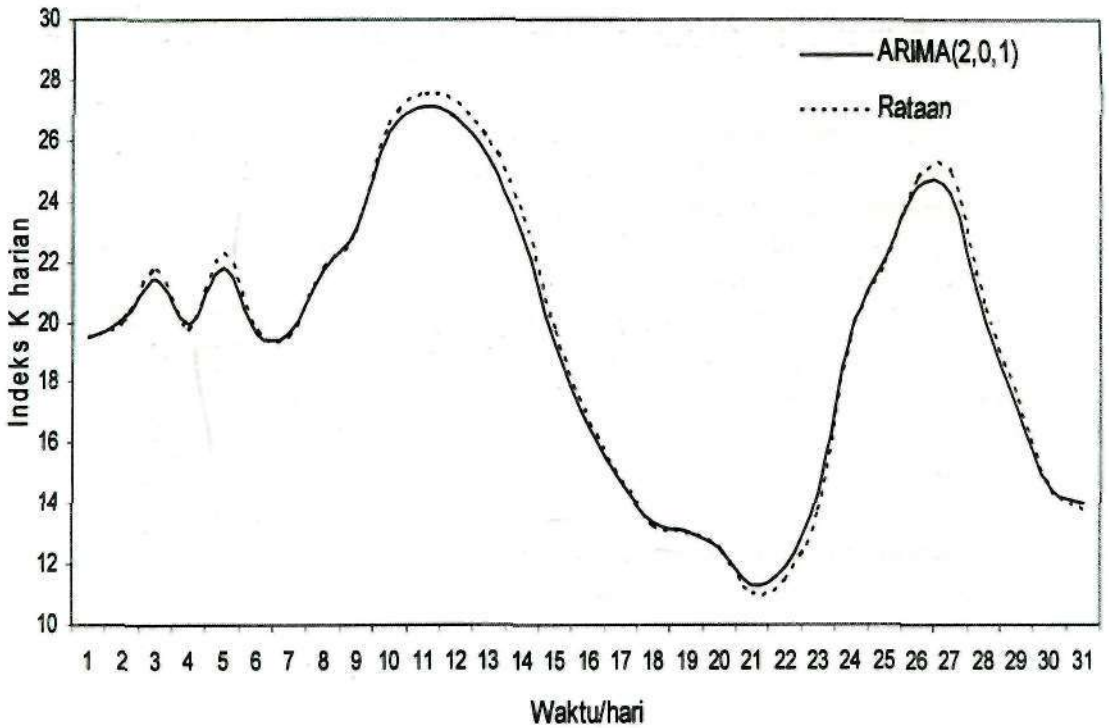
dengan galat model dan korelasi pola selama tahun 1992 sebesar 0.3582 dan 0.9988. Pada model persamaan (3-2) ditunjukkan Gambar 3-4 dan perilaku fluktuasi indeks K harian bulan Januari tahun 1992 dinyatakan pada Gambar 3-5, akurasi dapat dilihat pada Tabel 3-2 nomor 1 dengan galat model 0.3361 dan korelasi pola 0.9987.

Tabel 3-2: HASIL ANALISIS MODEL FLUKTUASI INDEKS K HARIAN GEOMAGNET BERDASARKAN DATA RATAAN DARI STASIUN PENGAMAT GEOMAGNET BMG TANGERANG, DARI BULAN JANUARI SAMPAI DENGAN BULAN DESEMBER TAHUN 1992

No.	Bulan	Ratahulanan	Galat	Korelasi pola
1	2	3	4	5
1	Januari	19	0.3361	0.9987
2	Februari	25	0.6039	0.9984
3	Maret	19	0.2645	0.9974
4	April	16	0.2611	0.9988
5	Mei	17	0.3509	0.9985
6	Juni	18	0.3491	0.9981
7	Juli	13	0.2414	0.9981
8	Agustus	17	0.3672	0.9981
9	September	22	0.5221	0.9979
10	Oktober	17	0.2875	0.9983
11	Nopember	14	0.2632	0.9985
12	Desember	16	0.3196	0.9978
	Tahunan	18	0.3582	0.9988

Berdasarkan hasil analisis identifikasi model fluktuasi indeks K harian geomagnet dengan menggunakan pola data rekonstruksi yang lebih akurat dibandingkan terhadap hasil analisis identifikasi model fluktuasi indeks K harian geomagnet melalui pola data pengamatan. Kuantitas akurasi dari kedua model tersebut dibandingkan melalui masing-masing galatnya, berdasarkan data pengamatan yang sama tahun 1992, untuk galat dari pola rekonstruksi 0.3582 dan data pengamatan 2.18. Demikian pula akurasi model yang ditinjau melalui masing-masing korelasi pola menunjukkan bahwa hasil analisis yang diperoleh dari kedua model tidak jauh berbeda dan hasilnya adalah 0.99940 dari pola rekonstruksi dan 0.9988 dari data pengamatan. Jelasnya analisis menggunakan pola rekonstruksi lebih akurat dari pada menggunakan pola data pengamatan, sehubungan pola rekonstruksi dampak pengaruh acak jangka pendek dalam empat harian telah tereliminasi oleh perata-rataan (Gambar 3-4 dan Gambar 3-5).

Menurut hasil analisis identifikasi model fluktuasi indeks K harian geomagnet yang diuraikan tersebut ternyata tingkat aktivitas gangguan medan magnet bumi modelnya dapat ditentukan. Berdasarkan hasil analisis melalui pola data pengamatan maupun pola data rekonstruksi (rataan setiap empat harian), sesuai fluktuasi data indeks K harian geomagnet yang sangat kompleks itu ternyata dapat teridentifikasi dengan menggunakan model ARIMA (2.0.1) dengan orde 2, 0, dan 1. Melalui hasil identifikasi model fluktuasi indeks K harian yang diperoleh tersebut maka sebaran dan fluktuasi data aktivitas geomagnet dapat dilakukan prediksi beberapa waktu ke depan.



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
Waktu/hari

Gambar3-5: Perbandingan antara fluktuasi data indeks K geomagnet rekonstruksi (titik-titik) terhadap model fluktuasi indeks K harian ARIMA(2.0.1) dengan (garis), berdasarkan data indeks K harian bulan Januari tahun 1992 dari stasiun pengamat geomagnet BMG Tangerang

4 KESIMPULAN

Sebaran dan fluktuasi data indeks K harian geomagnet cukup kompleks akibat pengaruh berbagai aktivitas gangguan dan analisis identifikasi model dari kondisi itu dilakukan melalui dua cara yaitu dengan pola data pengamatan dan rekonstruksi. Kedua pola indeks K harian itu mengikuti model ARIMA (2.0.1) dengan orde 2, 0, dan 1. Analisis identifikasi model menggunakan pola data pengamatan, dengan akurasi yang dinyatakan dengan galat 2.18 dan korelasi pola 0.9994, sedangkan pola rekonstruksi mempunyai galat 0.3582 dan korelasi pola 0.9988. Berarti kedua model empiris fluktuasi data indeks K harian geomagnet tersebut mengikuti pola penyebaran data pengamatan dan data rekonstruksi yang dinyatakan dengan korelasi pola dari masing-masing data pengamatan maupun rekonstruksi terhadap modelnya tidak jauh berbeda. Apabila akurasi dari masing-masing model ditinjau berdasarkan galat maka model yang dibentuk pola rekonstruksi lebih baik dari pada model yang dibentuk pola data pengamatan.

DAFTAR RUJUKAN

- Box., E. P.; Jenkins, G. M.; dan Reinsel, G. C., 1994. *Time series analysis forecasting and control*, Edisi ketiga. Prentice-Hall International, Inc. New Jersey.
- Habirun., 2002. *Metode Prediksi Muf Menggunakan Model Arma JMP* Presiding Konferensi Nasional Matematika XJ Bagian II Edisi Khusus, hal 709. Universitas Negeri Malang.
- Ruhimat, M., Jiyo, Eddy, I. S., Dodi, S., 2001. Dampak aktivitas geomagnet terhadap lapisan ionosfer, *Warta LAPANUo*. 1 Vol. 3, hal, 15 - 18.
- Suhartini, S., 1999. Dampak Flare Tanggal 21 dan 25 Agustus 1998 Pada Medan Magnet Bumi Dan Lapisan Ionosfer, *Majalah LAPAN* No. 2 Vol. 1, April, Hal. 34-43.
- Sugeng, R-, 1994. *Ionosfer*, Penerbit Andi Offset. Yogyakarta