

Prediksi Nilai Variasi Diurnal Medan Magnet Bumi dengan Analisis *Time Series* Pada Stasiun Geofisika Tuntungan

(Prediction of Diurnal Geomagnetic Field Variation Using Time Series Analysis at Tuntungan Observatory)

Tri Wulandari, Abdul Rosid

Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (STMKG)

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)

e-mail triwulandari1031991@gmail.com

Diterima: 12 -11-2014. Direvisi: 2-1-2015. Disetujui: 27-1-2015. Diterbitkan: 9-3-2015.

Abstrak. Pada penelitian ini, analisis *time series* digunakan untuk menghitung prediksi nilai variasi diurnal medan magnet bumi pada hari tenang (*quiet days*). Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh jumlah *input* yang dianggap paling baik dan efisien dalam membuat model prediksi ialah 4 hari (untuk *trend* linear) dan 3 hari (untuk *trend* kuadratik). Akurasi prediksi dihitung dengan menggunakan *root mean square* (RMS) dan *prediction efficiency* (PE). Semakin periodik data yang digunakan maka hasil prediksi dengan menggunakan analisis *time series* semakin baik. Namun, hari tenang (*quiet days*) yang dipilih sebagai *input* bukan selalu merupakan hari-hari tanpa gangguan magnetik sama sekali. Oleh karena itu, prediksi medan magnet bumi untuk hari tenang atau hari dengan gangguan magnetik minimum dianggap sebagai masalah yang cukup rumit secara teknis namun tidak mustahil untuk dilakukan. Berbagai metode lain sebaiknya dilakukan dalam rangka pengembangan model prediksi yang lebih baik dan akurat. Dengan memasukkan variasi jumlah *input* di dalam perhitungan, dapat diperoleh jumlah *input* 4 hari (untuk *trend* linear) dan 3 hari (untuk *trend* kuadratik) sebagai jumlah *input* yang dianggap paling baik dan efisien dalam membuat model prediksi.

Kata Kunci: *Variasi diurnal, Medan Magnet Bumi, Prediksi,*

Abstract. In this study, time series analysis is used to calculate the prediction of the diurnal earth's magnetic field variation on quiet days. Based on the calculation, the number of inputs considered as the best and the most efficient in making a prediction model is 4 days (for linear trend) and 3 days (for quadratic trend). Prediction accuracy is calculated using root mean square (RMS) and prediction efficiency (PE). The more periodic data used, the results predicted by using time series

analysis is better. However, the quiet days were selected as the input is not always a day without magnetic disturbance at all, so the prediction of the earth's magnetic field for a quiet day or a day with minimum magnetic disturbance is considered as a

problem which is technically quite complicated but not impossible to be done. Other methods should be conducted in order to develop better and more accurate prediction models. By using input numbers variously in calculation, it is acquired that the most efficient input numbers are 4 days with linear trend, and 3 days with quadratic trend.

Keyword: Diurnal Variation, Earth's Magnetic Field Prediction.

1. Pendahuluan

Medan magnet bumi sangat penting bagi eksistensi kehidupan di bumi, karena medan magnet bumi merupakan perisai di sekeliling bumi yang dapat melindungi bumi dari energi plasma matahari (angin matahari), radiasi matahari yang mengandung partikel energi tinggi dan perisai ini disebut *magnetosphere* (Gunnarsdottir, 2012). Medan magnet bumi terdiri atas beberapa komponen. Namun pada penelitian ini akan dibahas bagaimana karakteristik pola variasi diurnal magnet dari komponen horisontal (H) saja, karena komponen ini cukup mewakili pengaruh aktivitas matahari terhadap medan magnet bumi. Nilai komponen horisontal (H) bervariasi seiring dengan perubahan waktu. Fluktuasi nilai variasi diurnal magnet bumi ini sebagian besar disebabkan oleh arus listrik induksi bumi yang berasal dari pengaruh eksternal, terutama terjadi karena adanya aktivitas matahari.

Variasi diurnal medan magnet menggambarkan aktivitas matahari yang terjadi selama sehari di ionosfer bumi. Selama terjadi aktivitas matahari yang tidak signifikan di ionosfer bumi, maka kecenderungan nilai variasi diurnal relatif lebih teratur dan periodik (berulang), karena hanya terjadi arus induksi bumi yang disebabkan oleh rotasi dan pergerakan mengorbit (revolusi) dari bumi, matahari, dan bulan. Namun, saat terjadi aktivitas matahari yang signifikan seperti aktivitas *Coronal Mass Ejection* (CME), *Solar flare*, *Sudden Storm Comencement* (SC), dan lain-lain, nilai variasi diurnal ini cenderung fluktuatif dan tidak stabil.

Nilai variasi medan magnet bumi dapat dianggap sebagai kuantitas statistik agar dapat dipelajari evolusi atau karakter perubahan nilainya (Gururajan dan Prabhakaran, 2013). Atas dasar inilah, penulis akan membuat prediksi nilai variasi diurnal medan magnet dari data Stasiun Geofisika Tuntungan dengan menggunakan metode statistik yaitu analisis *time series*, dengan tujuan untuk mengidentifikasi karakteristik dan pola nilai variasi diurnal magnet komponen H dari data pengamatan stasiun geofisika BMKG Tuntungan. Nilai prediksi tersebut dapat digunakan sebagai koreksi dalam survei magnetik dan sebagai acuan dalam menentukan kapan waktu yang baik dalam melakukan survey magnetik. Data yang digunakan adalah nilai variasi medan magnet bumi komponen horisontal (H) yang berasal dari komponen X dan Y pada tahun

2012 untuk bulan Juli, Agustus, November, Desember, dan tahun 2013 untuk bulan Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juni, Juli, September, dan Oktober.

Pada prinsipnya, analisis *time series* dapat digunakan untuk membuat model prediksi untuk data yang bersifat periodik (berulang). Oleh karena itu, penelitian ini menitikberatkan pada variasi diurnal medan magnet bumi saat aktivitas matahari tidak signifikan atau saat medan magnet bumi bervariasi secara teratur. Teknik penghalusan data (*smoothing*) yang digunakan pada analisis *time series* ini berupa teknik *moving average* (rata-rata bergerak).

2. Landasan Teori

Bumi memiliki medan magnet yang secara dominan dihasilkan dari dalam bumi dan membentuk perisai pelindung di sekitar bumi yang dinamakan *magnetosphere*. Perisai ini melindungi bumi dari partikel energi tinggi matahari yang berbahaya. Pengukuran medan magnet bumi menunjukkan bahwa medan magnet bumi bervariasi terhadap waktu. Variasi medan magnet bumi dapat disebabkan oleh arus listrik induksi bumi yang berasal dari sumber eksternal. Matahari merupakan faktor dominan yang mempengaruhi besarnya nilai variasi medan magnet ini, meskipun arus listrik induksi yang berasal dari kerak bumi juga mempengaruhi besarnya variasi medan magnet ini (Gunnarsdottir, 2012). Variasi medan magnet dapat bersifat tidak teratur dan teratur. Variasi yang tidak teratur disebabkan oleh adanya interaksi antara medan magnet dari angin matahari dengan medan magnet dari magnetosfer bumi. Sementara, variasi teratur cenderung bersifat periodik. Hal ini disebabkan oleh rotasi bumi dan pergerakan mengorbit dari bumi terhadap matahari serta bulan terhadap bumi.

Variasi *diurnal* atau biasa disebut variasi harian matahari (*solar daily variation*) didominasi oleh nilai medan magnet yang memiliki variasi teratur (Gunnarsdottir, 2012). Variasi diurnal medan magnet bumi yang bersifat teratur biasanya tercakup ke dalam hari tenang internasional (*International Quiet Days*, IQD). IQD merupakan hari-hari dengan variasi medan magnet bumi yang tercatat bernilai minimum untuk setiap bulan. Pengelompokan hari tenang internasional relatif berbeda untuk setiap bulan, *Geoscience* Australia menentukan sepuluh hari paling tenang tingkat variasi magnetiknya untuk setiap bulan.

Nilai variasi medan magnet bumi dapat dianggap sebagai kuantitas statistik agar dapat dipelajari evolusi atau karakter perubahan nilainya (Gururajan, 2013). Analisis *time series* digunakan dalam penelitian ini untuk menghitung prediksi nilai variasi medan magnet bumi. Dalam membuat prediksi, biasanya orang akan mendasarkan diri pada pola atau perilaku data pada masa lampau. Data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu disebut rangkaian waktu atau *time series*. Analisis *time series* mencoba menentukan pola hubungan antara

waktu sebagai variabel bebas (*independent variable*) dengan suatu data sebagai variabel terikat (*dependent variable*). Artinya, besar-kecilnya data tersebut dipengaruhi oleh waktu. Data tersebut memiliki variasi yang berbeda. Secara umum variasi dari data rangkaian waktu tersebut terdiri dari:

- a. Variasi jangka panjang (*longterm movements* atau *Trend*, disingkat *Tt*), yaitu suatu gerak yang menunjukkan arah data *time series* itu pada umumnya, di dalam jangka waktu yang lama (variasi yang berubah secara perlahan terhadap waktu).
- b. Variasi bermusim (*seasonal variations*, disingkat *Si*), yaitu suatu gerak yang teratur dan serupa (atau hampir serupa) berupa gerak naik-turun di dalam jangka waktu yang singkat (bagian-bagian dari tahun atau musim), yang lebih dikenal dengan Gerak Periodik.
- c. Variasi siklis (*cyclic variations*, disingkat *Ct*), yaitu gerak naik atau turun secara periodik dalam jangka panjang. Gerak ini bersifat periodik seperti gerak bermusim (*St*) namun periodenya lebih panjang.
- d. Variasi tak teratur (*irregular variations*, disingkat *Ii*), yaitu gerak yang hanya terjadi sekali-kali dan tidak mengikuti aturan tertentu dan karenanya tidak dapat diramalkan terlebih dahulu.

Data variasi *diurnal* medan magnet (X_t) yang digunakan dalam analisis *time series* dapat *di-dekomposisi* (diuraikan) menjadi beberapa komponen yaitu:

- a. Komponen *Tt* menyatakan pola (*trend*) data secara umum, dapat berupa pola linier, eksponensial, polinomial orde dua, tiga, dan lain sebagainya (dalam penelitian ini selama beberapa hari). Komponen *trend* (*Tt*) yang diperhitungkan dalam penelitian ini dibuat dengan menggunakan pola linier dan polinomial orde dua.
- b. Komponen *St* menyatakan pola data berulang selama periode tertentu (dalam penelitian ini selama 24 jam).
- c. Komponen acak *It* menyatakan pola ketidakteraturan (anomali) di dalam data. Namun karena pengolahan data dibatasi untuk variasi diurnal pada saat aktivitas matahari tidak signifikan (saat variasi diurnal magnet bernilai teratur), maka komponen acak *It* tidak diperhitungkan dalam penelitian ini.

Sehingga prediksi variasi medan magnet bumi pada penelitian ini merupakan perkalian antara komponen musiman dan komponen *trend*, yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$X_t = T_t x S_t \dots\dots\dots(2-1)$$

dengan X_t adalah nilai prediksi, T_t adalah komponen *trend*, dan S_t adalah komponen musiman (Davis, 2010). Pada penelitian ini, data nilai medan magnet selama beberapa hari dihaluskan (*smoofAed*) dengan menggunakan

rata-rata bergerak atau *moving average* (MA). Nilai MA ini dijadikan sebagai *baseline* untuk menentukan simpangan komponen data dari rata-rata setiap harinya. Penyimpangan ini menyatakan variasi komponen musiman (St) dan komponen acak (It). Lalu komponen musiman (St) dipisahkan dari komponen acak (It) dengan cara rata-rata sederhana dalam setiap jam (jam 0 sampai jam 23). Lalu dicari komponen *trend*-nya (Tt) dengan menggunakan regresi linear atau regresi polinomial orde 2. Kemudian nilai prediksi dapat ditentukan dengan mengalikan komponen musiman (St) dan *trend*-nya (Tt).

Untuk menentukan seberapa baik hasil prediksi terhadap data yang sebenarnya, maka perlu diperhitungkan nilai kesalahannya. Standar yang digunakan adalah *Root Mean Square* (RMS) dan efisiensi prediksi (PE).

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \widehat{X}_i)^2} \dots\dots\dots(2-2)$$

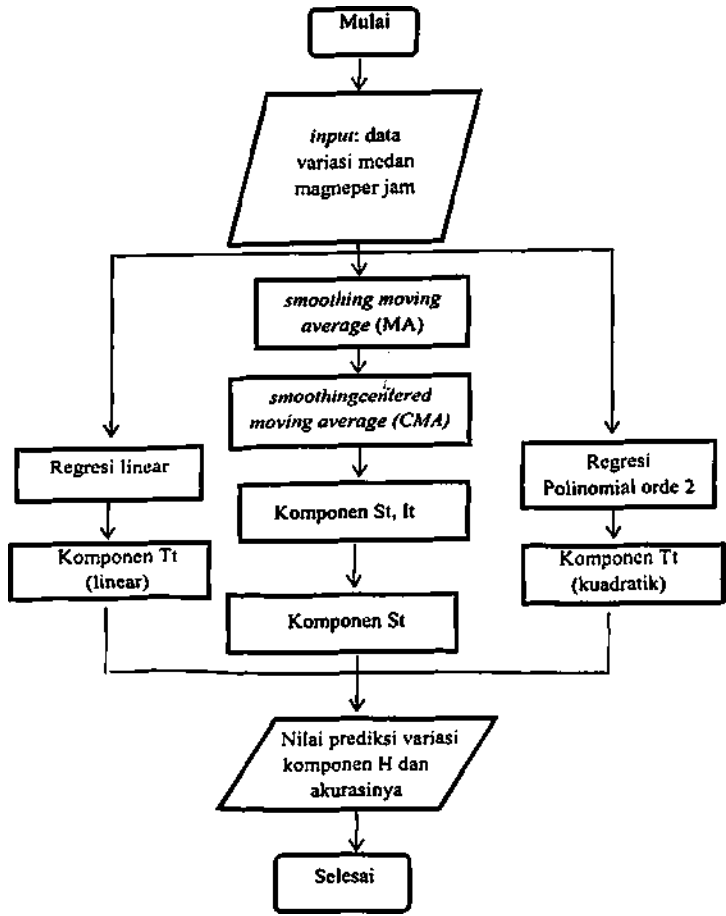
dengan n adalah jumlah data, \widehat{X}_i adalah hasil prediksi, dan X_i adalah data yang sebenarnya.

$$PE = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \widehat{X}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(2-3)$$

dengan PE adalah efisiensi prediksi (*prediction efficiency*), ARV adalah variasi relatif rata-rata (*average relative variation*), dan \bar{X} adalah rata-rata dari data yang sebenarnya. Semakin baik hasil prediksi terhadap data pengamatan maka nilai RMS akan semakin kecil (mendekati nol) dan PE akan semakin mendekati 100% (Zhou dan Wei, 1998).

3. Data Dan Metodologi

Data yang digunakan adalah nilai variasi medan magnet bumi komponen horisontal (H) yang berasal dari komponen X dan Y pada tahun 2012 untuk bulan Juli, Agustus, November, Desember, dan tahun 2013 untuk bulan Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juni, Juli, September, dan Oktober. Data ini direkam oleh *Digital Fluxgate Magnetometer (FGM) LEMI-018*, dengan periode *sampling* satu detik dan resolusi minimum alat 0,01 nano tesla (nT). Data diolah dengan menggunakan Microsoft Excel 2010 dan program MATLAB2010. Secara ringkas dapat dilihat pada diagram alir berikut ini:



Gambar 3-1: Prosedur pengolahan data dalam penelitian.

3. Hasil Dan Pembahasan

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah nilai variasi diurnal medan magnet pada saat hari tenang (*International Quiet Days, IQD*) yang dirilis oleh *Geoscience Australia* (www.ga.gov.au/oracle/geomag/iqd_form.jsp). Prediksi nilai variasi diurnal medan magnet komponen horisontal (H) untuk tanggal-tanggal yang sudah dipilih sebagai hari tenang diolah dengan menggunakan jumlah *input* (N) yang berbeda-beda, yaitu 2 sampai 6 hari untuk setiap bulannya. Berdasarkan perhitungan ini didapatkan akurasi hasil prediksi dengan nilai *Root Mean Square* (RMS) dan *Prediction Efficiency* (PE) dalam Tabel 4-1.

Nilai RMS yang dicetak tebal merupakan nilai RMS yang terbaik (terkecil) dari setiap bulannya, yang diperoleh dengan menggunakan komponen *trend* (Tt) secara linear. Sementara nilai RMS yang dicetak miring tebal merupakan

nilai RMS yang terbaik (terkecil) dari setiap bulannya, yang diperoleh dengan menggunakan komponen *trend* (T_t) secara kuadratik.

TABEL 4-1: Daftar tanggal *input* (in) dan *output* (out).

Bulan	N									
	2		3		4		5		6	
	in	ou	in	ou	in	out	in	out	in	out
Jul. 12	7,13	18	7,13,1 8	19	7,13, 8,19	22	7,13,18, 19,22	25	7,13,18, 19,22, 25	26
Agu. 12	1,5	9	1,5,9	10	1,5,9, 10	11	1,5,9,10 11	15	NO DATA	
Nov. 12	3,4	8	3,4,8	9	3,4,8, 9	10	3,4,8,9, 10	11	3,4,8,9, 10,11	22
Des. 12	5,6	7	5,6,7	8	5,6,7, 8	12	5,6,7,8, 12	22	5,6,7,8, 12,22	23
Jan. 13	1,3	4	1,3,4	5	1,3,4, 5	10	1,3,4,5, 10	22	1,3,4,5, 10,22	23
Feb. 13	3,5	6	3,5,6	9	3,5,6, 9	10	NO DATA		NO DATA	
Mare. 13	4,5	6	4,5,6	7	4,5,6, 7	8	4,5,6,7,	10	4,5,6,7, 8,10	13
Apr. 13	2,3	5	2,3,5	8	2,3,5, 8	9	2,3,5,8,9	17	2,3,5,8, 9,17	18
Mei 2013	3,4	9	3,4,9	11	3,4,9, 11	12	3,4,9,11, 12	13	3,4,9,11 ,12, 13	21
Jun. 13	5,12	13	5,12,1 3	15	5,12, 3, 15	16	5,12,13, 15, 16	17	5,12,13, 15, 16,17	18
Jul. 13	2,3	4	2,3,4	8	2,3,4, 8	16	2,3,4,8, 16	17	2,3,4,8, 16,17	21
Agu. 13	1,3	7	1,3,7	8	1,3,7, 8	11	1,3,7,8, 11	19	NO DATA	
Sep. 13	5,7	9	5,7,9	15	5,7,9, 15	16	5,7,9,15, 16	26	5,7,9,15, ,16, 26	27
Okt.	4,5	13	4,5,13	19	4,5,13 ,19	20	4,5,13, 19,20	21	4,5,13,1 9,20,21	24

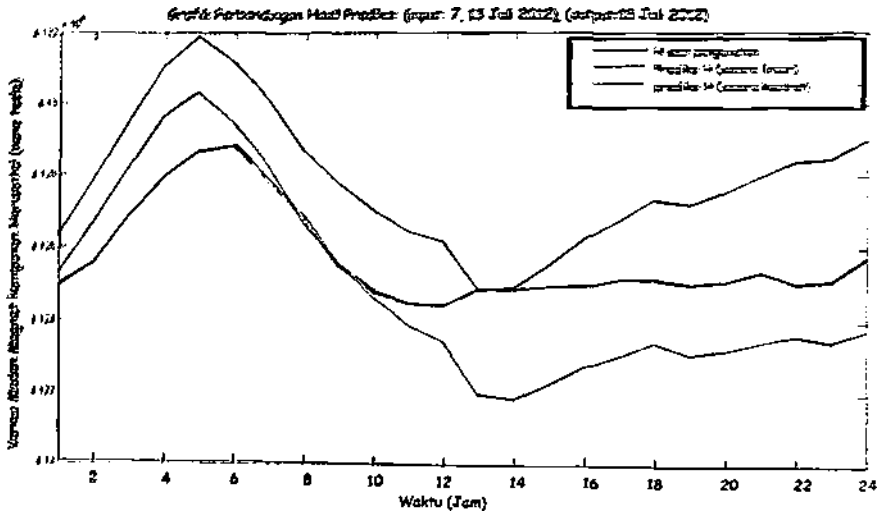
Dari, hasil percobaan yang telah dilakukan, didapatkan bahwa jumlah *input* terbaik (RMS terkecil) yang paling sering muncul untuk setiap bulannya adalah sebanyak 4 hari (muncul sebanyak 6 kali dari 14 kali percobaan) untuk *trend yang* dihitung secara linear. Sedangkan untuk *trend yang* dihitung secara kuadrat adalah sebanyak 3 hari (muncul sebanyak 5 kali dari 14 percobaan). Efisiensi prediksi yang didapat bernilai kecil atau negatif bila nilai *input* dan

output (nilai sebenarnya) cenderung fluktuatif dan tidak beraturan, sehingga analisis *time series* tidak disarankan digunakan sebagai metode untuk memprediksi data yang bersifat seperti demikian (Zhou dan Wei, 1998).

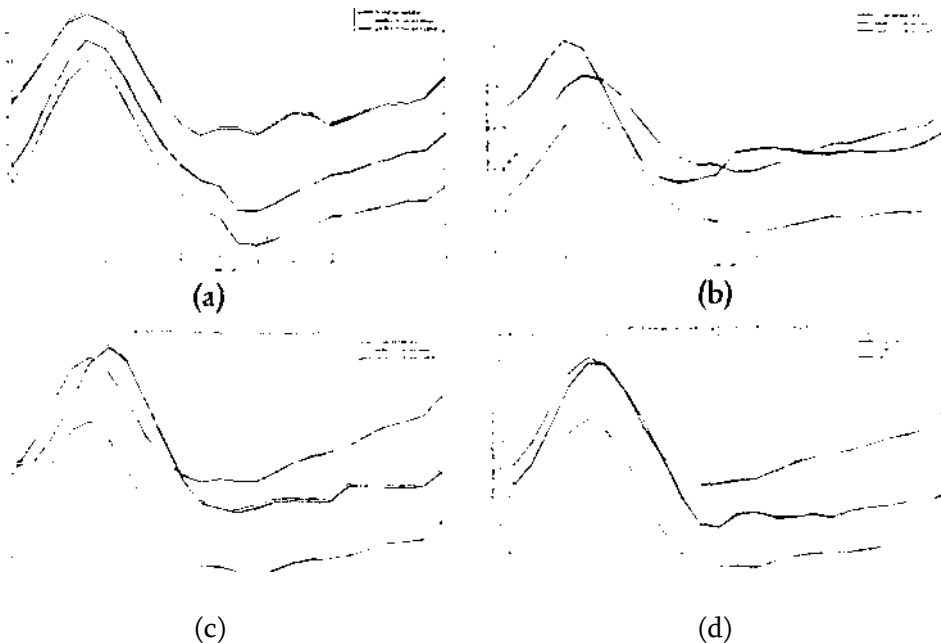
TABLE 4-2: Daftar RMS terminimum beserta PE dan jumlah *input-nya*.

Bulan	Linear		N (input)	Kuadrat		N (input)
	RMS-min	PE		RMS-min	PE	
Juli 2012	16,7239	-70,5881	2	13,7782	49,1934	4
Agustus 2012	12,3997	78,3004	5	8,1048	86,6057	4
November 2012	4,7804	92,367	4	7,3588	88,4581	5
Desember 2012	5,3985	82,3492	6	10,0595	39,4533	3
Januari 2013	4,6164	84,4468	4	4,9667	83,5412	5
Februari 2013	6,2031	87,8126	3	6,3483	87,2354	3
Maret 2013	6,3909	94,5495	6	9,8031	77,6118	5
April 2013	6,8171	88,6515	6	6,5437	92,0423	4
Mei 2013	4,5726	96,3823	4	4,9112	96,4955	3
Juni 2013	5,9304	88,3752	4	3,525	95,8928	4
Juli 2013	7,3987	75,1919	6	8,7266	71,5646	3
Agustus 2013	5,4992	93,3352	5	5,7317	92,7598	55
September 2013	9,7115	75,3136	4	4,7002	94,1919	6
Oktober 2013	5,9125	94,9829	4	8,5441	90,0612	3

Sebagai kasus, untuk bulan Juli 2012 (Gambar 4-1) dengan *input* 2 hari didapat nilai RMS terkecil namun nilai efisiensi prediksinya (PE) negatif. Ini disebabkan oleh karena nilai observasi bersifat fluktuatif atau variasinya bersifat iregular. Dengan melihat ramalan cuaca magnetik dari NOAA dapat diketahui bahwa pada tanggal 7 dan 18 Juli 2012 terjadi *event* (gangguan) magnetik. Bagaimanapun, setiap nilai variasi diurnal medan magnet bumi komponen horizontal (H) yang terpilih sebagai hari tenang (*quiet days*) belum tentu merupakan hari tanpa gangguan magnetik, karena 10 hari tenang tersebut hanya merupakan hari-hari dengan gangguan magnetik terkecil dalam setiap bulannya. Garis hitam menunjukkan nilai variasi medan magnet bumi yang tercatat pada *magnetometer*. Garis merah menunjukkan prediksi variasi medan magnet bumi komponen horisontal dengan menggunakan regresi linear, dan garis biru menunjukkan nilai prediksi variasi medan magnet bumi dengan menggunakan regresi polinomial orde dua.



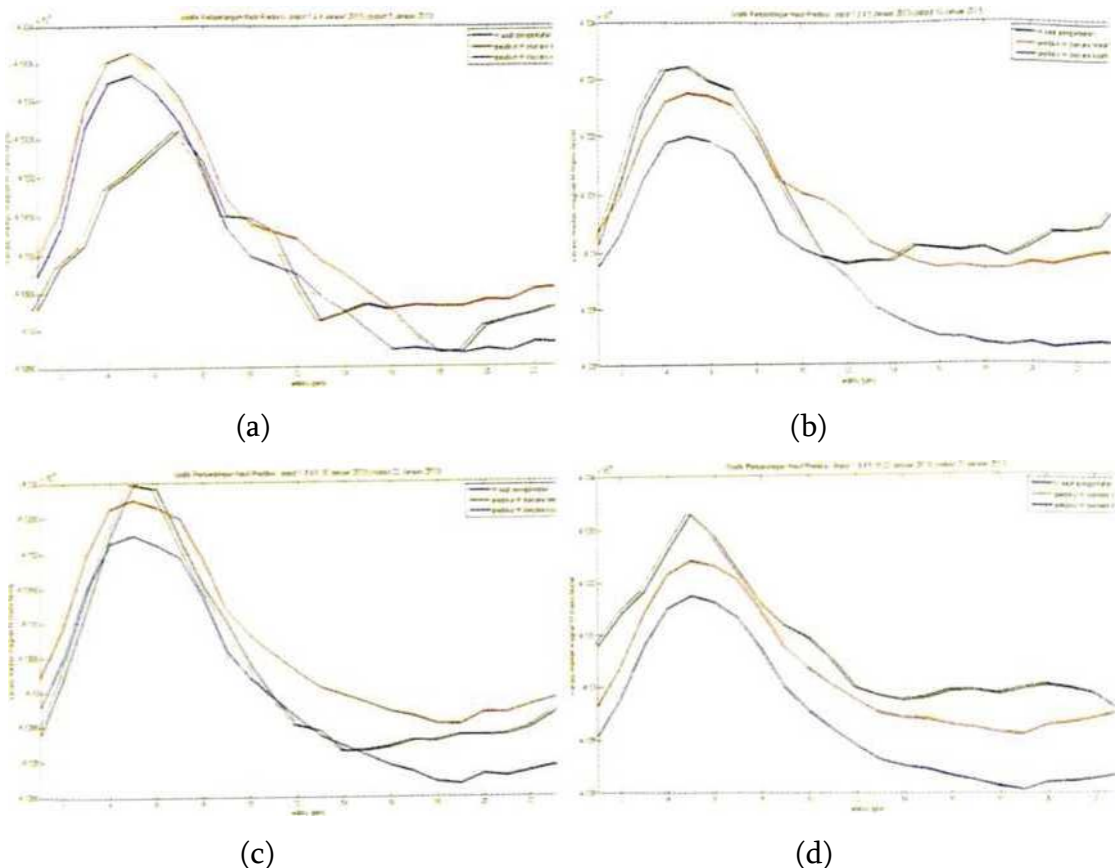
Gambar 4-1: Grafik hasil prediksi dengan *input*, 13 Juli 2012 dan *output* 18 Juli 2012 (RMS= 16,7239 (linear) dan 22,9334 (kuadrat), PE<0).



Gambar 4-2: Grafik hasil prediksi bulan Juli 2012, (a) *input*1 hari, (b) *input*1 hari, (c) *input*5 hari, dan (d) *input* 6 hari.

Gambar 4-2 menunjukkan hasil prediksi untuk bulan Juli 2012. Pada bulan ini RMS yang diperoleh sebagian besar bernilai negatif. Ini disebabkan oleh karakteristik data yang cenderung fluktuatif dimana terjadi gangguan magnetik

pada *input* data tanggal 7 dan 18 Juli 2012. Sehingga nilai prediksi untuk data seperti ini tidak cocok dengan menggunakan analisis *time series*.



Gambar 4-3: Grafik hasil prediksi bulan Januari 2013, (a) *input* 3 hari, (b) *input* 4 hari, (c) *input* 5 hari, (d) *input* 6 hari.

Gambar 4-3 menunjukkan hasil prediksi yang baik dengan menggunakan analisis *time series*. Ini disebabkan oleh data yang digunakan sebagai *input* untuk perhitungan prediksi pada bulan Januari 2013 merupakan hari-hari tenang yang terpilih sebagai hari-hari tanpa gangguan magnetik. Garis merah merupakan hasil prediksi dengan menggunakan perhitungan komponen *trend* (Tt) secara linear, dan garis biru merupakan hasil prediksi dengan menggunakan perhitungan komponen *Tt* secara kuadrat. Dari Gambar 4-3 diperoleh hasil prediksi terbaik dengan perhitungan komponen *trend* linear untuk jumlah *input* selama 4 hari dengan RMS sebesar 4,6164 dan PE sebesar 84,4468%, lihat Gambar 4-3(b).

Pada bulan Agustus 2012, nilai PE untuk *input* 2 dan 3 hari baik secara linear maupun kuadratik bernilai negatif, ini disebabkan jumlah *input* yang

digunakan relatif sedikit dan belum dapat diketahui karakter serta pola datanya sehingga perhitungan prediksi yang dilakukan dianggap kurang baik. Apalagi pada tanggal 1 Agustus 2012 terjadi gangguan magnetik yang dianggap sedikit memperburuk hasil prediksi pada bulan Agustus 2012.

Pada bulan November 2012, nilai PE negatif terjadi untuk variasi *input* 2 dan 6 hari. Ada dua alasan yang menyebabkan mengapa nilai PE ini bernilai negatif. Pertama, pada saat jumlah *input* yang digunakan hanya dua hari, karakteristik dan pola data *input* yang digunakan dianggap kurang representatif dalam menentukan pola atau model prediksi untuk satu hari tenang berikutnya. Seperti kebanyakan kasus pada bulan-bulan lain, jumlah *input* sebanyak dua hari dianggap kurang baik bahkan hampir semua model prediksinya bernilai buruk. Kedua, untuk jumlah *input* sebanyak 6 hari, PE bernilai negatif disebabkan oleh nilai RMS yang terlampau besar, yakni 22,0912 untuk *trend* linear. Berdasarkan nilai RMS yang besar dapat dinyatakan bahwa model prediksi yang dibuat kurang baik. Ternyata ada dua tanggal *input* yang digunakan yang mengalami gangguan magnetik, yaitu pada tanggal 8 dan 11 November 2012.

Dari keseluruhan percobaan yang berasal dari data selama 14 bulan tersebut dapat ditarik benang merah bahwa untuk nilai prediksi terbaik didapatkan bahwa jumlah *input* terbaik yang dapat digunakan adalah sebanyak 4 hari dengan perhitungan komponen *trend* secara linear dan 3 hari dengan perhitungan komponen *trend* secara kuadrat sebagaimana dalam Tabel 4-3.

TABEL 4-3: Akumulasi percobaan berdasarkan jumlah hari *input*-nya.

Jumlah <i>input</i> (hari)	Jumlah percobaan terbaik dengan RMS (kali)	
	Linear	Kuadrat
2 hari	1	0
3 hari	1	5
4 hari	6	4
5 hari	2	4
6 hari	4	1

Jumlah *input* 4 hari (dengan menggunakan *trend* linear) dan jumlah *input* 3 hari (dengan menggunakan *trend* kuadrat) dianggap sebagai jumlah *input* yang paling efektif digunakan karena data *input* dengan durasi tersebut dinilai cukup (tidak kurang dan tidak lebih) untuk merepresentasikan hasil prediksi untuk satu hari tenang berikutnya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pengolahan data yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut ini:

- a. Analisis *time series* hanya baik digunakan untuk memprediksi nilai variasi diurnal medan magnet bumi tanpa adanya gangguan magnetik. Nilai prediksi (*output*) yang didapat sangat bergantung pada karakteristik data *input*.
- b. Hari tenang (*quiet days*) bukan selalu merupakan hari tanpa adanya gangguan magnetik, sehingga pemodelan prediksi dengan analisis *time series* untuk hari tenang tidak selalu bernilai baik.
- c. Dengan memasukkan variasi jumlah *input* di dalam perhitungan dapat diperoleh jumlah *input* 4 hari (untuk *trend* linear) dan 3 hari (untuk *trend* kuadratik) sebagai jumlah *input* yang dianggap paling baik dan efisien dalam membuat model prediksi.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya ditujukan untuk Bapak Drs Muhammad Husni, Dipl Seis selaku dosen STMKG yang senantiasa bersedia meluangkan waktu, memberikan ide, nasihat dan masukkan yang berharga untuk tulisan ini.

6

Daftar Rujukan

- Champman, S., J. Bartels, 1951. Geomagnetism, The University Press, Oxford, London.
- Dajan, A., 1972. Pengantar Metode Statistik Jilid I, PT Pustaka LP3ES, anggota IKAPI, hal. 266-354.
- Davis, Richard A., 2010. Modul Introduction to Statistical Analysis of Time Series, Department of Statistics, Colorado State University.
- Gunnarsdottir, Edda Lina, 2012. The Earth's Magnetic Field, Physics Department School of Engineering and Natural Sciences, University of Iceland, hal. 24-25.
- Gururajan, N., and V. Kayalvizhi Prabhakaran, 2013. "Prediction of Geomagnetic Variations Using ANN", International Journal of Scientific Engineering and Technology (IJSET), Volume 2, Issue 5, pp : 322-330.
- Habirun, 2009. "Rekonstruksi Model Variasi komponen H Pola Hari Tenang Stasiun Geomagnet *Tangerang*", Seminar Nasional Pascasarjana IX-ITS (Surabaya, 12 Agustus 2009).
- Jankowski, J. dan Sucksdorff, C., 1996. IAGA: Guide for Magnetic Measurements and Observatory Practice.

Reeve, Whitham D., 2010. Geomagnetism Tutorial, Reeve Observatory Anchorage, Alaska, hal. 23-27.

Veenadhari, B., R. Selvakumaran, Rajesh Singh, Ajeet K. Maurya, N. Gopalswamy, Sushil Kumar, T. Kikuchi, 2012. "Coronal mass ejection-driven shocks and the associated sudden commencements/sudden impulses", Journal of Geophysical Research, Vol. 117

Zhou, X. Y, dan F. S. Wei, 1998. "Prediction of recurrent geomagnetic disturbances by using adaptive filtering". Earth Planets Space, Vol. 50, pp 839-845.

www.ga.gov.au/oracle/geomag/iqd_form.jsp

www.ga.gov.au/oracle/geomag/geomagnetism_indices.jsp#iqdidd

www.swpc.noaa.gov/alerts/archive.htm