

# ANALISIS OTOKORELASI UNTUK MODEL BADAI GEOMAGNET BERDASARKAN MEDAN MAGNET ANTAR PLANET DAN KECEPATAN ANGIN MATAHARI

Sity Rachyany

*Biðang Aplikasi Geomagnet dan Magnet Antariksa  
Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa LAPAN - Bandung  
e-mail: rachyany@bdg.lapan.go.id*

## ABSTRAK

Badai geomagnet adalah suatu gangguan temporer atau sementara dari magnetosfer bumi. Dengan mengolah dan menganalisis data indeks *Dst*, medan magnet antar planet dan data kecepatan angin matahari dari pengamatan *spacecraft ACE* dari tahun 1998 hingga 2000, diperoleh model badai geomagnet mengikuti regresi linier berganda dengan koefisien determinasi, sebesar 0.58. Berdasarkan analisis otokorelasi pada model badai geomagnet tersebut dengan menggunakan program *SPSS*, diperoleh nilai *Durbin-Watson* sebesar 2,189. Nilai ini menunjukkan bahwa model badai geomagnet tersebut tidak mengalami gangguan otokorelasi. Artinya, model badai geomagnet berdasarkan medan magnet antar planet dan kecepatan angin matahari bisa digunakan.

**Kata kunci:** Badai geomagnet, indeks *Dst*, otokorelasi, nilai *Durbin-Watson*.

## ABSTRACT

Geomagnetic storm is a temporary disturbance of the earth's magnetosphere. By processing and analysis data of *Dst* index, interplanetary magnetic field and solar wind speed data from *ACE spacecraft* monitoring from 1998 until to 2000, obtained geomagnetic storm model following multiple linier regression with determination coefficient about 0,58. The based on analysis of autocorrelation at geomagnetic storm model by using program of *SPSS*, obtained that value of *Durbin-Watson* equal to 2,189. This is value indicate that geomagnetic storm model is not have autocorrelation disturbance. Its-meaning, geomagnetic storm model based on interplanetary magnetic field and speed of solar wind speed can be used.

**Keywords:** *Geomagnetic storm, Dst index, autocorrelation, Durbin-Watson value.*

## 1. PENDAHULUAN

Badai geomagnet adalah suatu gangguan temporer atau sementara dari magnetosfer bumi. Secara umum, badai geomagnet ini terjadi karena adanya interaksi antara angin matahari yang berkecepatan tinggi dengan magnetosfer bersamaan dengan medan magnet antar planet arah selatan. Dari hasil penelitian badai geomagnet berdasarkan medan magnet antar planet dan kecepatan angin matahari yang dilakukan oleh Rachyany (2009), diperoleh model badai geomagnet yang dapat dinyatakan mengikuti model regresi linier berganda dengan koefisien determinasi 0,58. Dari model badai geomagnet ini dilakukan pengujian multikolinieritas antara medan magnet antar planet dengan kecepatan angin matahari dengan cara menghitung nilai toleransi dan nilai *VIF (Variance Inflation Factor)*, seperti yang dilakukan oleh Rachyany (2009) dalam makalah dengan judul Uji multikolinieritas untuk badai geomagnet berdasarkan medan magnet antar planet dan

*Geomagnet dan Magnet Antariksa (2009), 1-7  
© 2009 Massma Publishing, Jakarta.*

kecepatan angin matahari. Dari hasil pengujian multikolinieritas, diperoleh nilai toleransi dan *VIF* sekitar 1 (satu). Nilai ini menunjukkan bahwa model badai geomagnet tersebut tidak mengalami multikolinieritas.

Menurut *Vogiatzi Evgenia* (2002) dan Arif Pratisto (2005), dalam suatu analisis regresi terdapat beberapa masalah/ gangguan yang perlu diperhatikan, yaitu selain gangguan multikolinieritas masih ada gangguan lain, seperti gangguan heteroskedastisitas dan gangguan otokorelasi. Heteroskedastisitas ini terjadi karena adanya perubahan situasi yang tidak tergambarkan dalam spesifikasi model regresi atau dengan kata lain residu atau selisih antara data pengamatan dengan data hasil perhitungan (model) tidak memiliki varian yang konstan. Gangguan heteroskedastisitas ini dapat menyebabkan galat baku (standard error) yang bias dan menjadikan hasil uji statistik tidak tepat sehingga keyakinan untuk estimasi parameter juga kurang tepat. Untuk menghilangkan gangguan heteroskedastisitas, kita dapat mengkonversi regresi ke dalam bentuk logaritma atau menjalankan regresi dengan sistem kuadrat terkecil tertimbang (*weighted least square*). Sedangkan otokorelasi sering disebut juga korelasi serial. Misalnya, data pertama berkorelasi dengan data kedua, data kedua berkorelasi dengan data ketiga dan seterusnya. Penyebab utama timbulnya otokorelasi adalah kesalahan spesifikasi, misalnya terabaikannya suatu variabel penting atau bentuk fungsi yang tidak tepat.

Untuk mendeteksi adanya gangguan otokorelasi, dilakukan suatu pendekatan yang sering digunakan adalah dengan menggunakan metode *Durbin-Watson*. Untuk itu, dalam makalah ini akan dibahas mengenai otokorelasi dengan menggunakan program *SPSS* yang diaplikasikan pada model badai geomagnet yang didekati dengan regresi linier berganda.

## 2. DATA DAN METODE

Data yang digunakan untuk mendukung penelitian ini adalah data indeks *Dst* (*Disturbanced storm time*) dengan intensitas lebih kecil atau sama dengan (-100) nT yang diperoleh dari pengamatan *spacecraft ACE*. Selain itu, digunakan juga data medan magnet antar planet dan kecepatan angin matahari yang sama-sama diperoleh dari hasil pengamatan *spacecraft ACE* dari tahun 1998 sampai dengan 2000.

Metode yang digunakan adalah program *SPSS*, metoda *Durbin-Watson* yang diformulasikan sebagai:

$$DW = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2} \quad (2.1)$$

dengan:

DW = nilai *Durbin-Watson*

$e_i$  = residu (selisih antara Y observasi dengan Y model)

$e_i - 1$  = residu satu periode sebelumnya.

**ANALISIS OTOKORELASI UNTUK MODEL BADAI GEOMAGNET  
BERDASARKAN MEDAN MAGNET ANTAR PLANET  
DAN KECEPATAN ANGIN MATAHARI**

$\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2 =$  Jumlah kuadrat dari selisih antara residu saat ini dengan residu

sebelumnya untuk semua pengamatan.

$\sum_{i=1}^n e_i^2 =$  Jumlah kuadrat residu.

dengan kriteria:

1. Jika  $DW >$  batas atas ( $dU$ ), dari tabel *Durbin-Watson*, maka tidak ada otokorelasi
2. Jika  $DW <$  batas bawah ( $dL$ ), dari tabel *Durbin-Watson*, maka terjadi otokorelasi
3. Jika  $dL < DW < dU$ , tidak dapat diketahui terjadi otokorelasi atau tidak

Untuk mendapatkan nilai  $DW$ , terlebih dulu harus melakukan perhitungan-perhitungan melalui persamaan regresi linier berganda (Cohen, West & Aiken, 2003), seperti yang dinyatakan pada persamaan (2.2) sampai dengan (2.5), sebagai:

$$Y_i = b_0 + b_1 X_{i1} + b_2 X_{i2} \quad (2.2)$$

Dengan menggunakan metoda kuadrat terkecil, diperoleh koefisien  $b_0$ ,  $b_1$  dan  $b_2$  yang diformulasikan sebagai:

$$\begin{aligned} \sum Z &= nb_0 + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2 \\ \sum X_1 Z &= b_0 \sum X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1 X_2 \\ \sum X_2 Z &= b_0 \sum X_2 + b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum X_2^2 \end{aligned} \quad (2.3)$$

Untuk menghitung koefisien determinasi dan koefisien korelasi antara  $Y$  dengan  $X_1$  dan  $Y$  dengan  $X_2$  digunakan formulasi, sebagai:

$$R_{2,12}^2 = \frac{r_{21}^2 + r_{22}^2 - 2r_{21}r_{22}r_{12}}{1 - r_{12}^2} \quad (2.4)$$

Dengan:

$r_{21}$  = koefisien korelasi antara  $Y$  dan  $X_1$

$r_{22}$  = koefisien korelasi antara  $Y$  dan  $X_2$

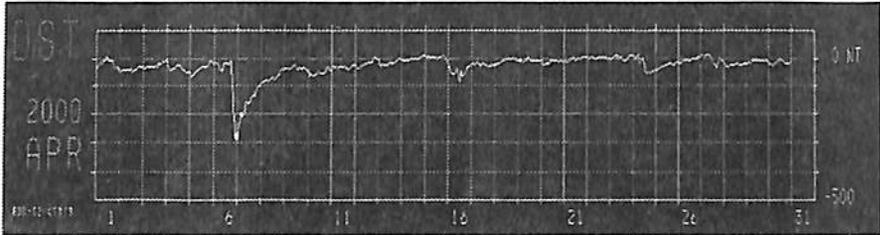
$r_{12}$  = koefisien korelasi antara  $X_1$  dan  $X_2$

dengan masing-masing  $r$  dihitung dari formulasi korelasi yang ditunjukkan dalam persamaan:

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (2.5)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Keberadaan badai geomagnet ditunjukkan dengan adanya penurunan intensitas indeks Dst, seperti yang terlihat dalam contoh kejadian badai geomagnet yang terjadi pada tanggal 6 April 2000 berikut:



Gambar 3.1. Intensitas indeks Dst saat terjadinya badai geomagnet tanggal 6 April 2000

(Sumber: World Data Center Kyoto Jepang)

Dari Gambar 3.1 terlihat bahwa saat terjadinya badai geomagnet pada tanggal 6 April 2000, intensitas indeks Dst mengalami penurunan sekitar 300 nT.

Dari hasil pengumpulan data pada tanggal kejadian badai geomagnet, indeks Dst, medan magnet antar planet dan kecepatan angin matahari dari tahun 1998 sampai dengan 2000, ditunjukkan dalam Tabel 3.1 (tahun 1998-1999) dan Tabel 3.2 (tahun 2000):

Tabel 3.2

Tanggal Kejadian Badai Geomagnet, Indeks Dst, Medan Magnet antar Planet Bz & Kecepatan Angin Matahari Tahun 1998-1999

No	Tanggal Kejadian	Indeks Dst	Bz	V
1	17 02 1998	-100	-13.0	534
2	10 03 1998	-116	-13.7	
3	01 05 1998	-205	-22.9	787
4	25 06 1998	-101	-13.5	590
5	06 08 1998	-138	-17.6	524
6	26 08 1998	-155	-11.5	1263
7	24 09 1998	-207	-17.3	1014
8	18 10 1998	-112	-22.8	509
9	07 11 1998	-149	-11.7	
10	08 11 1998		-13.9	731
11	13 11 1998	-131	-17.6	527
12	13 11 1999	-113	-15.7	
13	18 02 1999	-134	-24.4	869
14	16 04 1999	-105	-15.2	521
15	22 09 1999	-164	-19.2	777
16	21 10 1999	-231	-28.6	476
17	12 11 1999	-100	-11.2	813

**ANALISIS OTOKORELASI UNTUK MODEL BADAI GEOMAGNET  
BERDASARKAN MEDAN MAGNET ANTAR PLANET  
DAN KECEPATAN ANGIN MATAHARI**

Tabel 3.1

Tanggal Kejadian Badai Geomagnet, Indeks Dst, Medan Magnet antar Planet Bz & Kecepatan Angin Matahari Tahun 2000

No	Tanggal Kejadian	Indeks Dst	Bz	V
1.	11 02 2000	-169	-14.7	636
2.	06 04 2000	-321	-22.9	845
3.	23 05 2000	-147	-22.9	517
4.	15 07 2000	-300	-42.8	1458
5.	10 08 2000	-103	-13.0	
6.	11 08 2000	-237	-25.8	829
7.	17 09 2000	-172	-21.3	870
8.	04 10 2000	-192	-21.4	523
9.	12 10 2000	-110	-13.2	879
10.	28 10 2000	-113	-16.5	570
11.	06 11 2000	-159	-11.5	662
12.	10 11 2000	-104	-7.70	1313
13.	29 11 2000	-130	-11.7	531

Berdasarkan data dari Tabel 3.1 dan Tabel 3.2, dengan menggunakan program SPSS atau menggunakan persamaan (2.2) hingga (2.5), diperoleh model badai geomagnet:

$$Y_i = -18,643 + 5,412X_{i1} - 0,056X_{i2} \quad (3.1)$$

Atau:

$$Dst = -18,643 + 5,412Bz - 0,056V \quad (3.2)$$

dengan: *Dst* menunjukkan indikator badai geomagnet

*Bz* menunjukkan medan magnet antar planet

*V* menunjukkan kecepatan angin matahari

dengan koefisien korelasi  $r = 0.76$  atau koefisien determinasi  $R^2 = 0.58$

Dengan mensubstitusikan nilai-nilai medan magnet antar planet *Bz* dan kecepatan angin matahari *V*, diperoleh nilai *Dst* yang baru (*Dst* hasil perhitungan) sehingga diperoleh selisih antara nilai observasi dan nilai hasil perhitungan yang disebut dengan residu yang diberi simbol  $e_t$  untuk  $t = 1, 2, 3, \dots, 30$ .

Selanjutnya, dengan menggunakan program SPSS atau dengan menggunakan persamaan (2.1) berdasarkan model *Dst* tersebut, diperoleh Tabel 3.3

Tabel 3.3  
 Nilai Korelasi, Koefisien Determinasi, Standar Error dan Durbin-Watson

R	R Kuadrat	Std Error	DW
(1)	(2)	(3)	(4)
0,76	0,58	39,360	2,189

Dari Tabel 3.3 kolom (1) dan (2) menunjukkan koefisien korelasi  $R=0,76$  dan koefisien determinasi  $R^2 = 0,58$  dari model badai geomagnet berdasarkan medan magnet antar planet dan kecepatan angin matahari. Sedangkan kolom (3) menunjukkan standar error sebesar 39,360 dan kolom (4) menunjukkan nilai Durbin-Watson (DW), sebesar 2,189.

Selanjutnya, untuk mengetahui adanya gangguan otokorelasi, nilai DW dari hasil perhitungan dibandingkan dengan nilai DW dari Tabel. Dengan mengetahui nilai DW = 2,189 (hasil perhitungan) > DW tabel pada  $\alpha = 0,05$  dan 0,01;  $n$  = jumlah data pengamatan = 29,  $k$  = jumlah variabel bebas = 2 (medan magnet antar planet dan kecepatan angin matahari), maka diperoleh  $dL = 1,27$  &  $dU = 1,56$  untuk  $\alpha = 0,05$  dan  $dL = 1,05$  &  $dU = 1,33$  untuk  $\alpha = 0,01$ . Dari hasil perbandingan DW hitung dengan DW tabel, diperoleh nilai DW hitung > nilai DW tabel baik untuk  $\alpha = 0,05$  maupun  $\alpha = 0,01$ . Berdasarkan uraian tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa model badai geomagnet berdasarkan medan magnet antar planet dan kecepatan angin matahari tidak mengalami gangguan otokorelasi.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis data indeks Dst sebagai indikator badai geomagnet, medan magnet antar planet dan kecepatan angin matahari dari hasil pengamatan *spacecraft ACE* dari tahun 1998 hingga 2000 dengan menggunakan program SPSS, diperoleh model badai geomagnet mengikuti model regresi linier berganda dengan koefisien determinasi 0,58. Berdasarkan analisis otokorelasi terhadap model badai geomagnet tersebut dengan menggunakan program SPSS juga diperoleh nilai *Durbin-Watson*, sebesar 2,189. Nilai ini menunjukkan bahwa model badai geomagnet berdasarkan medan magnet antar planet dan kecepatan angin matahari tidak mengalami gangguan otokorelasi. Artinya, model badai geomagnet tersebut bisa digunakan karena bebas dari gangguan otokorelasi.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Cohen, J., Cohen, P., West, S.G., and Aiken, L.S., 2003, *Applied Multiple Regression/ Correlation Analysis for the behavioral Sciences* (2<sup>nd</sup> ed.) Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Pratisto, A., 2005, *Masalah Statistik dan Rancangan Percobaan dengan SPSS 12*, PT Elex Media Komputindo, Kelompok Gramedia, Jakarta.

**ANALISIS OTOKORELASI UNTUK MODEL BADAI GEOMAGNET  
BERDASARKAN MEDAN MAGNET ANTAR PLANET  
DAN KECEPATAN ANGIN MATAHARI**

- Rachyany, S., 2009, *Analisis Hubungan Badai Geomagnet dengan Medan Magnet antar Planet dan Kecepatan Angin Matahari*, Prosiding Seminar Nasional-IX Pasca Sarjana 2009, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, ISBN: 978-979-96565-5-3.
- Sudjana, 1982, Sudjana, 1996, *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi*, Tarsito, Jurusan Statistika, FIPPA, Universitas Padjadjaran Bandung.
- Vogiatzi, Evgenia, 2002, *Problems in Regression Analysis and Their Corrections*, Multicollinierity-Wikipedia, Fierfox Document.
- Watari S., Vandas M, and Watanabe T., 2004, *Formation of a strong southward IMF near the solar maximum of cycle 23*, *Annales Geophysicae* 22 ; 673-687, European Geosciences Union.