

# UJI MULTIKOLINIERITAS UNTUK BADAI GEOMAGNET BERDASARKAN MEDAN MAGNET ANTAR PLANET DAN KECEPATAN ANGIN MATAHARI

Sity Rachyany

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

## ABSTRAK

Badai geomagnet adalah fenomena cuaca antariksa sebagai dampak dari hubungan matahari-bumi. Dengan mengolah data indeks Dst, medan magnet antar planet dan kecepatan angin matahari dari pengamatan *spacecraft ACE* dari tahun 1998 hingga 2000, diperoleh hubungan antara badai geomagnet dengan medan magnet antar planet dan kecepatan angin matahari mengikuti regresi linier berganda dengan koefisien determinasi 0.56.

Dari uji *multikolinieritas* berdasarkan koefisien determinasi dengan menggunakan SPSS, diperoleh bahwa model badai geomagnet tersebut tidak memiliki masalah multikolinieritas yang ditunjukkan dengan nilai toleransi dan VIF sekitar 1. Artinya, model badai geomagnet berdasarkan medan magnet antar planet dan kecepatan angin matahari dapat digunakan.

**Kata kunci:** Badai geomagnet, Indeks Dst, multikolinieritas, VIF.

## ABSTRACT

Geomagnetic storm is space weather phenomenon as impact of sun-earth connections. By processing data of Dst index, interplanetary magnetic field and solar wind speed data from ACE spacecraft monitoring from 1998 until to 2000, obtained relation between geomagnetic storm and interplanetary magnetic field and solar wind speed, following multiple linier regression with determination coefficient about 0.56

From multicollinierity test, obtained that this geomagnetic storm model is not have multicollinierity problem that shown by tolerance value and VIF about 1. It's meaning, geomagnetic storm model based on interplanetary magnetic field and solar wind speed can be used.

**Keywords:** Geomagnetic storm, Dst index, multicollinierity, VIF

## 1. PENDAHULUAN

Badai geomagnet adalah fenomena cuaca antariksa sebagai dampak dari hubungan matahari-bumi yang umumnya ditandai oleh terjadinya *sudden commencement* yaitu peningkatan intensitas geomagnet secara mendadak karena terjadinya kompresi pada magnetosfer oleh tekanan dinamik angin matahari yang diperkuat oleh medan magnet antar planet (*Interplanetary Magnetic Field* atau IMF) yang dikenal sebagai *Interplanetary shock*. Pada saat angin matahari dan IMF mengarah ke selatan, akan terjadi injeksi partikel dan energi melalui mekanisme rekoneksi yang menyebabkan perubahan medan geomagnet yang dikenal sebagai badai geomagnet (Santoso, 2008)

*Geomagnet dan Magnet Antariksa* (2009), 18-24  
© 2009 Massma Publishing, Jakarta.

## UJI MULTIKOLINERITAS UNTUK BADAI GEOMAGNET BERDASARKAN MEDAN MAGNET ANTAR PLANET DAN KECEPATAN ANGIN MATAHARI

Berdasarkan hasil penelitian Rachyany (2009) mengenai analisis hubungan antara badai geomagnet dengan medan magnet antar planet dan kecepatan angin matahari dapat didekati dengan regresi linier berganda. Walaupun dari hasilnya telah dinyatakan bahwa badai geomagnet mengikuti model regresi linier berganda, namun perlu dipertanyakan apakah model regresi tersebut memiliki multikolinieritas antara medan magnet antar planet dan kecepatan angin matahari (variabel bebas dalam regresi linier multipel/ berganda). Karena multikolinieritas merupakan satu dari beberapa permasalahan dalam regresi linier berganda.

Multikolinieritas adalah suatu keadaan dimana variabel-variabel bebas dalam persamaan regresi linier berganda mempunyai korelasi/ hubungan yang erat satu sama lain. Hal ini merupakan permasalahan yang perlu diperhatikan (sangat penting) dalam regresi linier karena dampak multikolinieritas dapat mengakibatkan koefisien regresi yang dihasilkan oleh analisis regresi menjadi sangat lemah atau tidak dapat memberikan hasil analisis yang mewakili sifat atau pengaruh dari variabel bebas yang bersangkutan (Hines dan Montgomery, 1990). Biasanya masalah multikolinieritas ini muncul diantaranya, apabila regresi linier berganda mempunyai persamaan dengan nilai koefisien determinasi atau  $R^2$  yang tinggi atau sangat tinggi dan F hitung tinggi tetapi banyak variabel bebas yang tidak signifikan.

Untuk mengatasi masalah multikolinieritas ini bisa diminimalisir dengan cara, antara lain dengan memperbanyak/ menambah jumlah data atau menghilangkan variabel bebas yang memiliki kolinieritas tinggi atau dapat juga digunakan teknik lain tanpa harus mengeluarkan variabel bebas yang terlibat hubungan kolinier, yaitu dengan metode *Principal Component Analysis (PCA)* atau Analisis Komponen Utama.

Dalam paper ini akan dibahas multikolinieritas yang diaplikasikan pada model badai geomagnet berdasarkan medan magnet antar planet dan kecepatan angin matahari.

### 2. DATA DAN METODE

Data yang digunakan untuk keperluan penelitian ini adalah data indeks Dst (Disturbanced storm time) sebagai indikator badai geomagnet dengan intensitas lebih kecil dari (-100) nT, medan magnet antar planet Bz dalam satuan nanoTesla dan data kecepatan angin matahari (km/detik) pada waktu yang bersamaan, tahun 1998 sampai dengan 2000. Ketiga parameter tersebut diperoleh dari hasil pengamatan spacecraft ACE (Watari, 2004), atau dapat juga diperoleh dari situs internet dengan alamat <http://www.wdc.rl.ac.uk>.

Metoda yang digunakan adalah paket program SPSS, multikolinieritas dari suatu model regresi linier multipel/ berganda. Untuk mengetahui ada tidaknya multikolinieritas atau hubungan antara variabel bebas dengan variabel bebas lainnya dari suatu regresi linier berganda, dilakukan perhitungan dengan menggunakan nilai toleransi atau VIF (Variance Inflation Factor) yang diformulasikan sebagai:

$$\text{Toleransi (TOL)} = \frac{1}{\text{VIF}} = 1 - R^2 \quad (2.1)$$

$$\text{sehingga: } VIF = \frac{1}{1 - R^2} \quad (2.2)$$

dengan  $R^2$  menunjukkan koefisien determinasi

dengan kriteria apabila nilai TOL kurang dari 0,10 atau 0,20 dan nilai VIF melebihi 5 atau 10 maka hal ini menunjukkan adanya masalah multikolinieritas antara variabel bebasnya (O' Brien, 2007). Atau nilai TOL seperti berikut:

$$\text{TOL} = \begin{cases} 1 \text{ (satu) Jika X tidak berkorelasi dengan regresor lainnya} \\ 0 \text{ ( nol ) Jika X berkorelasi dengan regresor lainnya,} \\ \text{sehingga terjadi korelasi sempurna.} \end{cases} \quad (2.3)$$

Nilai TOL dan nilai VIF bisa diperoleh setelah melakukan perhitungan regresi linier berganda (Cohen, et al., 2003), seperti yang di uraikan dalam persamaan (2.4) hingga persamaan (2.10), yang diformulasikan sebagai:

$$Y_i = b_0 + b_1 X_{i1} + b_2 X_{i2} \quad (2.4)$$

dengan  $Y_i$  menunjukkan badai geomagnet sebagai variabel tidak bebas pada pengamatan ke- $i$  dan  $X_{i1}$  serta  $X_{i2}$  adalah parameter antar planet, medan magnet Bz pada pengamatan ke- $i$  dan parameter matahari, kecepatan matahari  $V_i$  pada pengamatan ke- $i$  sebagai variabel bebas dan  $b_0$ ,  $b_1$  dan  $b_2$  adalah koefisien regresi. Untuk memudahkan perhitungan, dengan menggunakan  $x_1 = X_1 - \bar{X}$ ,  $x_2 = X_2 - \bar{X}$  dan  $y = Y - \bar{Y}$ , maka persamaan (2.4) menjadi :

$$Y = b_1 x_1 + b_2 x_2 \quad (2.5)$$

Dengan menggunakan kuadrat terkecil (untuk kesederhanaan penulisan indek- $i$  untuk semua variabel dihilangkan), diperoleh koefisien-koefisien:

$$b_1 = \frac{(\sum x_2^2)(\sum x_1 y) - (\sum x_1 x_2)(\sum x_2 y)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2} \quad (2.6)$$

$$b_2 = \frac{(\sum x_1^2)(\sum x_2 y) - (\sum x_1 x_2)(\sum x_1 y)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2} \quad (2.7)$$

**UJI MULTIKOLINERITAS UNTUK BADAI GEOMAGNET  
BERDASARKAN MEDAN MAGNET ANTAR PLANET  
DAN KECEPATAN ANGIN MATAHARI**

Sedangkan  $b_0$  dihitung dengan menggunakan :

$$b_0 = \bar{Y} - b_1\bar{X}_1 - b_2\bar{X}_2 \quad (2.8)$$

dengan  $\bar{Y}$  dan  $\bar{X}$  adalah rata-rata  $Y$  dan rata-rata  $X$

Selanjutnya, untuk menghitung koefisien determinasi antara variabel  $X$  dan  $Y$  :

$$R_{z.12}^2 = \frac{r_{z1}^2 + r_{z2}^2 - 2r_{z1}r_{z2}r_{12}}{1 - r_{12}^2} \quad (2.9)$$

dengan:

$r_{z1}$  = koefisien korelasi antara  $Y$  dan  $X_1$

$r_{z2}$  = koefisien korelasi antara  $Y$  dan  $X_2$

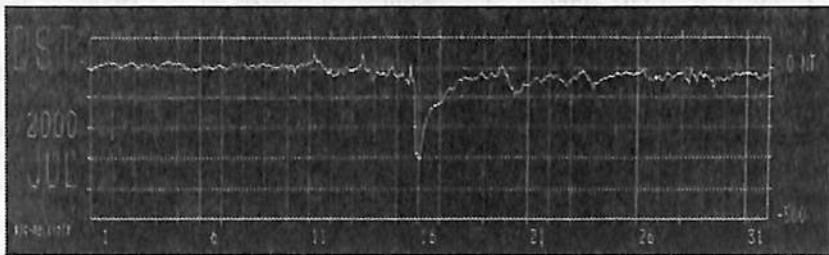
$r_{12}$  = koefisien korelasi antara  $X_1$  dan  $X_2$

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

$$r = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (2.10)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai gambaran, intensitas indeks Dst yang diperoleh dari hasil perhitungan gabungan komponen medan magnet horizontal dari beberapa stasiun pengamat geomagnet dapat ditunjukkan seperti yang terlihat pada Gambar berikut.



Gambar 3.1. Intensitas Indeks Dst yang terjadi pada tanggal 15 Juli 2000

Gambar 3.1 menunjukkan terjadinya penurunan intensitas indeks Dst saat terjadinya badai geomagnet pada tanggal 15 Juli 2000.

Dari hasil pemilihan data indeks Dst yang terpilih dengan intensitas lebih kecil (-100) nT, diperoleh 29 kejadian badai geomagnet dari tahun 1998 hingga 2000. Demikian juga dengan data medan magnet antar planet dan data kecepatan angin

matahari pada waktu yang bersamaan/ simultan dengan kejadian badai geomagnet dari tahun 1998 hingga 2000 dikumpulkan, seperti yang terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Tanggal Kejadian Badai Geomagnet yang ditunjukkan dengan Indeks Dst, Magnet antar Planet ( $B_z$ ) dan Kecepatan Angin Matahari ( $V$ ) Tahun 1998-2000

No	Tanggal Kejadian	Indeks Dst	$B_z$	Kecepatan 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
18	11 02 2000	-169	-14.7	636
19	06 04 2000	-321	-22.9	845
20	23 05 2000	-147	-22.9	517
21	15 07 2000	-300	-42.8	1458
22	10 08 2000	-103	-13.0	
23	11 08 2000	-237	-25.8	829
24	17 09 2000	-172	-21.3	870
25	04 10 2000	-192	-21.4	523
26	12 10 2000	-110	-13.2	879
27	28 10 2000	-113	-16.5	570
28	06 11 2000	-159	-11.5	662
29	10 11 2000	-104	-7.70	1313
30	29 11 2000	-130	-11.7	531

Berdasarkan Tabel 3.1 dengan menggunakan persamaan (2.4) sampai dengan (2.10) diperoleh:

$$Dst = -18,643 + 5,412B_z - 0,056V$$

**UJI MULTIKOLINERITAS UNTUK BADAI GEOMAGNET  
BERDASARKAN MEDAN MAGNET ANTAR PLANET  
DAN KECEPATAN ANGIN MATAHARI**

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  $R^2 = 0.58$

Untuk mendeteksi adanya multikolinieritas dari model *Dst* tersebut dihitung dengan menggunakan paket program SPSS atau persamaan (2.1) sampai dengan (2.3), diperoleh:

Tabel 3.2 Nilai Toleransi dan VIF

Variabel Bebas	Kolinieritas	
	Toleransi	VIF
(1)	(2)	(3)
IMF ( $X_1$ )	0.928	1.077
Kecepatan Angin M ( $X_2$ )	0.928	1.077

Dari Tabel 3.2 terlihat bahwa nilai toleransi dan VIF untuk kedua variabel IMF dan kecepatan angin matahari bernilai sekitar 1, yaitu masing-masing 1,077. Demikian juga nilai toleransinya berkisar nilai 1, tepatnya 0,928 baik untuk IMF maupun untuk kecepatan angin surya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa model regresi linier berganda badai geomagnet berdasarkan medan magnet antar planet dan kecepatan angin matahari tidak mengalami gangguan multikolinieritas. Artinya, model badai geomagnet tersebut dapat digunakan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis regresi linier berganda diperoleh model dengan persamaan  $Dst = -18,643 + 5,412 Bz - 0,056 V$  dengan *Dst* menunjukkan badai geomagnet, *Bz* menunjukkan medan magnet antar planet dan *V* menunjukkan kecepatan angin surya serta koefisien korelasi  $r = 0,76$  atau koefisien determinasi  $R$  kuadrat = 0,58.

Dari hasil pengujian multikolinieritas dari medan magnet antar planet dan kecepatan angin surya, diperoleh nilai toleransi dan VIF sekitar 1, tepatnya 1,077 dan 0,928 baik untuk medan magnet antar planet maupun kecepatan angin surya. Artinya, model badai geomagnet berdasarkan medan magnet antar planet dan kecepatan angin surya tidak memiliki masalah multikolinieritas dengan perkataan lain model badai geomagnet tersebut dapat digunakan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- 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
- Hines, W.W. and D. C. Montgomery, 1990, *Probability and Statistics in Engineering And Management Science*, 3<sup>rd</sup> ed, John Wiley & Sons, Singapore

- O'Brien, Robert M., 2007, *A Caution Regarding Rules of Thumb for Variance Inflation Factors*, Quality and Quantity 41(5)673-690.
- Santoso, A., Habirun, Rachyany, S., dan Bangkit, Harry, 2008, *Karakteristik Sudden Commencement dan Sudden Impulse Di SPD Biak Periode 1992-2001*, Jurnal Sains Dirgantara, Vol. 6 No. 1, Desember 2008
- 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.