

# ANALISIS TINGKAT GANGGUAN VARIASI HARIAN KOMPONEN H KAITANNYA DENGAN ANGIN SURYA

Habirun

Pusat Sains Antariksa-LAPAN  
Em-ail : e\_habirun@yahoo.com

## Abstrak

Analisis variasi harian komponen H ditentukan berdasarkan efek aktivitas berbagai gangguan jangka pendek, terutama akibat kecepatan angin surya mempengaruhi variasi harian komponen H geomagnet. Efek/dampak gangguan akibat interaksi energi angin surya yang ditimbulkan oleh aktivitas matahari, seperti akibat aktivitas *flare*, CME (*Coronal Mass Ejection*) dan *Coronal hole* adalah berfluktuasinya karakteristik variasi harian komponen H yang kompleks dan dinamis. Kondisi variasi harian komponen H tersebut dianalisis menggunakan metode kemungkinan maksimum (*Maximum Likelihood Method*). Efek gangguan pada variasi harian komponen H diketahui apabila dikaitkan dampak variasi harian (*diurnal variation*) berperiode 24, 12 dan 6 jam. Hal ini akibat dibentuk pengaruh dinamika arus dinamo atmosfer berkaitan pola hari tenang geomagnet Sq. Hasil analisis dampak gangguan variasi harian komponen H akibat pengaruh kecepatan angin surya dari 321 hingga 360 km/detik pada peristiwa 27 Oktober 2000 tidak ada perubahan. Demikian pula pada peristiwa 28 Oktober 2000 perubahan kecepatan angin surya dari 311 hingga 415 km/detik, kecepatan angin surya meningkat dan variasi harian komponen H terdepresi hingga terjadi penurunan.

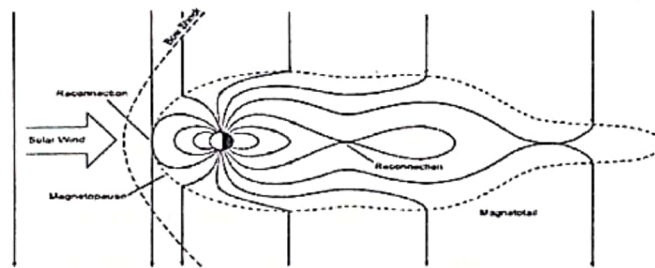
**Kata kunci :** analisis, variasi harian komponen H, Maximum Likelihood

## 1. PENDAHULUAN

Variasi harian komponen H geomagnet dipengaruhi berbagai aktivitas gangguan seperti dari aktivitas matahari, permukaan bumi dan medan magnet Bumi itu sendiri. Sedangkan efek gangguan yang analisis pada uraian ini difokuskan pada gangguan aktivitas matahari jangka pendek, terutama pada gangguan yang bersifat temporal seperti dampak aktivitas Flare, CME (*Coronal Hole Mass Ejection*) dan *Coronal Hole* yang menimbulkan badai magnet. Apabila terjadi badai magnet maka terjadi rekoneksi akibat persinggungan antara garis gaya medan magnet dan garis gaya medan magnet antar planet IMF (*Interplanetary Magnetic Field*). Dengan peristiwa rekoneksi sehingga medan magnet bumi mengakibatkan kerusakan atau berlubang, dari lubang itu partikel-

partikel masuk dengan perantaraan kecepatan angin surya dari matahari ke Atmosfer Bumi yang memicu timbulnya badai magnet (lihat gambar 1).

Selain dampak gangguan temporal di atas terdapat pula dampak gangguan berperiodik jangka panjang seperti siklus bilangan sunspot sekitar 11 tahun. Demikian pula dampak variasi harian berperiode 24, 12 dan 6 jam akibat pengaruh dinamika arus dinamo atmosfer berkaitan pola hari tenang  $S_q$  geomagnet. Dengan tingkat kecepatan angin surya mempengaruhi variasi harian komponen H yang diketahui maka dapat digunakan sebagai dasar analisis menggunakan metode kemungkinan maksimum. Melalui metode ini, bila kecepatan angin surya diketahui pada saat tertentu maka variasi harian komponen H dapat ditentukan.



Gambar 1: Aktivitas angin surya (solar wind) mempengaruhi medan magnet bumi (geomagnet) pada saat terjadi badai magnet akibat peristiwa rekoneksi.

## 2. DATA OBSERVASI

Sebelum dibahas metode kemungkinan maksimum, terlebih dahulu diuraikan perolehan data pengamatan dan tingkat gangguan variasi harian komponen H geomagnet. Data pengamatan yang digunakan dari stasiun pengamat geomagnet LAPAN Biak, sebagai ilustrasi analisis digunakan data 27-28 Oktober 2000. Uraian data pengamatan secara matematis dirumuskan pada bagian 2.1.

## 3. METODOLOGI

Data pengamatan dijabarkan secara matematis melalui komponen  $H(t)$  pada waktu ke- $t$  McPherron (2005) adalah:

$$H(t) = H_0(t) + Sq(t) + D(t) \quad \dots (1)$$

$H_0(t)$  adalah medan magnet utama,  $Sq(t)$  adalah pola hari tenang dan  $D(t)$  adalah tingkat gangguan variasi harian komponen  $H(t)$ . Variasi harian komponen  $H(t)$  diruraikan sebagai.

$$\Delta H(t) = H(t) - H_0(t) = Sq(t) + D(t) \quad \dots (2)$$

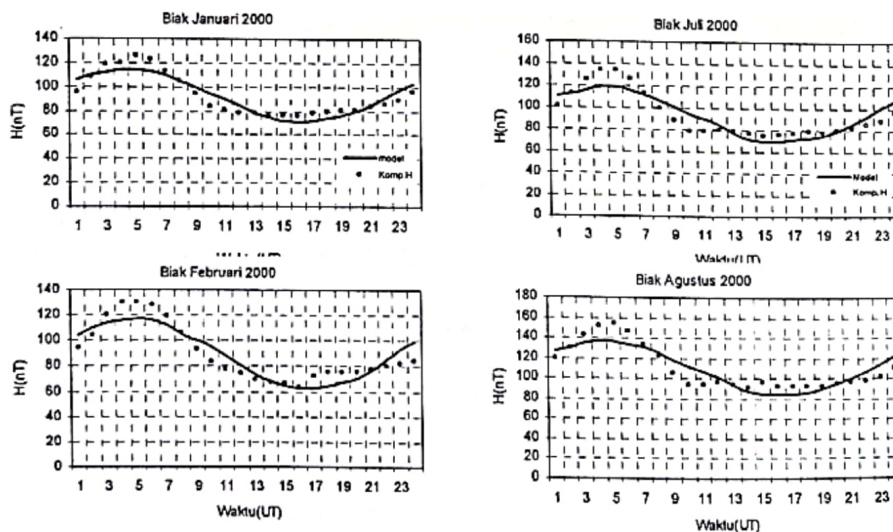
tingkat gangguan ditentukan oleh

$$\Delta H(t) - Sq(T,H) = D(t) \quad \dots (3)$$

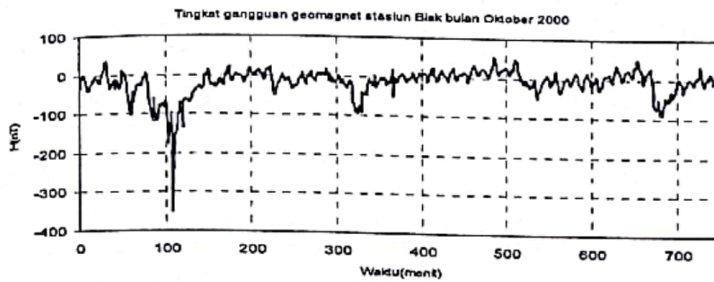
Model pada harian tenang  $Sq(T,M)$  waktu  $T$  dan Bulan  $M$  menggunakan analisa Harmonik ganda dirumuskan sebagai;

$$Sq(T, M) = \sum_{m=1}^6 \sum_{n=1}^6 A_{m,n} \cos(mT + \alpha_m) \cos(nM + \beta_n) \quad \dots (4)$$

dengan sudut fasa  $\alpha$  dan  $\beta$  ke- $m$  dan  $n$  yang dikaitkan terhadap periode variasi harian berperiode 24, 12 dan 6 jam. Analisis menggunakan persamaan (4) lihat gambar 2, kemudian hasil perhitungan disubstitusikan pada persamaan (3) sehingga diperoleh tingkat gangguan  $D(t)$  yang dinyakan pada gambar 3.



**Gambar 2** : Model variasi harian komponen H pola hari tenang (garis) dibandingkan terhadap data pengamatan ( titik) dari stasiun pengamat geomagnet Biak dari bulan Januari, Februari, Juli dan Agustus 2000



Gambar 3 : Data tingkat gangguan  $D(t)$  variasi harian komponen H geomagnet setelah variasi harian pola hari tenang dikeluarkan pada bulan Oktober 2000 dari stasiun pengamat geomagnet Biak

### 3.1 Kaitan Angin Surya Terhadap Tingkat Gangguan $D(t)$

Barisan data tingkat gangguan gambar 3 berubah acak akibat dampak berbagai gangguan antara lain akibat dampak kecepatan angin surya dan masing-masing tingkat gangguan dilakukan pengujian normalitas dengan toleransi 5% untuk memenuhi syarat penggunaan metode. Hasil pengujian masing-masing dampak tingkat gangguan mengikuti perubahan acak berdistribusi bevariate normal, oleh karena itu kedua barisan mengikuti distribusi gauss bersyarat Minamihara (1988) dengan rata-rata  $\mu_1$  dan  $\mu_2$  serta diviasi standar  $\sigma_1$  dan  $\sigma_2$  dengan matriks kovariansi  $V$  dan matriks komponen kovariansi  $\sigma_{11}$ ,  $\sigma_{12}$ ,  $\sigma_{21}$  dan  $\sigma_{22}$ .

Jika diambil  $n$  vektor dari peubah  $x_i$  dan  $y_i$  untuk  $i = 1, 2, \dots, n$  berdistribusi bevariate maka persamaan maksimum Likelihood dinyatakan oleh

$$f = f(y_1, x_1, y_2, x_2, \dots, y_n, x_n) = \frac{e^{-Q/2(1-\rho^2)}}{[2\pi\sqrt{(1-\rho^2)\sigma_{11}\sigma_{22}}]^n} \quad \dots (5)$$

dengan  $Q = \frac{\sum (x_i - \mu_1)^2}{\sigma_{11}} - 2\sigma_{12} \frac{\sum (x_i - \mu_1)(y_i - \mu_2)}{\sigma_{11}\sigma_{22}} - \frac{\sum (y_i - \mu_2)^2}{\sigma_{22}}$  dan nilai

korelasi dihitung  $\rho^2 = \sigma_{12}^2 / \sigma_{11}\sigma_{22}$ , konstanta-konstanta distribusi dihitung melalui persamaan (6). Hasil perhitungan itu disebut estimator konstanta-konstanta maksimum-likelihood tingkat gangguan.

$$\begin{aligned}\hat{\mu}_1 &= \frac{1}{n} \sum x = \bar{x} & \hat{\mu}_2 &= \frac{1}{n} \sum y = \bar{y} & \hat{\sigma}_{11} &= \frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2 \\ \hat{\sigma}_{22} &= \frac{1}{n-1} \sum (y - \bar{y})^2 & \hat{\sigma}_{12} &= \frac{1}{n-1} \sum (x - \bar{x})(y - \bar{y}) & \dots & (6)\end{aligned}$$

Dengan hasil-hasil perhitungan konstanta di atas diperoleh rata-rata bersyarat, jika kecepatan angin surya diketahui maka perubahan variasi harian komponen H dapat ditentukan melalui persamaan (7).

$$E(y/x = X) = \mu_2 - \frac{\sigma_{12}}{\sigma_{11}} \mu + \frac{\sigma_{12}}{\sigma_{11}} X \quad \dots (7)$$

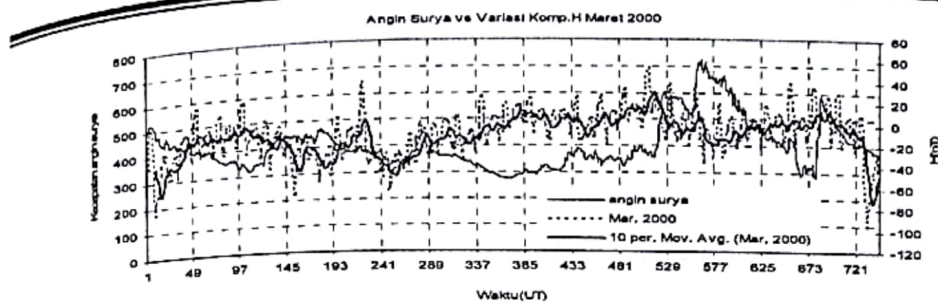
Hasil perhitungan persamaan (7) merupakan fungsi estimator maksimum likelihood sesuai perubahan kecepatan angin surya diketahui sehingga perubahan variasi harian komponen H langsung dapat ditentukan.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil dan pembahasan diuraikan tentang hasil-hasil analisis yang diperoleh dari bagian 3.1 dengan kaitan angin surya terhadap perubahan tingkat gangguan D(t) geomagnet. Kemudian dalam analisis perubahan kecepatan angin surya diketahui, perubahan tingkat gangguan variasi harian komponen H secara matematis dapat dihitung. Hasil-hasil analisis selengkapnya dapat dilihat pada bagian 4.1 dan 4.2

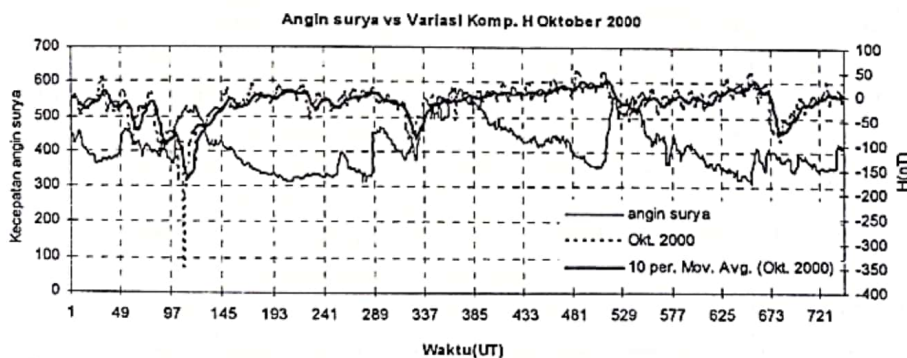
##### 4.1 Dampak Angin Surya Pada Perubahan Tingkat Gangguan

Sesuai uraian sebelumnya pada bagian ini diuraikan analisis dampak antara kecepatan angin surya terhadap perubahan tingkat gangguan variasi harian komponen H. Menggunakan data tingkat gangguan variasi harian komponen H bulan Maret dan Oktober tahun 2000. Hasil analisis yang diperoleh antara dampak perubahan kecepatan angin surya dibandingkan dengan perubahan tingkat gangguan variasi harian komponen H dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4a : Perilaku perubahan kecepatan angin surya dibandingkan terhadap tingkat gangguan variasi harian komponen H geomagnet bulan Maret 2000 dari stasiun pengamat geomagnet Biak

Pada gambar 4a menunjukkan perilaku keterkaitan antara kecepatan angin surya terhadap perubahan tingkat gangguan bulan Maret 2000. Demikian pula dinyatakan gambar 4b menunjukkan perilaku kecepatan angin surya terhadap perubahan tingkat gangguan bulan Oktober 2000. Dengan perilaku yang ditunjukkan perubahan kecepatan angin surya terhadap perubahan tingkat gangguan variasi harian komponen H geomagnet umumnya berkorelasi negatif.

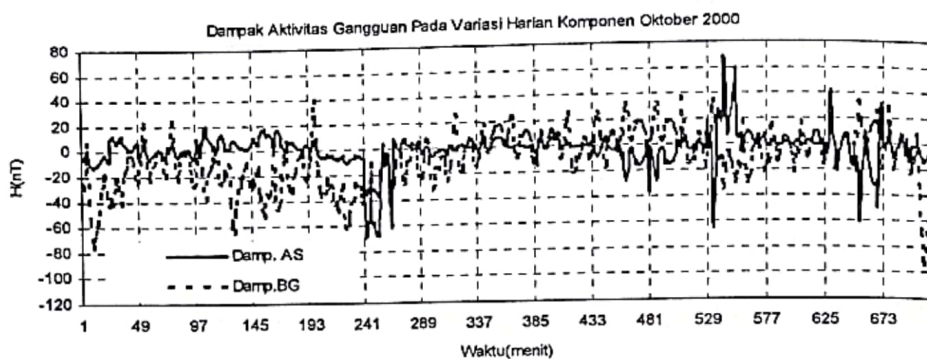


Gambar 4b : Perilaku perubahan kecepatan angin surya dibandingkan terhadap tingkat gangguan variasi harian komponen H geomagnet bulan Oktober 2000 dari stasiun pengamat geomagnet Biak.

#### 4.2 Hubungan Kausal Kecepatan Angin Surya Dengan Tingkat Gangguan D(t)

Berdasarkan hubungan kausal kecepatan angin surya dengan variasi harian komponen H yang ditunjukkan Gambar 1 sehingga persamaan (5) dapat digunakan menghitung perubahan tingkat gangguan variasi harian komponen H. Menggunakan metode kemungkinan maksimum Habirun (2011). Hasil analisis perubahan tingkat gangguan variasi harian komponen H akibat dampak kecepatan angin surya dapat

dilihat pada gambar 5 dan gambar 6. Pada gambar 5 menunjukkan dampak kecepatan angin surya terhadap terhadap aktivitas gangguan jangka pendek pada variasi harian komponen H bulan Oktober 2000. Sedangkan gambar 6 menunjukkan dampak kecepatan angin surya terhadap pengaruh aktivitas berbagai gangguan jangka pendek pada variasi harian komponen H tanggal 27 hingga 30 Oktober 2000.



**Gambar 5 :** Perbandingan antara data dampak berbagai gangguan (titik-titik) terhadap kecepatan angin surya (garis tebal) mempengaruhi variasi harian komponen H geomagnet Oktober 2000 dari stasiun pengamat geomagnet Biak

Data kecepatan angin surya yang diambil untuk analisis berdasarkan dari <http://omnweb.gsfc.nasa.gov/from/dxi.htm> mempengaruhi variasi harian komponen H jangka pendek. Kecepatan angin surya stabil, melemah, moderate dan meningkat mempengaruhi variasi harian komponen H menunjukkan pola bervariasi. Kuantitas kecepatan angin surya yang ditunjukkan pada tabel 1 dan hasil analisis dampak kecepatan angin surya pada variasi harian komponen H (lihat gambar 6). Pada tabel 1 kolom 2 menunjukkan perubahan kecepatan angin surya dan pada kolom 3 dan 4 masing-masing data dari 24 jam diambil terkecil dan terbesar serta kolom 5 setiap barisan disusun dari terkecil hingga terbesar kemudian diambil nilai tengahnya. Kemudian masing-masing dampak kecepatan angin surya pada variasi harian komponen H jangka pendek secara umum dapat dilukiskan pada gambar 6.

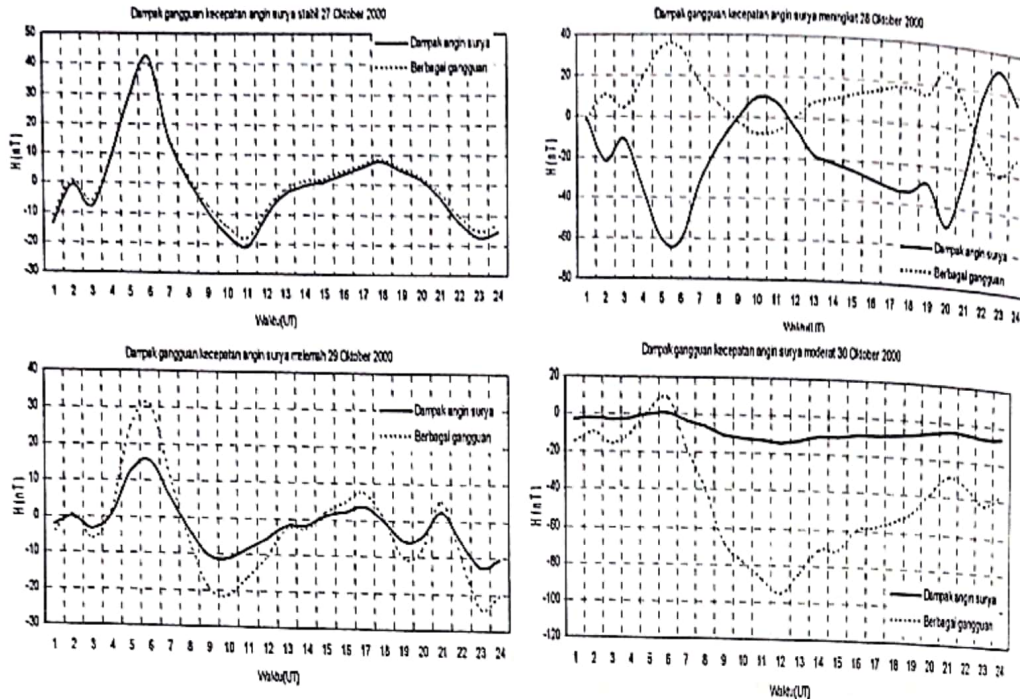
Hasil analisis dampak gangguan kecepatan angin surya dari berbagai aktivitas gangguan yang berpengaruh sangat menarik untuk dianalisis perilakunya. Mengingat

setiap kondisi yang berbeda menunjukkan pola yang berbeda pula (lihat gambar 6). Kita perhatikan hasil analisis pada tanggal 27 oktober 2000, kecepatan angin surya kondisi stabil dari kecepatan dari 321 hingga 360 km/detik. Sedangkan pada tanggal 28 Oktober 2000 pada saat kecepatan angin surya meningkat dari kecepatan 311 hingga 415 km/detik berlawanan. Lain halnya pada saat terjadi badai magnet lemah tanggal 30 Oktober 2000 hingga variasi harian komponen H mengalami penurunan hingga sekitar -86nT. Analisis perubahan tingkat gangguan variasi harian komponen H akibat dampak kecepatan angin surya dan berbagai aktivitas gangguan lebih kuat dari pada dampak kecepatan angin surya.

Tabel 1 : Kuantitas perubahan kecepatan angin surya dalam satuan km/detik tanggal 27 hingga 31 Oktober 2000 yang digunakan untuk menganalisis data dampak gangguan variasi harian komponen H geomagnet

No	Kondisi	Perubahan	Min	Maks	Median	Peristiwa
	1	2	3	4	5	6
1	Stabil	39	321	360	344	27 Oktober 2000
2	Meningkat	104	311	415	372.5	28 Oktober 2000
3	Melemah	59	346	405	382	29 Oktober 2000
4	Melemah	45	350	395	370.5	30 Oktober 2000
5	Moderate	78	350	428	356	31 Oktober 2000





Gambar 6 : Gangguan kecepatan angin surya (garis) dan dampak gangguan (titik-titik) mempengaruhi variasi harian komponen H geomagnet dari stasiun pengamat geomagnet Biak tanggal 27 hingga 30 Oktober 2000.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan tingkat gangguan variasi harian komponen H jangka pendek dipengaruhi kecepatan angin surya dan dampak berbagai aktivitas gangguan, terutama pada kondisi kecepatan angin surya stabil, melemah, moderate dan meningkat. Dapat disimpulkan bahwa hasil analisis masing-masing kondisi kecepatan angin surya cukup berfluktuasi. Terutama tanggal 27 Oktober 2000 kecepatan angin surya pada kondisi stabil dari kecepatan 321 hingga 360 km/detik menunjukkan kedua dampak gangguan itu stabil. Sedangkan pada tanggal 28 Oktober 2000 saat kecepatan angin surya meningkat dari 311 hingga 415 km / detik berfluktuasi berlawanan. Lain halnya pada saat terjadi badai magnet lemah tanggal 30 Oktober 2000 hingga variasi harian komponen H mengalami penurunan hingga sekitar -86nT. Menurut hasil analisis perubahan tingkat gangguan variasi harian komponen H akibat dampak kecepatan angin surya dan berbagai aktivitas gangguan berfluktuasi dari pada dampak kecepatan angin surya.

DAFTAR PUSTAKA

Habirun., 2011. *Model dampak gangguan variasi harian komponen H menggunakan metode kemungkinan maksimum*, Prosiding Konferensi Nasional Sains dan Aplikasinya tahun 2011; hal. 1 – 6 Unisba Bandung

Minamihara, H., Otha M., Nishimura, M., and Takakuwa, Y., 1988. *A Detection method of the Correlation Function and Frequency Spectrum for Random Noise or Vibration with an Amplitude Limitation*, Proceedings of the First Indonesia – Japan Joint Meeting on Acoustics & Microwaves, August 10 – 12 Bandung, Indonesia.

Meloni A., De Michelis P., and Tozzi R., (2005). *Geomagnetic storm, dependence on solar and interplanetary phenomena : a review*, Mem., S. A., Lt., Vol. 76, 882@ Salt 2005.

McPherron R.L., (2005) *Calculation of the Dst index*, Presentation at LWS Workshop Fairfax, Virginia. Email: [rmcpherron@igpp.ucla.edu](mailto:rmcpherron@igpp.ucla.edu).

Zhou X, Y and F, S., 1998. *Prediction of recurrent geomagnetic disturbance by using adaptive filtering*, Earth Planets Space 50, 839 – 845 Japan