

ANALISIS INDEKS DISTURBANCES STORM TIME DENGAN KOMPONEN H GEOMAGNET

Sity Rachyany

Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN Bandung
E-mail: rachyan_mei@yahoo.com

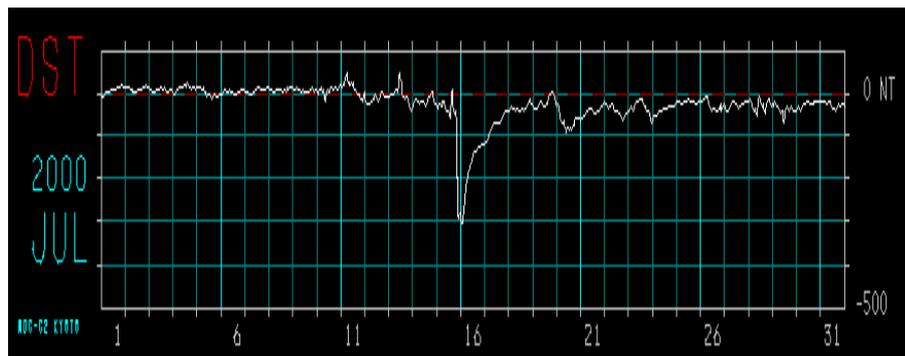
Abstrak

Indeks Disturbances storm time atau disingkat dengan Dst adalah suatu ukuran aktivitas geomagnet sebagai indikator terjadinya gangguan geomagnet yang dikenal dengan badai geomagnet. Sedangkan komponen H Biak adalah medan geomagnet yang diterima di stasiun Biak. Dengan menggunakan metoda korelasi Pearson dengan mengolah data komponen H geomagnet dan data indeks Dst saat terjadinya badai geomagnet tanggal 15 Juli 2000 dan 5 Oktober 2000 serta tanggal 5 Oktober 2001, diperoleh korelasi yang sangat tinggi sekitar 0,81 hingga 0,90. Artinya, indeks Dst sama dengan komponen H atau indeks Dst dapat mewakili medan geomagnet komponen H Biak.

Kata kunci: Indeks Disturbances storm time, komponen H geomagnet dan korelasi Pearson

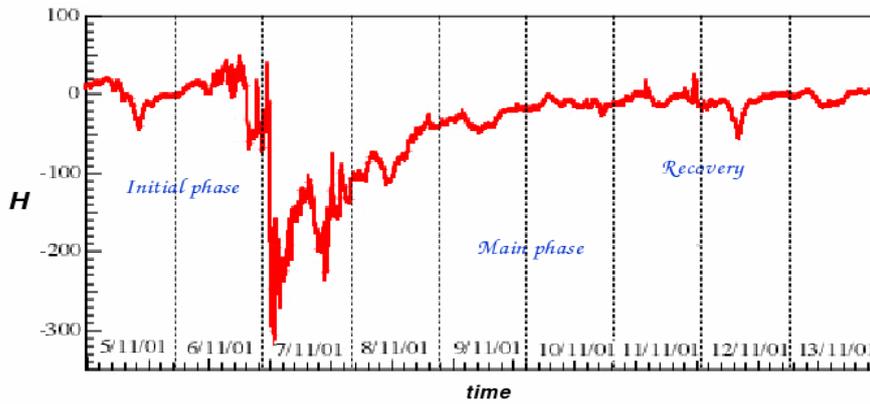
PENDAHULUAN

Indeks disturbed storm time atau yang disingkat dengan indeks Dst adalah suatu ukuran aktivitas geomagnet sebagai indikator terjadinya gangguan geomagnet yang dikenal dengan badai geomagnet. Badai geomagnet ditandai dengan menurunnya pergerakan intensitas pada indeks Dst. Sedangkan variasi komponen H adalah medan magnet lokal yang diterima di bumi dari setiap pengamatan geomagnet. Variasi komponen H bisa juga dikatakan sama dengan indeks Dst, karena bila dilihat selintas indeks Dst mempunyai pola yang serupa dengan pola medan geomagnet komponen H namun bila diamati lebih terperinci lagi terdapat perbedaan yang cukup besar antara indeks Dst dengan medan geomagnet komponen H. Untuk lebih jelasnya, sebagai contoh indeks Dst dapat diperlihatkan seperti yang terlihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Intensitas indeks Dst saat terjadinya badai geomagnet pada tanggal 15 Juli 2000

Sedangkan contoh komponen H geomagnet yang diperoleh dari stasiun Biak dengan lintang geografi ($270,30^{\circ}$ BT; $12,18^{\circ}$ LS) pada bulan November 2001, seperti yang terlihat dalam Gambar 2



Gambar 2. Pergerakan medan geomagnet komponen horizontal (H) selama terjadinya badai geomagnet

Dari Gambar 2 terlihat bahwa pergerakan medan geomagnet komponen H saat terjadinya badai geomagnet. Saat terjadinya badai geomagnet ditandai oleh tiga fase kejadian, yaitu fase awal (initial phase), fase utama (main phase) dan fase pemulihan (recovery phase). Selanjutnya, intensitas badai geomagnet dapat diklasifikasikan dalam 4 kelas (Loewe dan Prolls, 1997), seperti yang terlihat pada Tabel 1

Tabel 1
Klasifikasi badai geomagnet berdasarkan besarnya intensitas Dst

| No. | Klasifikasi Dst | Intensitas Dst |
|-----|-----------------|------------------------|
| 1. | Lemah | $-50 \leq Dst < -30$ |
| 2. | Sedang | $-100 \leq Dst < -50$ |
| 3. | Kuat | $-200 \leq Dst < -100$ |
| 4. | Sangat kuat | $Dst < -200$ |

Dalam makalah ini akan dibahas sampai seberapa jauh kesamaan/ perbedaan antara ke dua parameter tersebut dengan cara menghitung korelasi antara indeks Dst dengan komponen H geomagnet. Untuk mencapai tujuan tersebut digunakan tiga kejadian badai geomagnet yang cukup besar yang terjadi pada tanggal 15 Juli 2000 dan 5 Oktober 2000 serta tanggal 21 Oktober 2001 dengan menggunakan data indeks Dst dan data komponen H yang diperoleh dari stasiun pengamat geomagnet Biak ($270,30^\circ$ BT; $12,18^\circ$ LS).

DATA DAN METODA

Data yang dipergunakan untuk keperluan ini adalah data jam-an indeks Dst (Disturbances storm time) selama 3 (tiga) hari berturut-turut dari tiga kejadian badai geomagnet yang diamati pada tanggal 15 Juli 2000 dan 5 Oktober 2000 serta tanggal 21 Oktober 2001. Data indeks Dst ini diperoleh dari situs internet dengan alamat, <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/omniweb>. Selain data indeks Dst, digunakan juga data komponen H (dalam menit-an) pada waktu yang bersamaan dengan data indeks Dst yang diperoleh dari stasiun pengamat geomagnet Biak dengan lintang geografi ($270,30^\circ$ BT; $12,18^\circ$ LS).

Metoda yang digunakan untuk keperluan penelitian ini adalah metoda korelasi product moment/ Pearson, untuk mengetahui keterkaitan antara satu variabel dengan variabel lainnya (Bevington, 1969). Secara matematis dapat dinyatakan sebagai :

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \dots\dots\dots (1)$$

dengan: $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ dan $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$

\bar{X} dan \bar{Y} adalah rata-rata hitung, dalam hal ini rata-rata indeks Dst dan rata-rata komponen H geomagnet.

Pengujian keterkaitan antara kedua variabel, komponen H geomagnet dan indeks Dst adalah dengan hipotesis sebagai:

Ho: keterkaitan antara indeks Dst dan komponen H geomagnet sama dengan nol ($r = 0$)

Ha: keterkaitan antara indeks Dst dan komponen H geomagnet tidak sama dengan nol ($r \neq 0$)

Dengan menggunakan uji t (Sudjana, 1982) yang dirumuskan sebagai:

$$t_{hitung} = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{(1-r^2)}} \dots\dots\dots (2)$$

dengan r adalah koefisien korelasi dan n adalah banyaknya data pengamatan.

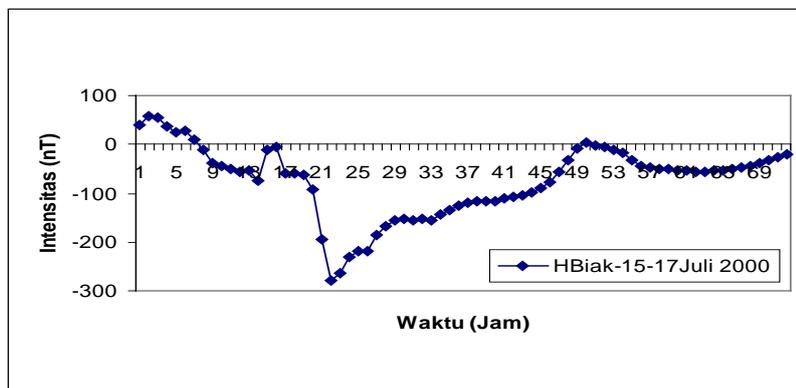
Untuk mengetahui signifikansi besarnya keterkaitan antara indeks Dst dan komponen horizontal H geomagnet, t_{hitung} yang diperoleh dari hasil perhitungan dibandingkan dengan nilai t_{tabel} yang diperoleh dari tabel distribusi t (Wei Williem W. S., 1994) dengan kriteria:

Jika $-t_{tabel} < t_{hitung} < t_{tabel}$ maka Ho diterima

Jika $t_{hitung} < -t_{tabel}$ atau $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka Ho ditolak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

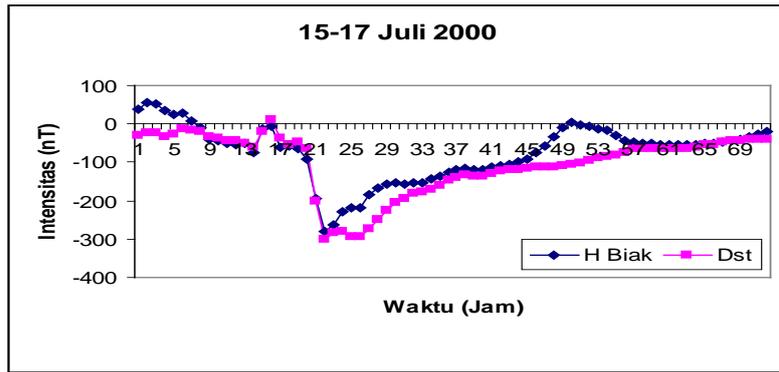
Data indeks Dst adalah data dalam jam-an sedangkan data komponen H geomagnet dari stasiun Biak adalah dalam menit-an. Untuk memudahkan perhitungan, data pengamatan variasi komponen H dalam menit-an dari stasiun Biak geomagnet disesuaikan dengan data variasi Dst dalam jam-an. Dengan menggunakan persamaan (2), rata-rata hitung maka data variasi komponen H Biak menjadi data jam-an, seperti yang terlihat dalam Gambar 1:



Gambar 1. Variasi komponen H Biak pada tanggal 15-17 Juli 2000 saat terjadinya badai geomagnet tanggal 15 Juli 2000

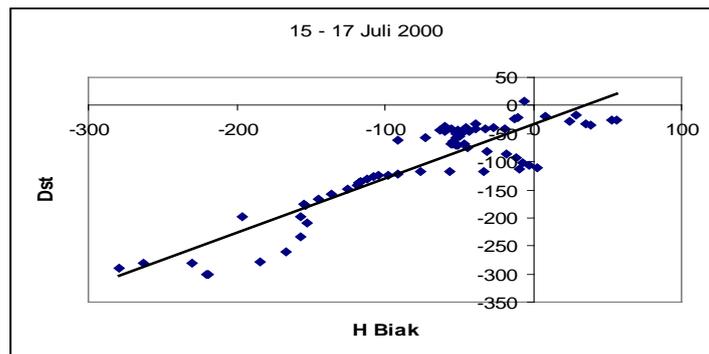
Gambar 1 menunjukkan variasi komponen H geomagnet dari stasiun Biak pada tanggal 15 hingga 17 Juli 2000 saat terjadinya badai geomagnet tanggal 15 Juli 2000 dengan intensitas maksimum sekitar -300 nano Tesla (nT).

Untuk melihat kesamaan/ perbedaan antara komponen H dengan indeks Dst pada waktu yang bersamaan dilakukan perbandingan dan melihat hubungan antara ke dua parameter tersebut, seperti yang terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



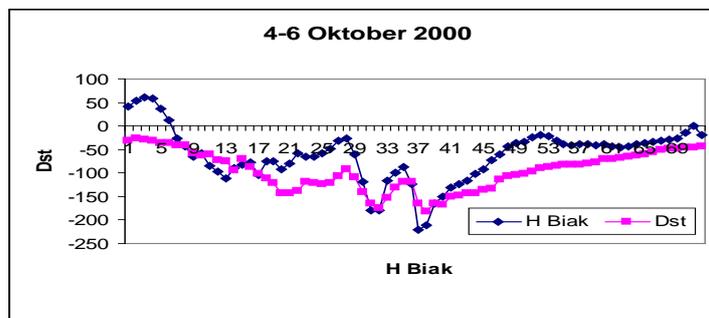
Gambar 2. Perbandingan variasi komponen H Biak dan indeks Dst saat terjadinya badai geomagnet tanggal 15 Juli 2000

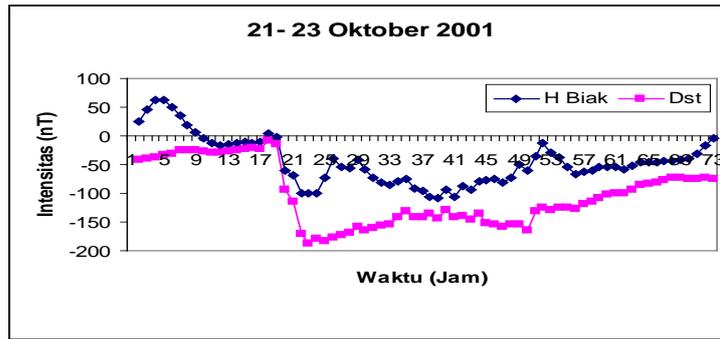
Dari Gambar 2 terlihat bahwa perbandingan variasi komponen H dengan variasi indeks Dst mempunyai pola yang serupa. Pada jam-jam tertentu terlihat adanya penyimpangan antara indeks Dst dengan komponen H Biak, seperti pada awal waktu sebelum terjadinya badai sekitar pukul (00-05.00) UT (Universal Time), sesudah terjadinya badai geomagnet sekitar pukul (21.00-04.00) UT dan saat pemulihan sekitar pukul (20.00-07.00) UT. Untuk melihat hubungan antara indeks Dst dengan komponen H pada tanggal 15 hingga 17 Juli 2000 dapat dilihat dalam Gambar 3 dengan sumbu mendatar menunjukkan intensitas komponen H Biak dan sumbu vertikal menunjukkan intensitas indeks Dst.



Gambar 3. Hubungan antara data indeks Dst dengan komponen H Biak pada tanggal 15 hingga 17 Juli 2000

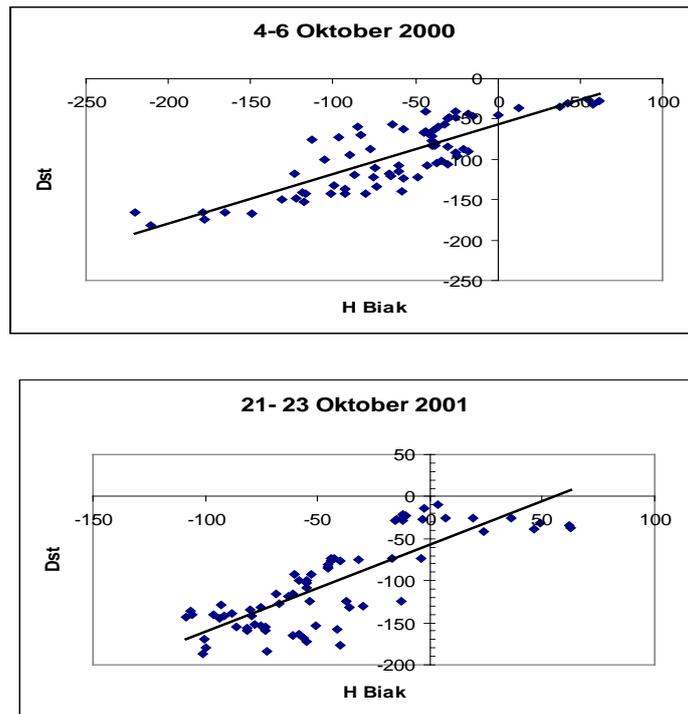
Dari Gambar 3 terlihat bahwa hubungan antara indeks Dst dengan komponen H cukup tinggi, menunjukkan hubungan yang linier. Dengan melakukan perhitungan yang sama untuk dua kejadian badai geomagnet berikutnya yang terjadi pada tanggal 5 Oktober 2000 dengan intensitas 220,2 nT (nanoTesla) dan badai geomagnet yang terjadi pada tanggal 21 Oktober 2001 dengan intensitas 178,0 nT diperoleh seperti yang terlihat pada Gambar 4 dan Gambar 5 berikut.





Gambar 4. Perbandingan antara Indeks Dst dengan komponen H Biak pada tanggal 4-6 Oktober 2000 (atas) dan 21-23 Oktober 2001(bawah)

Dari Gambar 4 (bagian atas) terlihat bahwa antara intensitas indeks Dst dengan komponen H terdapat penyimpangan pada jam-jam tertentu seperti pada saat terjadinya badai geomagnet tanggal 15 Juli 2000, pada pagi hari (awal waktu) sekitar pukul 00-05, pada saat sebelum terjadinya badai geomagnet dan saat pemulihan. Namun polanya serupa antara indeks Dst dengan komponen H. Demikian pula dengan kejadian badai geomagnet pada tanggal 21 Oktober yang diamati selama 3 hari dari tanggal 21 sampai dengan 23 Oktober 2001 mempunyai pola tidak jauh berbeda dengan 2 kejadian badai sebelumnya. Selanjutnya, hubungan antara indeks Dst dengan komponen H pada tanggal 4-6 Oktober 2000 dan 21-23 Oktober 2001, seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan antara indeks Dst dengan komponen H Biak tanggal 4-6 Oktober 2000 (atas) dan 21-23 Oktober 2001 (bawah)

Dari Gambar 5 terlihat bahwa hubungan antara indeks Dst dengan komponen H cukup tinggi. Hubungan ini tidak jauh berbeda dengan kejadian badai tanggal 5 Juli 2000.

Dengan menggunakan persamaan (1) dan (2) dari tiga kejadian badai geomagnet, diperoleh harga r (korelasi) dan t hitung (uji signifikansi) yang menunjukkan keterkaitan dan hasil uji keterkaitan / korelasi antara indeks Dst dan komponen H, seperti yang terlihat dalam Tabel 1.

Tabel 1
Perbandingan Nilai Dst dengan Komponen H Korelasi dan Hasil Pengujian
saat terjadinya badai geomagnet Tahun 2000 dan 2001

| No. (1) | Kejadian Badai (2) | Dst (nT) (3) | H (nT) (4) | Korelasi r (5) | t hitung (6) |
|------------|-----------------------|-----------------|---------------|-------------------|-----------------|
| 1. | 15 Juli 2000 | 300.0 | 279.4 | 0.90 | 17.27 |
| 2. | 5 Oktober 2000 | 220.2 | 182.0 | 0.83 | 12.45 |
| 3. | 21 Oktober 2001 | 187.0 | 100.9 | 0.81 | 11.56 |

Dari Tabel 1 terlihat bahwa pada saat terjadinya badai geomagnet pada tanggal 15 Juli 2000 dan 5 Oktober tahun 2000 serta tanggal 21 Oktober 2001, intensitas komponen H dalam kolom (4) lebih kecil dibandingkan dengan intensitas indeks Dst dalam kolom (3). Perbedaannya antara indeks Dst dan komponen H cukup besar, sekitar 20,6 nT untuk badai geomagnet yang terjadi pada tanggal 15 Juli 2000 dan sebesar 38,2 nT untuk badai geomagnet yang terjadi pada tanggal 5 Oktober 2000. Sedangkan perbedaan antara indeks Dst dengan komponen H pada tanggal 21 Oktober 2001 adalah sebesar 86,1 nT. Walaupun perbedaannya cukup besar namun korelasi antara indeks Dst dengan komponen H cukup tinggi, yaitu antara 0,81 sampai 0,90, seperti yang terlihat pada Tabel 1 kolom (5). Sedangkan kolom (6) menunjukkan hasil perhitungan uji korelasi. Setelah dibandingkan dengan tabel distribusi t, diperoleh t dari hasil perhitungan > t dari tabel, maka H_0 (=hipotesa) ditolak atau dengan kata lain hubungan kedua parameter tersebut signifikan. Artinya, indeks Dst sama dengan komponen H atau indeks Dst dapat mewakili medan geomagnet komponen H Biak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis indeks Dst dan komponen H geomagnet dari stasiun Biak dari tiga kejadian badai geomagnet pada tanggal 15 Juli 2000, 5 Oktober 2000 dan 21 Oktober 2001, diperoleh korelasi yang sangat tinggi antara indeks Dst dengan komponen H, yaitu sebesar 0,81 hingga 0,90. Dengan menggunakan uji korelasi, diperoleh bahwa hubungan antara indeks Dst dengan komponen H adalah signifikan, yang artinya indeks Dst dapat mewakili medan geomagnet komponen H Biak.

Daftar Rujukan

- Bevington, P., 1969, *Data reduction and error analysis for the physical sciences*, McGraw-Hill, New York.
- Loewe C. A dan Prolss G. W., 1997, *Classification and mean behaviour of magnetic storms*, J. Geophys. Res. A **102** 14209-14213.
- Wei, William W. S., 1994, *Time Series Analysis, Univariate and Multivariate methods*, Department of Statistics Temple University, Addison-wisley publishing Company, Inc.