

KORELASI GANGGUAN GEOMAGNET DAERAH EKUATOR DENGAN INDEKS Dst

Habirun

Peneliti Pusat Sains Antariksa-LAPAN

e-mail : e_habirun@yahoo.com

Abstrak. Variasi harian komponen H akibat dipengaruhi berbagai aktivitas gangguan, terutama pada saat terjadi badai magnet sangat berfluktuasi. Dampak gangguan pada variasi harian komponen H lokal dinotasikan dengan $D(t)$ dan dampak gangguan variasi harian komponen H global dinyatakan dengan indeks Dst. Pengolahan dan analisis data gangguan, untuk korelasi antara pola gangguan geomagnet lokal dengan indeks Dst dilakukan menggunakan metode statistik. Hasil analisis menunjukkan keterkaitan kuat antara pola gangguan geomagnet lokal dengan indeks Dst yaitu dari 0,91 sampai dengan 0,96. Hal ini memungkinkan kita untuk melakukan prediksi gangguan geomagnet lokal Indonesia menggunakan model prediksi yang dikembangkan oleh Lund.

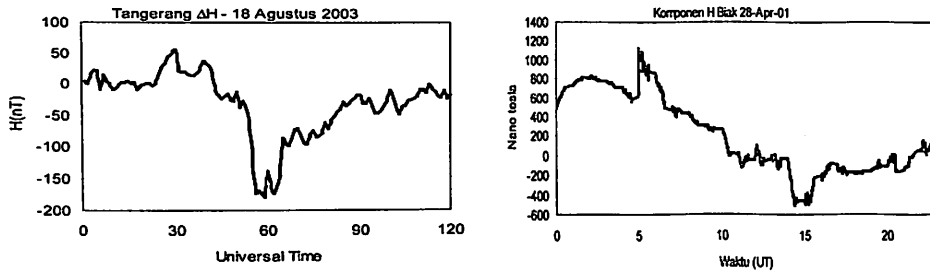
Kata kunci : pola gangguan, badai geomagnet, korelasi

Abstract. Daily variations of H component affected by disruption activities, particularly during magnetic storms is very fluctuating. Disturbance impact on the daily variation of the local component of H is denoted by $D(t)$ and the effects of disturbance daily variations in global H component represented by Dst index. Processing and analysis of data, to know correlation between the local geomagnetic pattern with Dst index done using statistical methods. The results of the analysis shown strong correlation between the local geomagnetic disturbance pattern with Dst index that is from 0.91 to 0.96. This allows us to predict the local geomagnetic disturbance Indonesia using predictive models developed by Lund.

Keyword: characteristic of disturbance, geomagnetic storm, correlation

1. Pendahuluan

Gangguan yang mempengaruhi variasi harian komponen H di daerah ekuator secara umum didominasi pengaruh aktivitas matahari dan arus cincin (*ring current*) Russel (2006). Oleh karena itu, variasi harian komponen H geomagnet khususnya di sekitar daerah ekuator membentuk pola yang didominasi oleh aktivitas matahari dan mengikuti periode variasi harian (*diurnal variation*). Salah satu pola gangguan geomagnet adalah badai geomagnet. Perlu diketahui bahwa terdapat 2 tipe badai geomagnet yaitu badai geomagnet tipe SC (*Storms Commencement*) yang dipicu oleh peristiwa flare dan CME dan tipe *Gradually Storm* (GS) yang dipicu oleh peristiwa *coronal hole*. Kedua tipe badai geomagnet tersebut dapat dilihat pada gambar 1-1.



Gambar 1-1. Variasi gangguan komponen H saat badai magnet dari data stasiun Tangerang 18-8-2003 (kiri), menunjukkan peristiwa semburan awan magnet matahari akibat *coronal hole*. Dan stasiun Biak 28-4-2001 (kanan) menunjukkan peristiwa semburan awan magnet matahari akibat CME.

Peristiwa *flare* di matahari, melontarkan partikel-partikel energetik menuju ke bumi dan ketika berinteraksi dengan magnetosfer dapat memecah medan geomagnet secara kuat dalam selang waktu yang sangat singkat (Suhartini, S., 1999) dan memicu timbulnya badai ionosfer (*ionospheric storm*) melalui sistem kopling magnetosfer-ionosfer-atmosfer (Tsurutani et al., 1990). Pada uraian ini dibahas karakteristik pola gangguan mempengaruhi variasi harian komponen H geomagnet lokal dan global daerah ekuator menggunakan metode statistik dari data variasi harian komponen H stasiun pengamat geomagnet Biak, stasiun pengamat geomagnet Tangerang dan indeks Dst stasiun pengamat geomagnet global.

2. Data dan Metode

Pada analisis karakteristik variasi harian komponen H daerah ekuator digunakan data geomagnet lokal dan data indeks Dst serta memperhatikan kondisi matahari melalui parameter komponen angin surya (*solar wind*)

2-1. Data

Data variasi harian komponen H geomagnet ekuator Indonesia berawal dari Balai Penjejukan dan Kendali Wahana Antariksa (BPKWA) LAPAN Biak dan stasiun pengamat geomagnet Tangerang tahun 2000 hingga 2004. Sedangkan untuk data variasi gangguan yang mempengaruhi variasi harian komponen H geomagnet global ekuator digunakan data indeks Dst. Data tersebut sebagai pendukung model prediksi indeks Dst yang disebut model Lund Dst (Henrik Lundsted, 2002) yaitu penentuan indeks Dst dengan berdasarkan kondisi angin matahari (B_z , n, V). Dengan model itu sehingga indeks Dst dapat diprediksi berdasarkan kondisi kecepatan angin matahari (*solar wind*) sebagai masukan model.

2-2. Metode Analisis Data

Data pengamatan variasi harian komponen $H(t)$ dengan $t =$ waktu, medan magnet utama $H_0(t)$, hari tenang $Sq(t)$ dan berbagai aktivitas gangguan $D(t)$ berdasarkan jабaran McPherron (2005) sebagai

$$H(t) = H_0(t) + Sq(t) + D(t) \quad 2-1$$

Sedangkan variasi harian komponen $H(t)$ ditentukan sebagai persamaan 2-2

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

dengan $\Delta H(t) = H(t) - H_0(t)$. Kemudian gangguan variasi harian komponen H yang berpola dieliminasi sebagai persamaan 2-3

$$\Delta H(t) - Sq(t) = D(t) \quad 2-3$$

Pola hari tenang $Sq(t)$ mengikuti berperiode variasi harian (*diurnal variation*) dan modelnya dijabarkan McPherron (2005) menggunakan analisis Harmonik ganda adalah

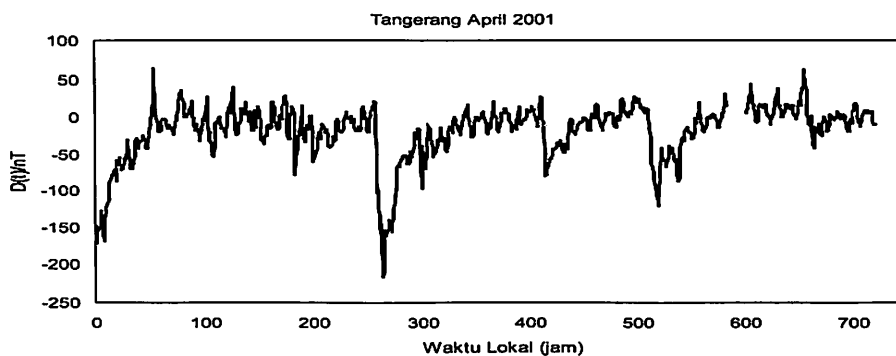
$$Sq(T, M) = \sum_{m=1}^6 \sum_{n=1}^6 A_{m,n} \cos(mT + \alpha_m) \cos(nM + \beta_n) \quad 2-4$$

Dengan $T =$ Waktu dan $M =$ bulan serta sudut fasa α dan β ke- m dan n yang dikaitkan terhadap periode variasi harian berperiode (24, 12 dan 6) jam. Hasil dianalisis menggunakan metode statistik, melalui model polinomial.

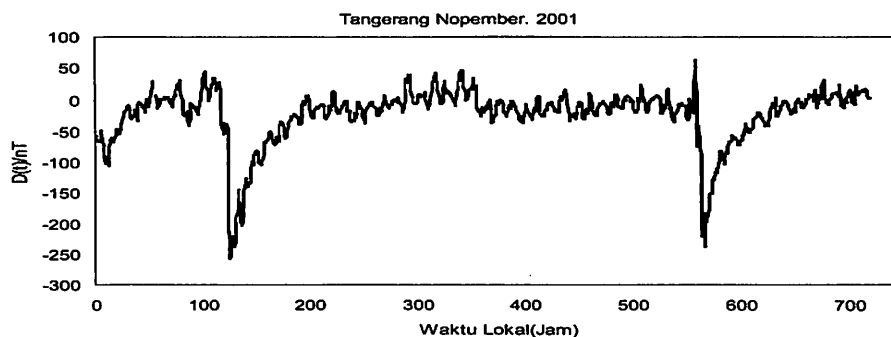
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil yang diuraikan dalam pembahasan variasi gangguan mempengaruhi variasi harian komponen H geomagnet difokuskan pada dampak badai magnet *Gradually Storm* (GS) dan badai magnet SC. Setelah itu identifikasi model dampak variasi gangguan hingga pada masa pemulihan badai magnet kondisi stabil. Data $D(t)$ gangguan variasi harian komponen H dari stasiun Biak bulan April 2001 dihitung melalui persamaan 2-3 dan hasil perhitungan gangguan itu dinyatakan pada Gambar 3-1. Pada gambar 3-1 terlihat empat kali terjadi peristiwa badai magnet yakni dua kali badai besar dan dua kali badai kecil. Masing-masing badai magnet ini menunjukkan peristiwa semburan awan magnet matahari akibat *coronal hole*. Sehubungan dalam peristiwa badai ini dampak variasi harian komponen H tidak menunjukkan kenaikan terlebih dahulu tetapi langsung mengalami penurunan dengan terdepresi hingga mencapai lebih dari -200 nT. Tetapi peristiwa badai magnet yang demikian umumnya menunjukkan badai magnet lemah, karena tidak sama dengan badai geomagnet tipe SC. Dampak badai magnet SC pada variasi harian komponen H adalah terlebih dahulu

mengalami kenaikan sekitar 60 nT kemudian diikuti depresi hingga -250 nT. Setelah itu masa pemulihan badai dari terendah beransur-ansur naik kembali hingga kondisi stabil seperti semula dan ditunjukkan pada Gambar 3-2.



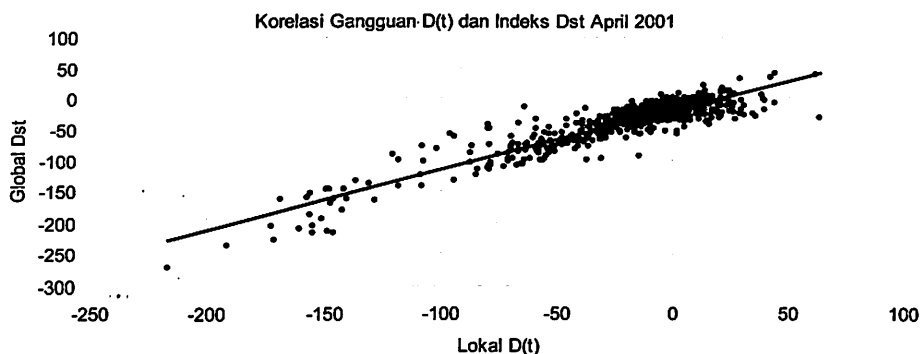
Gambar 3-1. Karakteristik variasi gangguan komponen H geomagnet akibat dampak semburan awan magnet matahari badai magnet *Gradually Storm* (GS) bulan April 2001 dari stasiun pengamat geomagnet Biak



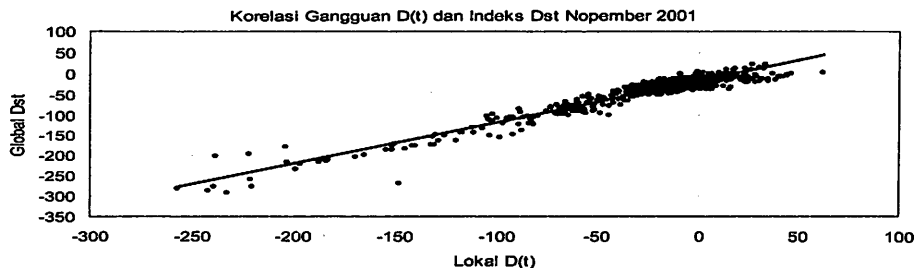
Gambar 3-2. Karakteristik variasi gangguan komponen H geomagnet akibat kombinasi dampak semburan awan magnet matahari badai magnet *Gradually Storm* (GS) (kiri) dan badai SC (kanan) bulan Nopember 2001 dari stasiun pengamat geomagnet Tangerang

Karakteristik dampak gangguan geomagnet lokal dibandingkan dengan dampak gangguan geomagnet global melalui data indeks Dst dapat dilihat pada Gambar 3-3 dan Gambar 3-4. Pada Gambar 3-3 dan Gambar 3-4, melukiskan kaitan antara variasi gangguan geomagnet lokal terhadap gangguan geomagnet global yang cukup kuat dengan korelasi sebesar 0,91. Berarti gangguan yang mempengaruhi medan magnet bumi didominasi oleh gangguan-gangguan dari aktivitas matahari,

Berkaitan hasil di atas maka model prediksi indeks Dst dapat diaplikasikan untuk prediksi gangguan geomagnet lokal D(t) di wilayah Indonesia. Perlu diketahui bahwa model Lund Dst (Henrik Lundstedt, 2002) merupakan model penentuan indeks Dst berdasarkan masukan kondisi angin matahari (Bz,n,V). Arsitektur *neural network* ini dibangun menggunakan *Multilayer Perceptron* (MLP) metode *Elman Recurrent Neural Network*. Dengan masukan data angin matahari (*solar wind*) real time dari satelit ACE atau satelit lain yang berada di L1 maka model ini dapat memprediksi indeks Dst dari 1 sampai dengan 3 jam ke depan.



Gambar 3-3. Korelasi gangguan komponen H geomagnet lokal D(t) dengan indeks Dst akibat dampak semburan awan magnet matahari badai magnet *Gradually Storm* (GS) bulan April 2001 dari stasiun pengamat geomagnet Biak



Gambar 3-4. Korelasi gangguan komponen H geomagnet lokal D(t) dengan indeks Dst akibat dampak kombinasi semburan awan magnet matahari badai magnet SC dan badai magnet *Gradually Storm* (GS) bulan Nopember 2001 dari stasiun pengamat geomagnet Tangerang

4. Kesimpulan

Variasi gangguan D(t) geomagnet lokal dikaitkan terhadap gangguan geomagnet global indeks Dst berkorelasi cukup tinggi. Pada saat badai magnet bulan

April 2001 variasi harian komponen H terdepresi hingga sekitar -200 nT dengan korelasi sebesar 0,91. Sedangkan badai magnet bulan Nopember 2001 variasi harian komponen H terdepresi sekitar -250 nT dan koralasinya 0,96.

Melalui hasil analisis korelasi tersebut maka model prediksi indeks Dst yang dibuat oleh Lund, dapat digunakan untuk memprediksi variasi gangguan D(t) variasi harian komponen H hingga 3 jam kedepan.

Daftar Rujukan

- Henrik Laundstedt., (2002). *Operational forecasts of the geomagnetic Dst Index*. Geophysical Research Letters, 29 (24), 2181 American
- McPherron R.L., (2005). Calculation of the Dst index. Presentation at LWS CDAW Workshop Fairfax, Virginia. Email: rmcpherron@igpp.ucla.edu.
- Russel, C. T., (2006), The solar wind interaction with the Earth's Magnetosphere : Tohnal Department of Earth and Space sciences and Institute of Geophysics and Space physics of Onversity California, Los Angeles
- Suhartini, S., (1999). *Dampak Flare Tanggal 21 dan 25 Agustus 1998 Pada Medan Magnet Bumi Dan Lapisan Ionosfer*, Majalah LAPAN, 2(1) April, Hal. 34-43.
- Tsurutami, B.T., B.E. Glodstein, E. J. Smith, W. D. Gonzalez, F. Tang, S-1. Akasofu, and R. R. Anderson, (1990). *The interplanetary and solar causes of geomagnetic activity*, Planet. Space Sci. 38(1), 109 – 126.