

KETERKAITAN AKTIVITAS MATAHARI DENGAN AKTIVITAS GEOMAGNET DI BIAK TAHUN 1996 – 2001

Clara Y. Yatini, dan Mamat Ruhimat
Peneliti Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN

ABSTRACT

We analyzed the impact of solar activity to the geomagnetic activity as observed in Biak observatory during 1996 – 2001. The solar activity level was presented by daily flare indices and sunspot numbers. The observation of the geomagnetic activity was conducted at Biak Observatory (-1.08° south and 136.5° east, -12.8° dip latitude). Our result showed that the disturbance level increases with the increase of solar activity, and their relation is good in the evening (local time).

ABSTRAK

Dalam tulisan ini dianalisa keterkaitan antara aktivitas matahari dengan aktivitas geomagnet yang teramati dari Stasiun Pengamat Dirgantara Biak untuk rentang waktu tahun 1996 sampai dengan 2001. Tingkat aktivitas matahari dinyatakan oleh indeks flare dan bilangan *sunspot*. Pengamatan aktivitas geomagnet dilakukan di Biak (koordinat geografis -1.08° lintang selatan dan 136.5° bujur timur, koordinat geomagnet -12.8° selatan). Ditunjukkan bahwa tingkat gangguan geomagnet akan naik bila aktivitas matahari juga meningkat, dan keduanya mempunyai korelasi yang baik pada malam hari waktu setempat.

Kata kunci: *Aktivitas matahari, Aktivitas geomagnet*

1. PENDAHULUAN

Berbagai tipe fenomena aktivitas matahari yang terjadi di permukaan matahari dapat memberikan pengaruh pada lingkungan bumi. Salah satu pengaruh yang disebabkan oleh aktivitas matahari adalah terjadinya gangguan pada medan magnet bumi (geomagnet). Gangguan geomagnet umumnya disebabkan oleh aliran angin surya yang berkecepatan tinggi (Sheeley dan Harvey, 1981) dan flare (Kumar dan Yadav, 2002). Kemunculan flare bervariasi dengan siklus bintik matahari (*sunspot*). Keluaran dari aktivitas matahari, berupa partikel dan medan magnet, dilontarkan ke dalam medan antar planet dan mempengaruhi kondisi medan magnet bumi (Webb, 1992; Kumar dan Yadav, 2003). Salah satu petunjuk gangguan geomagnet ini dapat diketahui dari variasi komponen medan magnet H (arah utara-selatan).

Untuk mengetahui keterkaitan aktivitas matahari dengan gangguan geomagnet, dalam tulisan ini akan dianalisa gangguan geomagnet yang teramati di Stasiun Pengamat Dirgantara Biak LAPAN, dan keterkaitannya dengan aktivitas matahari, yaitu bintik matahari (*sunspot*) dan indeks flare, untuk rentang waktu tahun 1996 sampai dengan 2001, yaitu periode (fasa) naik dari siklus ke 23.

2 DATA DAN METODOLOGI

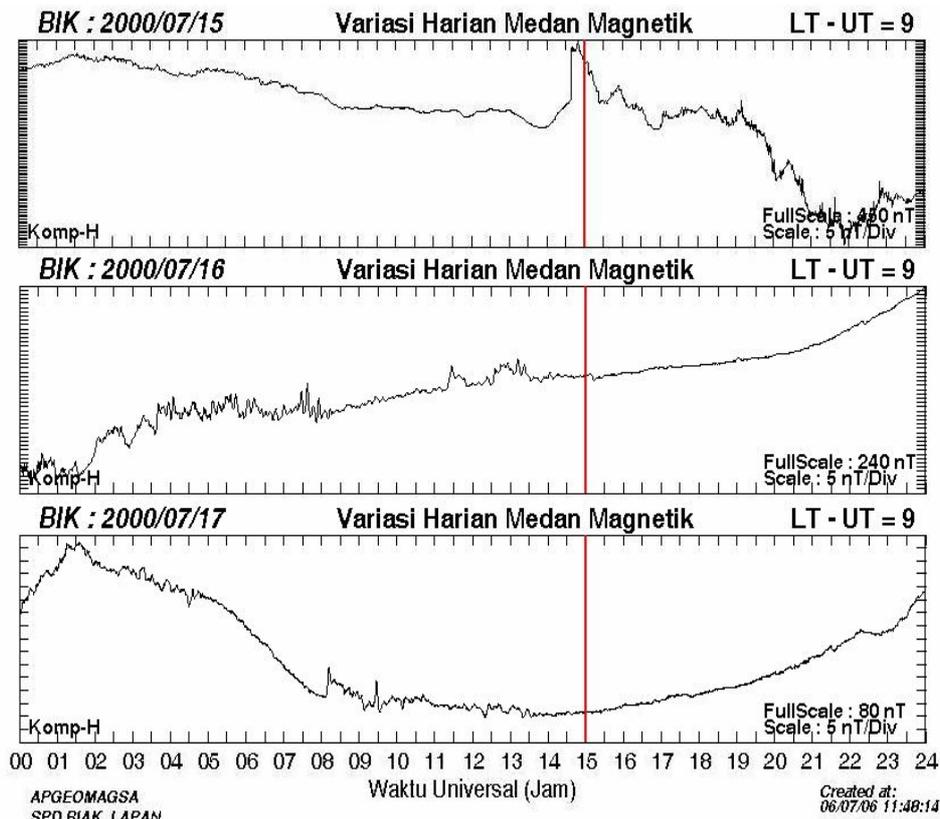
Dalam penelitian ini digunakan data aktivitas matahari, berupa bilangan sunspot dan indeks flare. Data ini diperoleh dari *National Geophysical Data Center* (<http://www.ngdc.noaa.gov/>). Data bilangan *sunspot* dipergunakan karena *sunspot* mempunyai peran penting dalam menimbulkan gangguan berupa munculnya flare dan gangguan geomagnet, karena munculnya flare biasanya terkait dengan *sunspot*. Jumlah flare yang

muncul umumnya akan bertambah bila jumlah bintik matahari bertambah banyak. Oleh sebab itu, selain data bilangan *sunspot* digunakan juga indeks flare sebagai indikator aktivitas matahari. Untuk mengkuantisasi aktivitas matahari dalam satu hari (24 jam) digunakan indeks flare yang menyatakan energi total yang dipancarkan oleh flare dalam satu hari. Indeks flare harian ini dibuat oleh *Kandili Observatory* dan dapat diperoleh di *National Geophysical Data Center* (NGDC).

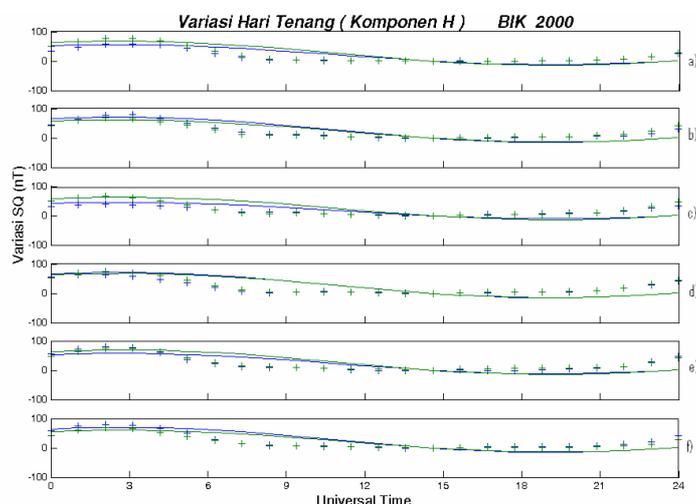
Sebagai indikator aktivitas geomagnet, digunakan variasi harian medan magnet untuk komponen H (arah utara-selatan) yang diamati di Biak, yang terletak pada posisi geografis -1.08° lintang selatan dan 136.5° bujur timur dan posisi geomagnet pada -12.8° lintang selatan. Untuk mengeliminasi variasi harian pada data, maka harga intensitas geomagnet yang diambil adalah harga hasil pengukuran dikurangi dengan harga intensitas geomagnet pada hari

tenang. Contoh data hasil pengukuran medan magnet diperlihatkan pada Gambar 2-1, dan pola hari tenang pada Gambar 2-2.

Analisis keterkaitan antara gangguan geomagnet dengan aktivitas matahari, yang ditunjukkan oleh indeks flare dan bilangan *sunspot*, dilakukan dengan menggunakan data rata-rata bulanan dan tahunan antara gangguan geomagnet dengan indeks flare dan bilangan *sunspot*. Korelasi antara parameter aktivitas matahari dan aktivitas geomagnet ditentukan koefisiennya untuk mengetahui tingkat keterkaitannya. Analisis keterkaitan dilakukan untuk setiap jam, untuk melihat periode saat keterkaitan antara parameter tersebut sangat kuat atau sebaliknya. Selain melihat rata-rata gangguan geomagnet, dilihat juga peristiwa gangguan geomagnet yang mempunyai intensitas ≤ -100 nT, yang menunjukkan adanya badai geomagnet yang kuat (*major storm*).



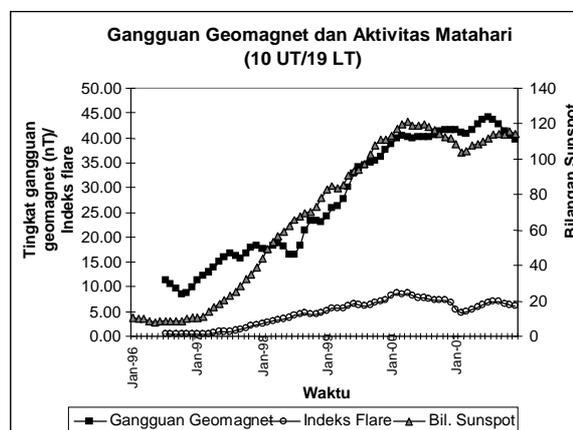
Gambar 2-1: Variasi harian geomagnet di Biak pada tanggal 15 – 17 Juli 2000



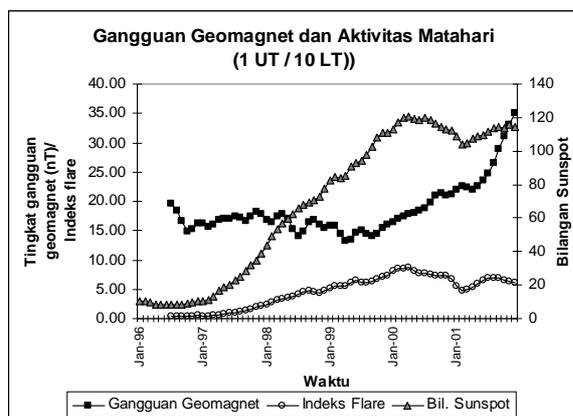
Gambar 2-2: Contoh variasi hari tenang di Biak tahun 2000. Masing-masing gambar menunjukkan variasi setiap dua bulan (Januari/ Februari sampai November/Desember)

3 HASIL DAN ANALISIS

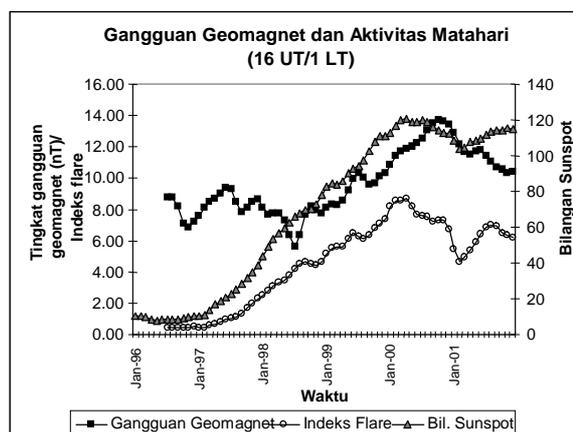
Grafik harga rata-rata bulanan untuk gangguan geomagnet, indeks flare, dan bilangan sunspot untuk setiap jam diperlihatkan pada Gambar 3-1 sampai dengan Gambar 3-3. Gambar-gambar ini menunjukkan plot antara ketiga parameter tersebut, dalam hal ini diambil plot pada jam 1, 10, dan 16 UT (*Universal Time*), atau bila dikonversikan menjadi waktu lokal Biak adalah jam 10 (pagi), 19 (sore), dan 1 (dini hari). Plot dibuat dengan rata-rata bergerak (*smoothing*) 12 bulan.



Gambar 3-2: Rata-rata bulanan gangguan geomagnet, indeks flare, dan bilangan *sunspot* tahun 1996 – 2001 pada jam 10 UT atau jam 19 waktu lokal



Gambar 3-1: Rata-rata bulanan gangguan geomagnet, indeks flare, dan bilangan *sunspot* tahun 1996 – 2001 pada jam 1 UT atau jam 10 waktu lokal



Gambar 3-3: Rata-rata bulanan gangguan geomagnet, indeks flare, dan bilangan *sunspot* tahun 1996 – 2001 pada jam 16 UT atau jam 1 waktu lokal

Tabel 3-1 menunjukkan harga rata-rata tahunan dari gangguan geomagnet, indeks flare, dan bilangan *sunspot*. Dari rata-rata tahunan ini, dengan menghitung koefisien korelasinya, menunjukkan korelasi yang baik antara gangguan geomagnet dengan indeks flare dan gangguan geomagnet dengan bilangan *sunspot*, yang ditunjukkan dengan koefisien korelasi masing-masing 0.84 dan 0.88. Sedangkan Tabel 3-2 menunjukkan koefisien korelasi untuk jam tertentu dalam kurun waktu tahun 1996 sampai dengan 2001. Dari kedua tabel ini terlihat korelasi antara gangguan geomagnet dan aktivitas matahari (indeks flare dan bilangan *sunspot*) berbeda-beda untuk waktu yang berbeda. Korelasi yang terbaik terjadi pada malam hari (antara jam 15 – 24 waktu lokal), yang

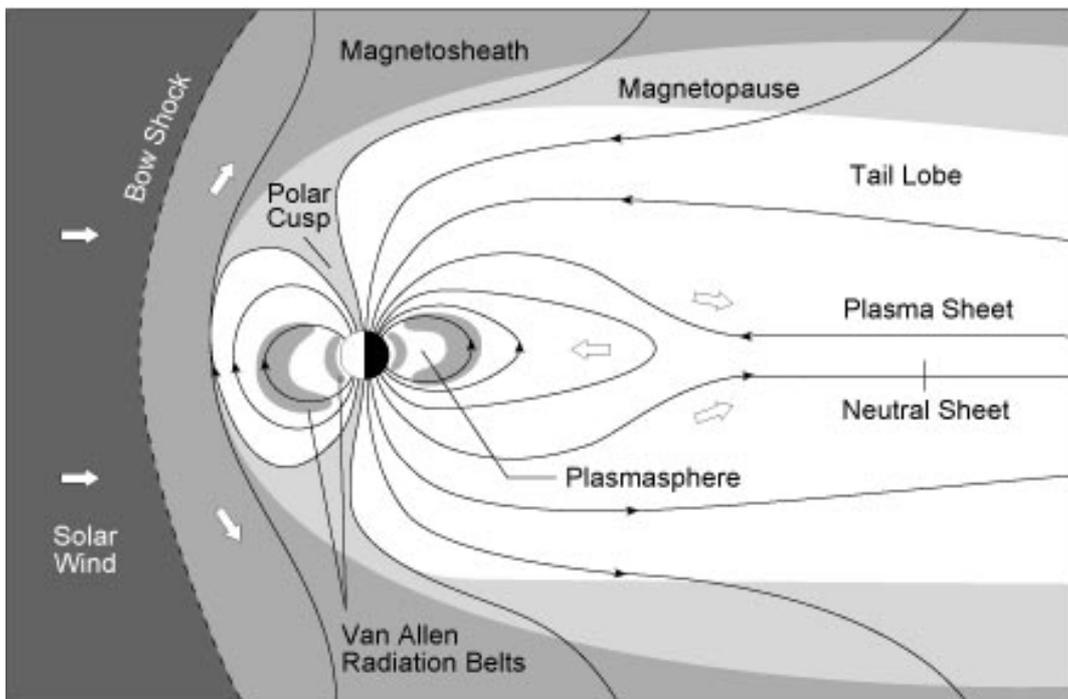
berkisar antara 0.78 – 0.94 untuk indeks flare, dan 0.81 – 96 untuk bilangan *sunspot*. Penjelasan mengenai hal ini dapat digambarkan seperti pada Gambar 3-4. Partikel bermuatan dari matahari yang dibawa angin surya diblokkan oleh medan magnet bumi sepanjang magnetotail, dan kemudian sebagian dilepaskan kembali ke bumi di dalam *plasma sheet*. Daerah yang mendapat partikel ini berada di daerah yang tidak menghadap ke matahari (malam hari waktu lokal). Pada Gambar 3-5 diperlihatkan besarnya gangguan geomagnet yang terjadi di Biak dari tahun 1996 sampai dengan 2001. Dari Tabel 3-1 dan Gambar 3-5 ini terlihat bahwa tingkat gangguan akan meningkat bila aktivitas matahari meningkat.

Tabel 3-1: RATA-RATA TAHUNAN GANGGUAN GEOMAGNET DAN AKTIVITAS MATAHARI

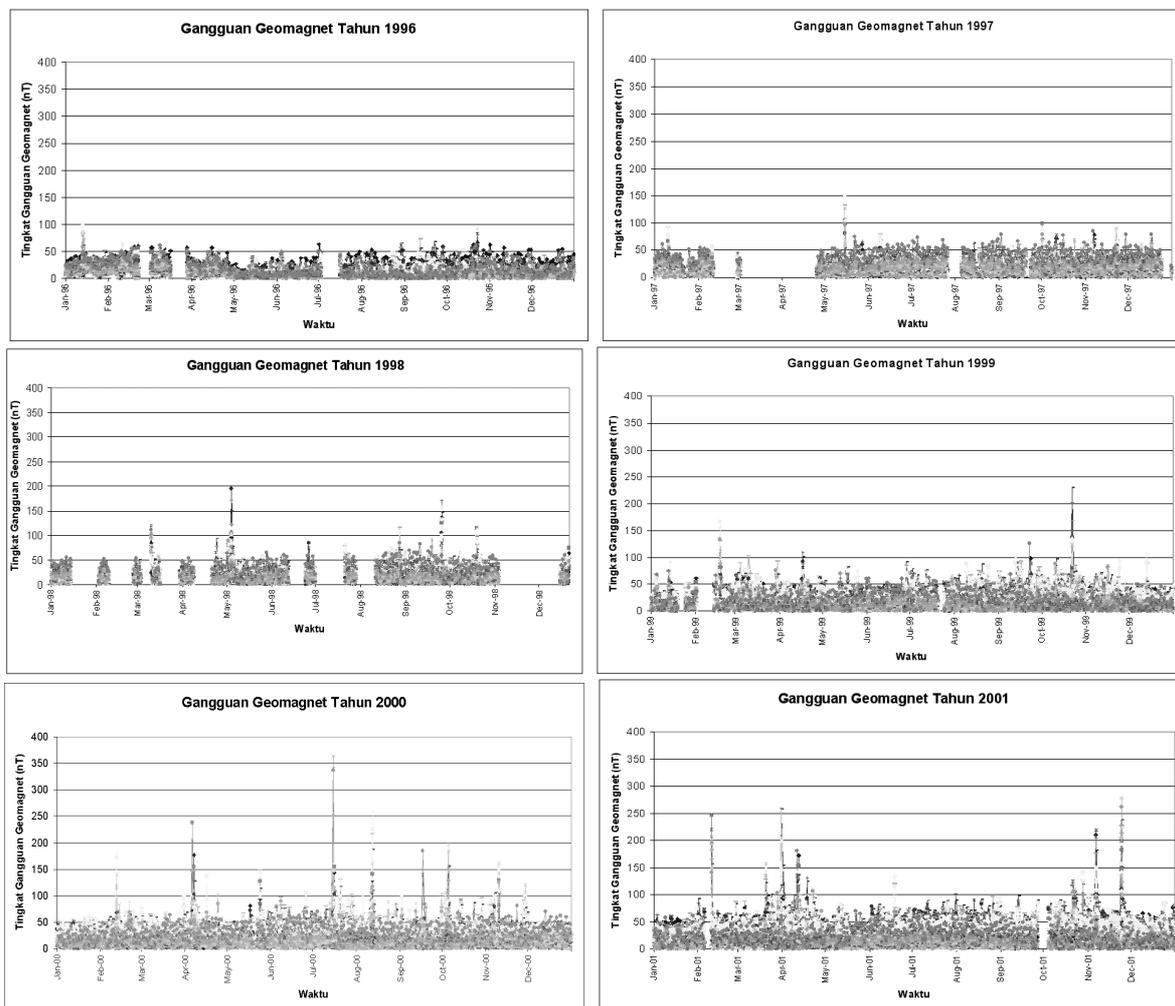
Tahun	Gangguan geomagnet (nT)	Indeks Flare	Bilangan <i>Sunspot</i>
1996	14.41	0.42	8.63
1997	19.49	1.01	21.57
1998	21.59	4	64.21
1999	21.62	6.39	93.18
2000	25.14	7.61	119.53
2001	29.39	6.8	110.93

Tabel 3-2: KOEFISIEN KORELASI ANTARA GANGGUAN GEOMAGNET DENGAN INDEKS FLARE DAN BILANGAN SUNSPOT UNTUK SETIAP JAM PADA TAHUN 1996 - 2001

Time (UT)	Time (LT)	Gangguan_Indeks Flare	Gangguan_Bil <i>Sunspot</i>
0	9	0.27	0.36
1	10	0.28	0.41
2	11	0.47	0.58
3	12	0.49	0.60
4	13	0.52	0.64
5	14	0.67	0.77
6	15	0.78	0.86
7	16	0.84	0.91
8	17	0.87	0.93
9	18	0.89	0.95
10	19	0.91	0.96
11	20	0.93	0.96
12	21	0.94	0.96
13	22	0.94	0.95
14	23	0.90	0.89
15	24	0.82	0.81
16	1	0.69	0.73
17	2	0.40	0.52
18	3	0.15	0.28
19	4	-0.06	0.07
20	5	-0.32	-0.21
21	6	-0.34	-0.25
22	7	-0.02	0.05
23	8	0.36	0.41



Gambar 3-4: Struktur medan magnet yang melingkupi bumi. Partikel bermuatan dari matahari akan mengalir mengikuti struktur ini (Sumber: NASA's Cosmos)



Gambar 3-5: Plot tingkat gangguan geomagnet tahun 1996 – 2001

4 KESIMPULAN

Analisis keterkaitan antara gangguan geomagnet dengan aktivitas matahari, yang ditunjukkan oleh indeks flare dan bilangan *sunspot*, dilakukan dengan menggunakan data rata-rata bulanan dan tahunan antara gangguan geomagnet dengan indeks flare dan bilangan *sunspot*. Analisis yang dilakukan pada data gangguan geomagnet, indeks flare, dan bilangan *sunspot* menunjukkan bahwa korelasi antara gangguan geomagnet dan aktivitas matahari berbeda-beda untuk waktu yang berbeda. Korelasi yang terbaik terjadi pada malam hari (antara jam 15 – 24 waktu lokal), yang berkisar antara 0.78 – 0.94 untuk indeks flare, dan 0.81 – 0.96 untuk bilangan *sunspot*. Keterkaitan ini memang sangat erat karena pada saat matahari aktif, akan banyak sekali partikel bermuatan yang dilontarkan matahari, yang apabila masuk ke lingkungan bumi akan mengakibatkan gangguan pada geomagnet bumi. Partikel tersebut dapat masuk ke bumi mengikuti garis medan magnet bumi dari daerah yang tidak menghadap

ke matahari. Oleh sebab itu korelasi antara gangguan geomagnet dengan aktivitas matahari paling baik pada waktu malam hari waktu setempat.

Ucapan terimakasih

Data-data yang digunakan di sini diperoleh dari *International Scientific Data Center* NGDC. Penulis juga mengucapkan terimakasih pada para pengamat di Stasiun Pengamat Dirgantara Biak.

DAFTAR RUJUKAN

- Kumar, S., Yadav, M.P., 2002. Bull. Astron. Soc. India 30, 859.
- Kumar, S., Yadav, M.P., 2003. 28th International Cosmic Ray Conference, 3665.
- National Geophysical Data Center, <http://www.ngdc.noaa.gov/>.
- Sheeley, N.R., Harvey, J.W., 1981. *Solar Physics* 70, 237.
- Webb, D.F., 1992. *The Solar Sources of CMEs in Eruptive Solar Flares* (ed. Svestka, Z.), Springer Verlag, New York.