

# TELAAH INDEKS K GEOMAGNET DI BIAK DAN TANGERANG

Sity Rachyany, Habirun, Eddy Indra dan Anwar Santoso  
Peneliti Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa LAPAN

## ABSTRACT

By processing and analyzing the K index data (geomagnetic disturbance level) from Biak and Tangerang during 1992 to 1999, it is obtained that the greatest frequency distribution of geomagnetic disturbance level is  $K=7$  for Tangerang station and  $K=8$  for Biak station. Correlation coefficient of K index between Tangerang and Biak is 0,68 that means that similarity of geomagnetic disturbance level pattern in Tangerang and Biak is about 68%, while the difference between them about 32%. It may be due to the local factor effects and also the difference of the geomagnetic equipments and the method used in determining K index.

## ABSTRAK

Dengan mengolah dan menganalisis data indeks K (tingkat gangguan geomagnet) Biak dan indeks K Tangerang pada tahun 1992 sampai dengan 1999, diperoleh distribusi frekuensi dengan tingkat gangguan geomagnet terbesar pada  $K=7$  untuk stasiun Tangerang dan  $K=8$  untuk stasiun Biak. Koefisien korelasi antara indeks K Tangerang dengan indeks K Biak adalah 0,68 dengan pengertian bahwa kesamaan pola tingkat gangguan geomagnet Tangerang dengan tingkat gangguan geomagnet Biak sekitar 68%, sedangkan perbedaannya sekitar 32%. Hal ini, kemungkinan disebabkan selain pengaruh faktor lokal juga karena perbedaan peralatan geomagnet dan metode yang digunakan pada saat menentukan indeks K.

## 1 PENDAHULUAN

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) telah mengoperasikan peralatan pengamatan geomagnet di berbagai tempat di Indonesia, seperti di Kototabang, Pontianak, Pare-Pare, Biak, Tangerang dan Tanjungsari. Dari peralatan geomagnet tersebut diperoleh data aktivitas geomagnet, berupa komponen H untuk arah Utara-Selatan, komponen D untuk arah Timur-Barat, dan komponen Z, untuk arah vertikal. Dari ke tiga komponen geomagnet tersebut dapat diturunkan atau ditentukan indeks K yang merupakan indikator tingkat gangguan aktivitas geomagnet lokal untuk setiap stasiun.

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Habirun (2005) menunjukkan bahwa fluktuasi indeks K geomagnet dari stasiun Biak secara umum dapat

dinyatakan mengikuti model ARIMA (2.0.1) dengan galat yang cukup kecil dan korelasi pola yang sangat tinggi antara model dengan data pengamatan.

Tingkat gangguan aktivitas geomagnet di setiap tempat belum tentu sama. Hal ini tergantung faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi aktivitas geomagnet tersebut terutama faktor lokal. Untuk itu, perlu diketahui tingkat gangguan geomagnet untuk setiap stasiun pengamat geomagnet.

Dalam penelitian ini, akan ditelaah indeks K geomagnet di Indonesia dengan menggunakan indeks K dari stasiun Biak dan Tangerang. Dengan mengetahui perilaku dari kedua tingkat gangguan geomagnet tersebut diharapkan apabila salah satu stasiun geomagnet rusak (misalkan stasiun Biak) atau tidak dapat dioperasikan lagi, maka stasiun geomagnet Tangerang dapat mewakilinya.

Selain itu, tingkat gangguan geomagnet Biak dan tingkat gangguan geomagnet Tangerang dibandingkan juga dengan indeks *planetary* Kp yang menggambarkan gangguan geomagnet secara global dan tingkat gangguan geomagnet di lintang tinggi Tromso.

## 2 DATA DAN METODE

Indeks K dapat diturunkan berdasarkan data komponen H, D dan Z atau komponen H dan D (tanpa komponen Z) yang diperoleh dari hasil pengamatan magnetogram. Indeks K yang dikenal dengan indeks 3 jam-an adalah indeks yang menyatakan tingkat gangguan geomagnet dalam kondisi regional akibat adanya variasi (perubahan) harian medan geomagnet. Indeks K pertama kali

dibuat pada tahun 1938 berdasarkan data dari stasiun Niemegek (52°04' N; 12°40' E) dan mulai digunakan pada bulan September 1939 oleh IATME (*International Association of Terrestrial Magnetism and Electricity*) yang sekarang disebut IAGA (*International Association for Geomagnetism and Aeronomy*) (Ruhimat, 1992). Indeks K ini ditentukan dalam 8x (kali) (setiap 3 jam-an) untuk setiap harinya. Dengan menggunakan metode tertentu, maka diperoleh suatu harga yang kemudian dikonversikan terhadap harga R dari stasiun Niemegek seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2-1, dengan R adalah nilai tertinggi intensitas komponen H atau D untuk setiap 3 jam dengan satuan nano tesla.

Tabel 2-1: KONVERSI HARGA R TERHADAP NILAI INDEKS K UNTUK NIEMEGK

K	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R	0	5	10	20	40	70	120	200	330	500 nT

Tabel 2-2: KONVERSI HARGA R TERHADAP NILAI INDEKS K UNTUK BIAK DAN TANGERANG

K	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R	0	3	6	12	24	40	70	120	200	300 nT

Tabel 2-3: KONVERSI HARGA R TERHADAP NILAI INDEKS K UNTUK BOULDER

K	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R	0-5	5-10	10-20	20-40	40-70	70-200	120-200	200-330	330-500	>500 nT

Tidak setiap observatorium mempunyai konversi yang sama untuk skala R dan indeks K, karena untuk setiap stasiun memiliki zona respon dan gangguan magnet yang berbeda-beda. Dengan menggunakan acuan dari Niemegek ini, maka distribusi harga indeks K pada masing-masing stasiun dapat ditentukan. Sebagai contoh, Tabel 2-1 menunjukkan konversi K terhadap amplitudo R. Apabila  $0 \leq R < 5$ , maka  $K=0$ , untuk  $5 \leq R < 10$ ; maka  $K=1$  dan seterusnya sampai dengan  $330 < R < 500$ , maka  $K=9$  yang

merupakan tingkat gangguan geomagnet terbesar.

Tabel 2-2 menunjukkan konversi nilai indeks K terhadap amplitudo R untuk stasiun Biak dan Tangerang. Apabila  $0 < R < 3$ , maka  $K=0$ ; untuk  $3 \leq R < 6$ , maka  $K=1$  dan seterusnya sampai dengan  $200 < R \leq 300$ , maka  $K=9$  yang merupakan tingkat gangguan terbesar untuk Biak dan Tangerang.

Demikian pula untuk lintang tinggi dengan konversi harga R dalam satuan nano tesla terhadap nilai indeks

K untuk *Boulder* (Christopher, 2005), seperti yang terlihat dalam Tabel 2-3.

Data yang dipergunakan untuk keperluan ini adalah data indeks K (lokal) yang diperoleh dari stasiun Biak (1.10 S; 136.05 E) dan Badan Meteorologi Geofisika (BMG) Tangerang (06.10.29 S; 106 38.79 E). Selain itu, digunakan juga data indeks global Kp dan indeks K Tromso (69.66 N, 18.94 E) sebagai perbandingan dengan lintang yang berbeda yang dapat diakses dari internet dengan alamat <http://swdcwww.kugi.kyoto-u.ac.jp> dan <http://geo.phys.uit.no/geomag.htm> dengan periode waktu yang bersamaan dengan indeks K Biak dan indeks K Tangerang pada tahun 1992 sampai dengan tahun 1999. Data selama periode waktu tersebut diolah dan dianalisis dengan menggunakan langkah-langkah berikut.

Langkah awal adalah menentukan distribusi frekuensi indeks K dari stasiun pengamat geomagnet Biak, Tangerang dan Tromso serta indeks Kp, yaitu dengan menghitung banyaknya tingkat gangguan geomagnet (=K) untuk K= 0, 1, 2, ..., 9 dari setiap pengamatan 3 jam-1, 3 jam-2 hingga 3 jam-8 (dalam 1 hari 8 data). Kemudian dihitung pula jumlah tingkat gangguan geomagnet harian dari stasiun Biak dan Tangerang.

Untuk mengetahui hubungan antara indeks K Biak dengan indeks K Tangerang, dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode yang dinyatakan oleh Bevington (1969) dengan rumus yang dinyatakan dalam persamaan:

$$Y = a + bX \quad (2-1)$$

dengan Y dan X, menunjukkan indeks K Biak dan indeks K Tangerang, sedangkan a dan b adalah koefisien yang dihitung berdasarkan data hasil pengamatan dari ke dua indeks K tersebut.

Berdasarkan pasangan indeks K Biak dan Tangerang, dengan menggunakan kuadrat terkecil, koefisien a dan b dapat dihitung dengan:

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (2-2)$$

$$b = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (2-3)$$

Koefisien korelasi antara indeks K Biak dengan indeks K Tangerang dinyatakan dengan

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (2-4)$$

dengan  $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$  dan  $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$  adalah rata-rata indeks K Biak dan indeks K Tangerang.

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data indeks K yang diperoleh dari stasiun Biak dan BMG Tangerang dilakukan dari bulan Juni 1992 hingga bulan Desember 1999. Selama periode waktu tersebut ada beberapa bulan tertentu yang datanya tidak dapat dipergunakan karena salah satu dari stasiun Biak atau stasiun Tangerang tidak ada datanya (kosong atau tidak ada pengamatan), sebagai contoh seperti yang terjadi pada bulan Maret 1995 untuk stasiun Biak atau pada bulan Januari 1996 untuk stasiun Tangerang.

Dari hasil perhitungan frekuensi kemunculan indeks K untuk mendapatkan distribusi frekuensi indeks K (Uesugi, *et al*, 2005) dengan K = 1, 2, 3, ... 9 untuk setiap pengamatan 3 jam-1, 3 jam-2, hingga 3jam-8 dari stasiun Biak dan Tangerang, diperoleh hasil seperti yang terlihat dalam Tabel 3-1 dan Tabel 3-2.

Kolom 1 menunjukkan besarnya tingkat gangguan geomagnet indeks K dari 0, 1,2, hingga 9 sedangkan kolom 2, kolom 3 hingga kolom 8 menunjukkan banyaknya data (setiap 3jam-an) untuk setiap harinya.

Tabel 3-1: DISTRIBUSI FREKUENSI INDEKS K TANGERANG SELAMATAHUN 1992-1999

jam\K	1	2	3	4	5	6	7	8
0	58	196	50	93	114	143	153	157
1	614	434	644	619	595	563	649	805
2	893	735	771	735	704	653	703	705
3	421	569	457	445	405	403	380	276
4	88	131	146	135	185	181	115	54
5	21	25	27	56	68	70	34	20
6	3	3	1	8	16	23	12	4
7	8		1	1	4	4	1	2
8								
9								

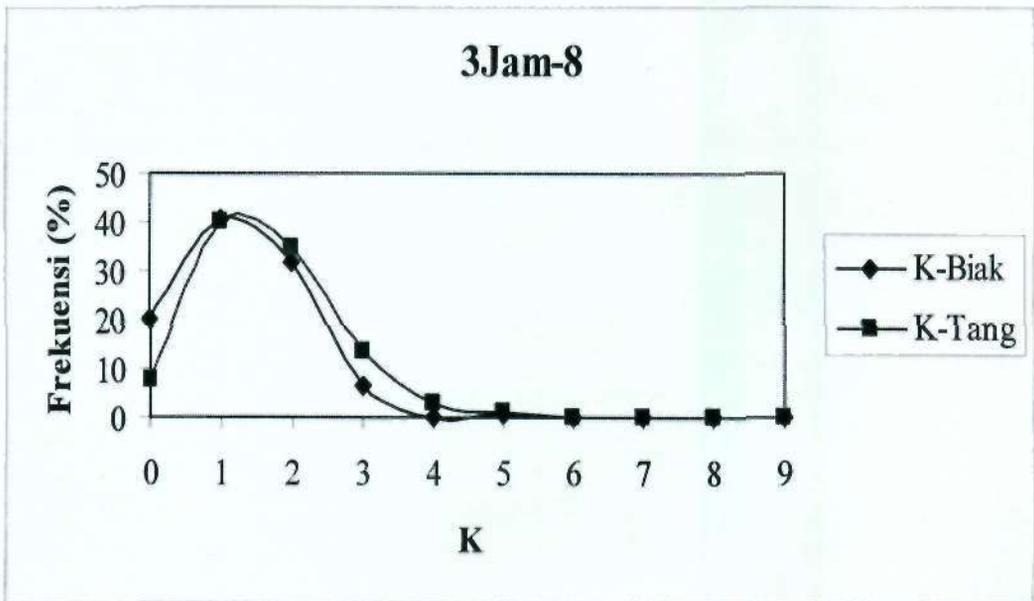
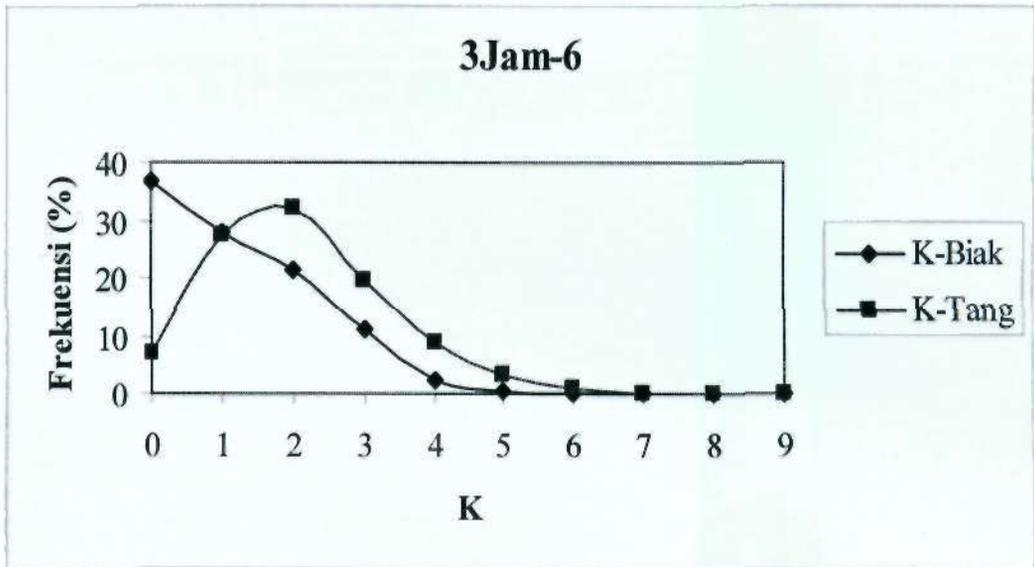
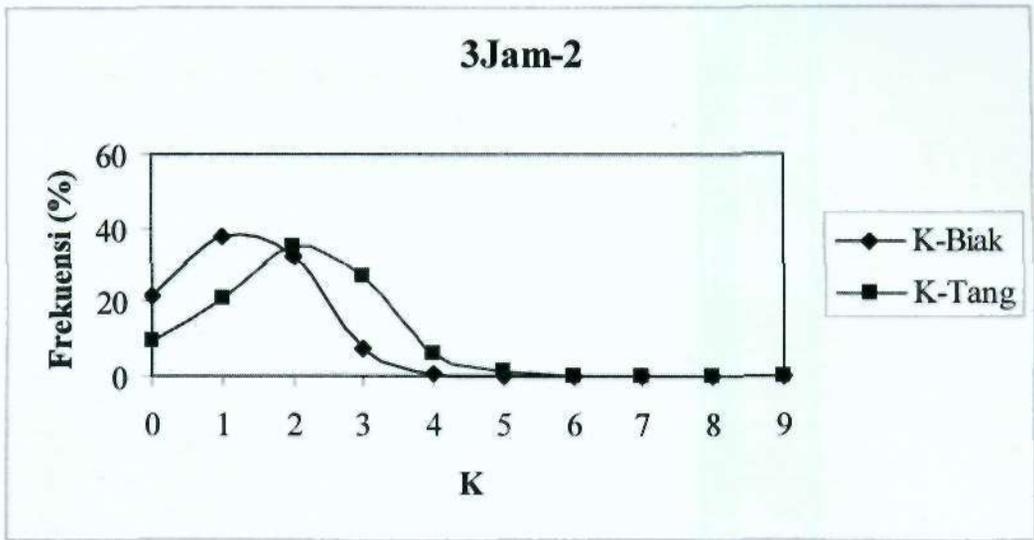
Tabel 3-2: DISTRIBUSI FREKUENSI INDEKS K BIAK SELAMATAHUN 1992-1999

jam/K	1	2	3	4	5	6	7	8
0	104	408	658	621	703	700	631	283
1	479	727	668	600	524	532	747	567
2	893	612	399	417	370	405	386	446
3	339	143	143	196	119	212	91	88
4	48	12	29	64	74	41	15	4
5	12	6	5	11	21	10	6	7
6	1	1		4	3		1	1
7	1	2						
8								1
9								

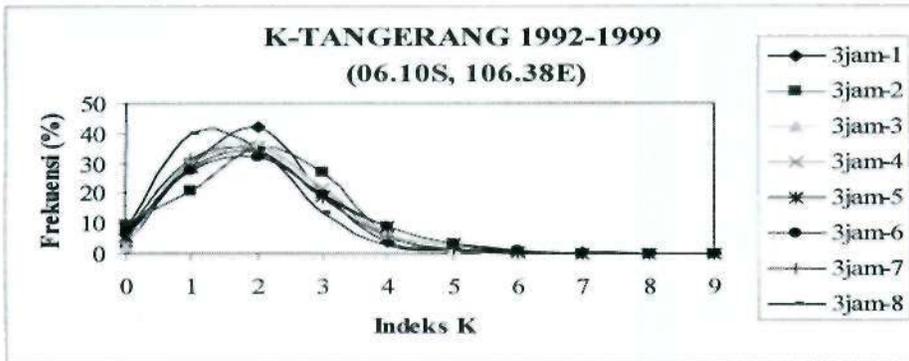
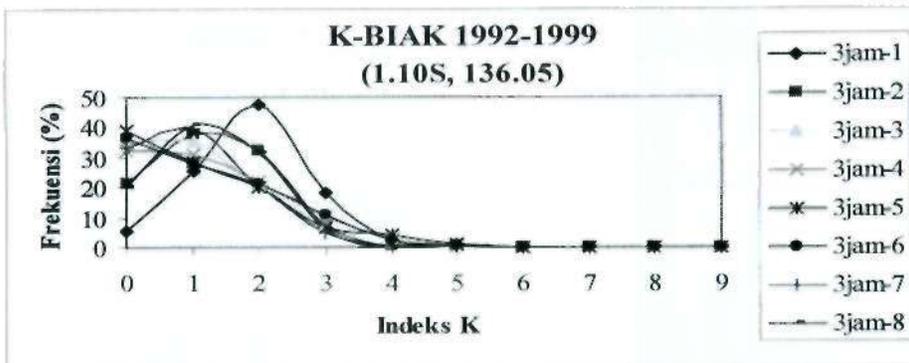
Dari Tabel 3-1, terlihat bahwa distribusi frekuensi indeks K Tangerang untuk setiap pengamatan 3jam-1, 3jam-2 hingga pengamatan 3jam-8 mempunyai tingkat gangguan yang bervariasi. Tingkat gangguan geomagnet yang paling banyak pada K=2, sedangkan tingkat gangguan geomagnet paling besar adalah pada K=7 sebanyak 8 kali yang terjadi pada pengamatan 3jam-1, yang jatuh pada pukul (0-2) *Universal Time* atau sekitar pukul (7-9) waktu lokal. Dari Tabel 3-2, terlihat bahwa distribusi frekuensi indeks K Biak mempunyai tingkat gangguan paling banyak pada K=2 (sama dengan indeks K Tangerang) dan tingkat gangguan geomagnet terbesar pada K=8 yang jatuh pada pengamatan 3jam-8, yaitu sekitar pukul (21-23) *Universal Time* atau sekitar pukul (6-8) waktu lokal (WIT).

Dari hasil olah data dan perhitungan frekuensi kemunculan indeks K (dalam %) di atas Biak dan Tangerang menunjukkan pola yang bervariasi. Dari hasil pengamatan 3jam-1 sampai dengan 3jam-8 diperoleh 3 macam variasi pola seperti Gambar 3-1.

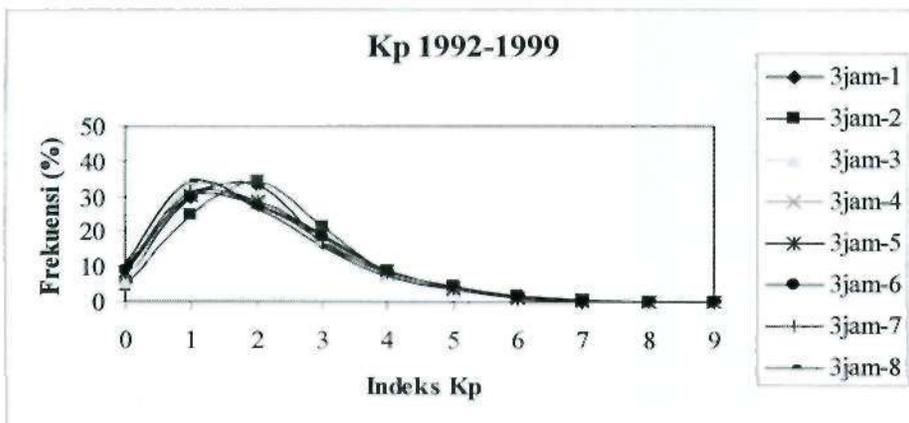
Pergeseran pola antara indeks K Biak dengan indeks K Tangerang ditunjukkan pada Gambar 3-1 (bagian atas), Gambar 3-1 (bagian tengah) menunjukkan pola yang berbeda antara Biak-Tangerang, terutama pada indeks K=0 untuk Biak sangat tinggi. Sedangkan Gambar 3-1 (bagian bawah) menunjukkan pola distribusi frekuensi yang hampir sama antara indeks Biak dan Tangerang. Untuk lebih jelasnya, secara keseluruhan pengamatan 3jam-1 hingga pengamatan 3jam-8 dapat dilihat pada Gambar 3-2.



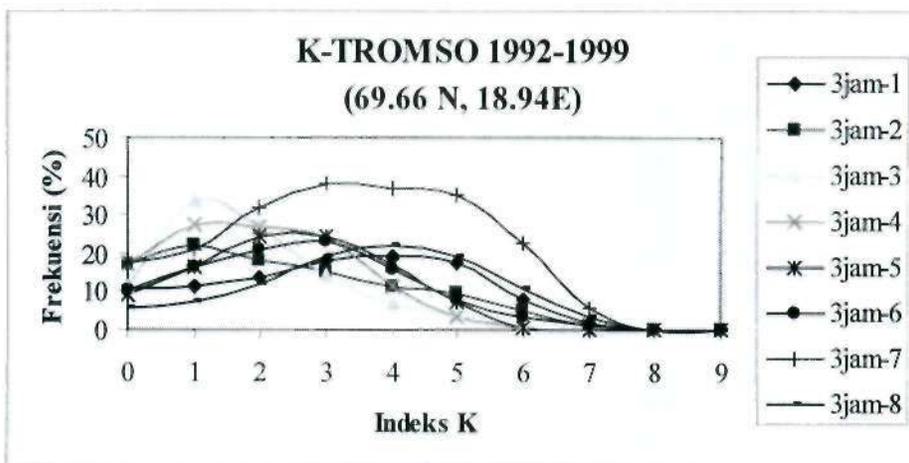
Gambar 3-1: Perbandingan antara frekuensi kemunculan indeks K (dalam %) Biak dan Tangerang pada pengamatan 3Jam-2 (atas), 3Jam-6 (tengah) dan pengamatan 3Jam-8 (bawah) tahun 1992-1999



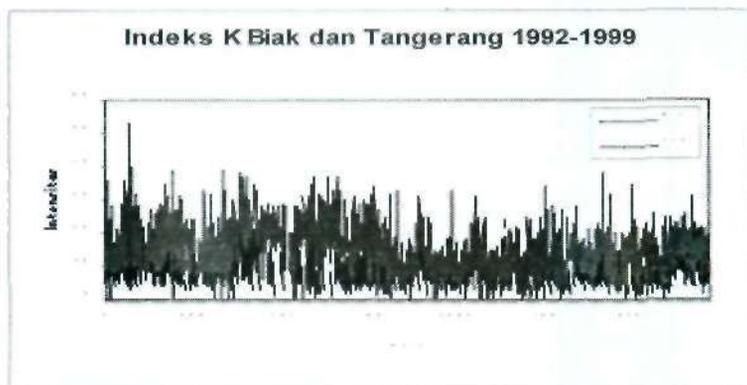
Gambar 3-2: Perbandingan antara distribusi frekuensi (%) indeks K Biak (atas) dengan indeks K Tangerang (bawah) pada tahun 1992-1999



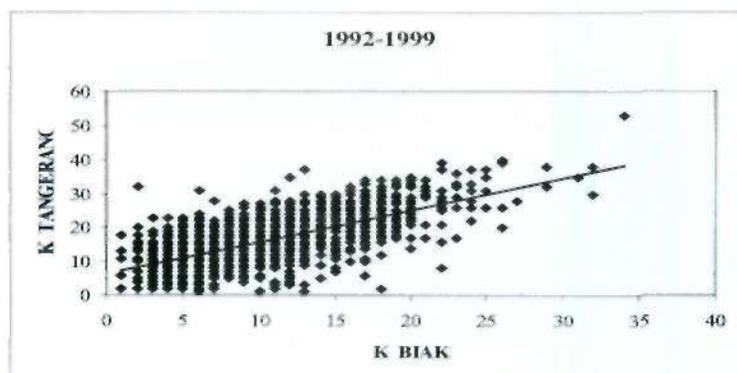
Gambar 3-3a: Distribusi frekuensi (%) indeks Kp 1992-1999



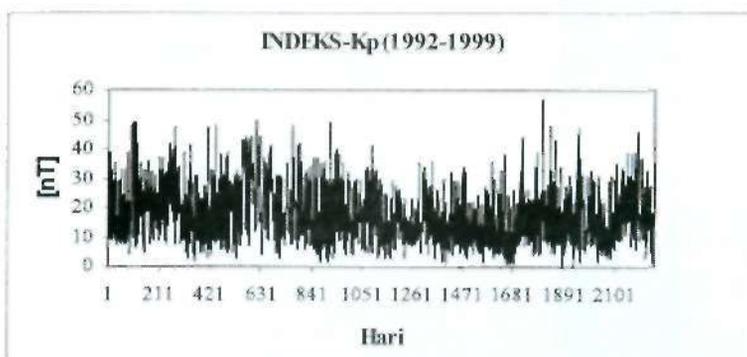
Gambar 3-3b: Distribusi frekuensi (%) indeks K Tromso selama tahun 1992-1999



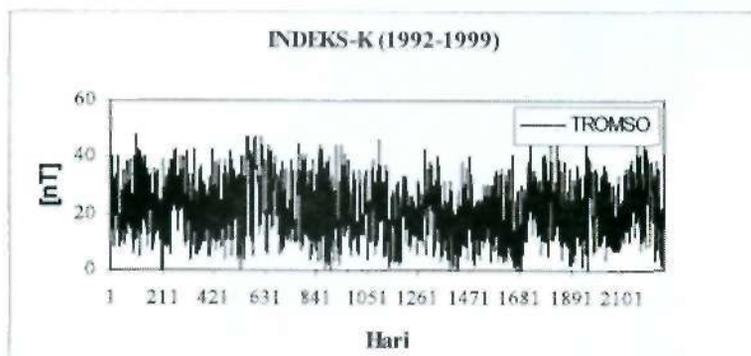
Gambar 3-4a: Perbandingan variasi harian indeks K di atas Biak dan Tangerang tahun 1992-1999



Gambar 3-4b: Hubungan antara Indeks K Biak dengan Tangerang pada periode waktu yang bersamaan, selama 1992-1999



Gambar 3-5: Tingkat gangguan geomagnet indeks *planetary* Kp harian



Gambar 3-6: Tingkat gangguan geomagnet indeks K di lintang tinggi Tromsø

Dari Gambar 3-2 terlihat bahwa antara indeks K Biak dan Tangerang ada beberapa pengamatan yang sama ada pula yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh beberapa kemungkinan, seperti adanya data kosong, alat pengukuran yang berbeda dan metode yang dipergunakan untuk menentukan indeks K juga berbeda. Sebagai perbandingan antara lintang rendah (Biak dan Tangerang) ditunjukkan pula indeks K untuk lintang tinggi indeks Kp dan indeks K Tromso, seperti yang terlihat pada Gambar 3-3.

Dari Gambar 3-3a terlihat bahwa distribusi frekuensi (%) indeks Kp untuk setiap pengamatan (3jam-1 hingga 3jam-8) mempunyai pola serupa. Berbeda dengan distribusi indeks K Tromso sangat bervariasi dan distribusi frekuensi tertinggi (maksimum) pada pengamatan 3jam-7 (Gambar 3-3b).

Selanjutnya, jumlah tingkat gangguan geomagnet (harian) atau jumlah indeks K harian di atas Biak dan indeks K di atas Tangerang serta hubungan antara ke dua indeks K tersebut adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-4a dan Gambar 3-4b.

Dari Gambar 3-4a terlihat bahwa variasi tingkat gangguan geomagnet di Tangerang lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat gangguan geomagnet di Biak. Hubungan antara indeks K Biak dengan indeks K Tangerang, secara matematis dapat dinyatakan dengan

$$Y = 6,5415 + 0,934 X \quad (3-1)$$

dengan Y menunjukkan indeks K Biak, sedangkan X menunjukkan indeks K Tangerang dengan koefisien korelasi  $r = 0,68$ . Artinya, hubungan antara indeks K Biak dengan indeks K Tangerang mempunyai hubungan linier seperti yang terlihat dalam persamaan (3-1) dengan kuatnya hubungan linier sebesar 0,68. Dalam pengertian bahwa pola indeks K Biak dan indeks K Tangerang mempunyai kesamaan pola sekitar 68%. Sedangkan perbedaannya sekitar 32%. Hal ini merupakan kesalahan model persamaan (3-1). Sebagai perbandingan, indeks

*planetary* Kp harian yang menggambarkan gangguan geomagnet secara global dengan intensitas maksimumnya cukup tinggi mencapai 57 nano tesla dan tingkat gangguan geomagnet harian di lintang tinggi Tromso mencapai maksimum dengan intensitas sebesar 48 nT. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat gangguannya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan indeks K Biak dan indeks K Tangerang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam Gambar 3-5 dan Gambar 3-6.

#### 4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data tingkat gangguan geomagnet yang ditunjukkan dengan indeks K yang diperoleh dari stasiun Biak dan stasiun Tangerang dari tahun 1992 sampai dengan 1999 dapat disimpulkan bahwa tingkat gangguan geomagnet terbesar di atas Tangerang jatuh pada indeks K=7 yang terjadi pada pengamatan (3jam-1) pada pukul (0-2) *Universal Time* atau pada pukul (7-9) waktu lokal (WIB). Sedangkan tingkat gangguan geomagnet terbesar di atas Biak terjadi pada pengamatan (3jam-8) UT atau pada pukul (7-9) waktu lokal (WIT). Indeks K Biak mempunyai distribusi frekuensi yang tidak sama dengan indeks K Tangerang. Dengan diperolehnya koefisien korelasi sebesar 0,68 dengan pengertian bahwa antara indeks K Biak dengan indeks K Tangerang mempunyai pola kesamaan sebesar 68% sedangkan perbedaannya 32%.

#### DAFTAR RUJUKAN

- B. Christopher, 2005. The K-index, <http://www.sec.noaa.gov/info/Kindex.html>.
- Bevington, P., 1969. *Data reduction and error analysis for the physical sciences*, McGraw-Hill, New York.
- Habirun, 2005. *Identifikasi model fluktuasi indeks K Harian Menggunakan Model ARIMA (2.0.1)*, Jurnal Sains Dirgantara, Vol.2, No.2, Juni, 100-110.

Ruhimat, M., 1992. *Indeks K untuk Stasiun Geomagnet Watukosek*, Jurnal Sains Dirgantara LAPAN, Vol. 1., ISSN 0125-9636, 3-18.

Uesugi Tadayuki, Iwase Yuki, Koike Katsuharu dan Yoshida Akio, 2005. *A study on the K-index at Kakioka and Memambetsu*, Technical Report of the Kakioka Magnetic Observatory, Volume 3, Number 1, July, 2005.