

Penyusunan Tabel dan Penentuan Indeks K Geomagnet Lokal Menggunakan Data Medan Magnet Biak

Nanda Nur Aini^{*}, Thaqibul Fikri Niyartama¹, La Ode Muhammad Musafar²

¹Program Studi Fisika, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga,

²Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) Bandung

*E-mail: Aininanda20@gmail.com

INTISARI

Gangguan medan magnet yang terukur pada permukaan Bumi atau sering disebut aktivitas geomagnet dapat dikuantisasi menggunakan indeks geomagnet seperti indeks Kp (K-Planetari) dan indeks K. Indeks Kp mempresentasikan gangguan magnetik global, sedangkan indeks K merepresentasikan tingkat gangguan geomagnet lokal pada komponen horizontal medan magnet Bumi untuk tiap interval waktu tiga jam. Indeks K berupa bilangan bulat pada rentang 0-9. Untuk menentukan indeks K, dalam penelitian ini digunakan data stasiun pengamatan geomagnet di Biak (koordinat geomagnet (-9,73°; 208,39°) dalam rentang waktu sekitar 1-siklus Matahari (1992-2004). Hasil yang diperoleh juga dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan data stasiun Kakioka (koordinat geomagnet -26°; 209,4°) dalam rentang waktu yang sama. Informasi hari tenang geomagnet internasional sebagai hari tenang geomagnet digunakan untuk menurunkan indeks K. Medan Sq didekomposisi menggunakan analisis deret Fourier hingga harmonik ke-4 pada masing-masing komponen \vec{H} dan \vec{D} . Perata-rataan medan Sq pada hari tenang geomagnet tersebut digunakan sebagai acuan dalam menghitung gangguan geomagnet. Gangguan geomagnet didefinisikan sebagai besar deviasi nilai hasil pengukuran terhadap medan Sq rata-rata dalam suatu bulan tertentu. Berdasarkan penelitian ini didapatkan hasil tabel konversi indeks K dengan korelasi 99,3%, dimana K0 memiliki rentang konversi medan gangguan lebih kecil dari 4,4 nT dan nilai K9 memiliki rentang konversi medan gangguan lebih besar dari 342,6 nT. Hasil pengujian indeks K yang dihitung menggunakan data Biak menunjukkan pola yang serupa dengan indeks K di Kakioka. Sehingga hasil indeks K yang dilakukan pada penelitian ini dapat digunakan untuk stasiun-stasiun di Indonesia dalam memberikan informasi gangguan magnetik lokal untuk mendukung pelayanan data terkait cuaca Antariksa di LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional).

Kata Kunci: indeks K, indeks Kp, medan magnet Bumi

ABSTRACT

Magnetic field disturbance measured or some time is called as geomagnetic activity can be quantified by geomagnetic indices such as the Kp (K-Planetary) index and the K index. The Kp index represents global magnetic disturbance, whereas the K index stand for local geomagnetic disturbance. Conventionally, these indices derived from a horizontal component of the magnetic field for each time interval of three hours. K-Index as well as Kp-Index are an integer in the range of 0-9. Determining the K index, the geomagnetic observation station data in Biak (geomagnetic coordinates -9,73 °; 208,39 °) has been used for data range about one solar cycle (1992-2004). The obtained results were also compared with the results that derived from Kakioka data (geomagnetic coordinates -26 °; 209,4 °) for the same time range. The baseline or Sq field was decompsed by applying Fourier series analysis up to the 4th harmonic to \vec{H} and \vec{D} components of magnetic field. The average Sq field on the geomagnetic quietest days was used as a baseline to deduce magnetic disturbance from the magnetic variation. In this study, five days of the international geomagnetic quietest has been used. The Geomagnetic disturbance is defined as the deviation of the measured magnetic field to the average Sq field. A comparison and analyses of local magnetic disturbance and Kp-Index has been performed to determine the K-index conversion table. The largest correlation of 99,3% has been found where lowest limit magnetic disturbance for K=0 was found less than 4,4 nT and for K= 9 for disturbance greater than 342,6 nT. The K index test results calculated using Biak data show a similar pattern to the K index in Kakioka. So the results of the K index conducted in this study can be used for stations in Indonesia in providing information on local magnetic disturbances to support data services related to space weather in LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional).

Keywords: Earth's magnetic field, K index, Kp index

Pendahuluan

Bencana dalam perspektif Islam merupakan suatu gangguan serius yang disebabkan oleh faktor alam maupun faktor manusia yang bisa melumpuhkan fungsi-fungsi masyarakat yang dibangun untuk menopang keberlangsungan hidup, melindungi aset-aset, kelestarian lingkungan dan menjamin martabatnya sebagai manusia, sebagai bagian dari perintah agama. Lumpuhnya fungsi tersebut karena terjadinya kerugian dari sisi manusia, materi, ekonomi, atau lingkungan yang meluas yang melampaui kemampuan komunitas atau masyarakat yang terkena dampak untuk mengatasi dan menggunakan sumber daya mereka sendiri (Majelis Tarjih Tajdid dan Pimpinan Pusat Muhammadiyah, 2018).

Persiapan sebelum terjadinya bencana atau mitigasi bencana bertujuan untuk meminimalkan dampak yang ditimbulkan oleh bencana. Mitigasi bencana mencakup perencanaan dan pelaksanaan tindakan-tindakan untuk mengurangi resiko bencana baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana (Majelis Tarjih Tajdid dan Pimpinan Pusat Muhammadiyah, 2018).

Seperti penelitian yang dilakukan ini sebagai bentuk mitigasi bencana, agar tidak terjadi hal yang merugikan seperti pada peristiwa besar yang terjadi pada tahun 1859 atau dikenal dengan Carrington Event. Peristiwa Carrington Event dimulai pada 28 Agustus 1859 dengan terdeteksinya bitnik Matahari. Pada 1 September 1859 terjadi badai magnet yang berakibat fenomena alam yang menyerupai pancaran cahaya yang menyala-nyala pada lapisan ionofer (Aurora) yang biasanya hanya bisa diamati di lintang tinggi saat itu bahkan bisa diamati sampai di equator. Selama masa badai tersebut banyak terjadi kerusakan pada sistem telekomunikasi saat itu yang masih menggunakan telegraf. Arus yang sangat kuat menginduksi Atmosfer dan permukaan Bumi mengakibatkan terputusnya komunikasi dan kebakaran pada mesin telegraf akibat kelebihan di beberapa daerah Amerika Utara (Nuraeni, 2015)

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian suatu indeks geomagnet yang dapat memberikan informasi tingkat aktivitas geomagnet sebagai salah satu bentuk mitigasi bencana untuk meminimalisir dampak yang merugikan bagi manusia dan juga teknologi yang berkembang saat ini akibat kondisi cuaca antariksa. Indeks geomagnet. beberapa diantaranya ialah indeks *Ae* (*Auroral electrojet*), indeks *Dst* (*Disturbance Strom Time*), indeks *Kp* (*K-Planetari*) yang mempresentasikan gangguan geomagnet global, dan indeks *K* yang mempresentasikan gangguan geomagnet lokal. Gangguan geomagnet disebabkan oleh masuknya energi ke magnetosfer (lapisan medan magnet yang menyelubungi Bumi) (Menvielle dan Berthelier, 1991).

Pada wilayah Indonesia sangat dibutuhkan indeks *K* sebagai parameter yang digunakan untuk menganalisis kondisi cuaca antariksa sehingga dilakukan penentuan tabel konversi indeks *K* menggunakan data medan magnet Biak (koordinat geomagnet $-9,73^\circ$, $208,39^\circ$) dari tahun 1992 hingga 2004 (selama 1 siklus Matahari). Pemilihan data Biak dikarenakan pada daerah tersebut memiliki kualitas yang lebih baik dari pada stasiun lainnya yang tersebar di wilayah Indonesia. Penelitian mengenai penentuan indeks *K* untuk wilayah Indonesia ini telah dilakukan pada tahun 2015 oleh Juangsih, dimana penurunan tabel konversi indeks *K* dilakukan dengan menggunakan pola medan *Solar quite* (hari tenang) dengan menerapkan sifat simetri medan *Solar quite* (*Sq*). Sedangkan penelitian ini menggunakan metode konvensional dengan menerapkan perhitungan medan *Sq* analisis deret Fourier hingga harmonik ke-4 yang nantinya akan dibandingkan dengan data indeks *K* pada stasiun Kakioka (koordinat geomagnet 26° , $209,4^\circ$) dengan tahun yang sama.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menyusun tabel konversi indeks K geomagnet dan menentukan indeks K geomagnet untuk daerah Indonesia. dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data Variasi Geomagnet

Tahapan pengumpulan data variasi geomagnet ini bertujuan untuk mendapatkan data dari stasiun lintang menengah dan lintang rendah secara geografis dengan target didapatkannya data stasiun Biak (koordinat geomagnet $-9,73^\circ$, $208,39^\circ$) dan data dari stasiun Kakioka (koordinat geomagnet 26° , $209,4^\circ$) selama satu siklus Matahari (tahun 1992 sampai 2004). Cara memperoleh data tersebut ialah dari hasil pengukuran menggunakan alat magnetometer yang berada pada Kakioka (Jepang) dan Biak (Indonesia). Data yang terekam pada stasiun Biak merupakan data yang tidak mengandung medan magnet utama Bumi sedang pada stasiun Kakioka masih mengandung medan magnet utama Bumi.

2. Observasi Pada Data dengan Resolusi Data 1 menit

Observasi data bertujuan untuk mendapatkan data yang memiliki kualitas baik. Hal ini perlu dilakukan karena magnetometer dalam pengambilan data sangat sensitif, sehingga pada data terdapat *noise*. Data variasi harian geomagnet yang mengandung *noise* sangat berpengaruh pada hasil pengolahan data geomagnet karena menghasilkan informasi indeks K yang kurang tepat. Salah satu *noise* adalah data *spike* (data yang tiba-tiba melonjak). Cara yang dilakukan pada tahapan ini ialah dengan melakukan *plotting* data menggunakan MATLAB, dimana *noise* yang ada pada data dilakukan perbaikan atau penghapusan dengan target didapatkannya data dengan grafik yang *signifikan* (tanpa adanya *noise*).

3. Koreksi Efek *Dst* dengan Resolusi Data 1 Jam

Koreksi *Dst* pada data dengan resolusi waktu 1 jam bertujuan untuk menentukan garis dasar malam hari. Hal ini dilakukan dengan cara menyesuaikan indeks *Dst* dan tren linier dengan data malam hari dari \vec{H} pada waktu tertentu dua jam paling dekat dengan tengah malam lokal (22.00 hingga 02.00), melalui persamaan dalam bentuk matriks:

$$\mathbf{d} = A\mathbf{M} \quad (1)$$

dengan

$$\mathbf{d}^n = \begin{pmatrix} H_1^n \\ H_2^n \\ H_3^n \\ \vdots \\ H_k^n \end{pmatrix} \quad A^n = \begin{pmatrix} 1 & T_1^n & Dst_1^n \\ 1 & T_2^n & Dst_2^n \\ 1 & T_3^n & Dst_3^n \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & T_k^n & Dst_k^n \end{pmatrix} \quad M = \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{pmatrix}$$

Solusi untuk matriks M dalam persamaan (3.1) dapat dipecahkan melalui metode kuadrat terkecil yang memiliki bentuk

$$M = \{(A^n)^T A^n\}^{-1} \{(A^n)^T \mathbf{d}^n\} \quad (2)$$

dengan

\mathbf{d}^n	= data komponen \vec{H}
T	= waktu dalam <i>Julian Days</i>
Dst	= data indeks <i>Dst</i>
n	= lima jam pada malam hari stasiun lokal
k	= jumlah nilai data pada malam hari
α, β, γ	= koefisien

Target dari koreksi *Dst* ini akan diperoleh kualitas data yang lebih baik sehingga bermanfaat untuk perhitungan variasi *Sq* dengan menggunakan deret Fourier.

4. Perhitungan Varasi *Sq* dengan Deret Fourier

Perhitungan variasi *Sq* bertujuan untuk memisahkan antara variasi medan magnet yang bersumber dari perubahan medan listrik ionosfer dan juga variasi medan magnet utama. Perhitungan ini diperoleh dengan menggunakan cara deret Fourier hingga harmonik ke-4 yang dapat dituliskan persamaannya sebagai berikut:

$$S_q = a_0 + \sum_{m=1}^4 \left\{ a_m \cos \left(2\pi \frac{mt}{24} \right) + b_m \sin \left(2\pi \frac{mt}{24} \right) \right\} \quad (3)$$

Persamaan 3.4 dapat dituliskan dalam persamaan matriks yaitu:

$$d_F = A_F M_F \quad (4)$$

dengan matriks M_F merupakan matriks koefisien Fourier yang diberikan oleh

$$M_F = \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} \quad \text{dan} \quad d_F = \begin{pmatrix} \Delta V_0 \\ \Delta V_1 \\ \vdots \\ \Delta V_{23} \end{pmatrix}$$

$$A_F = \begin{bmatrix} 1 & \cos \left(2\pi \frac{1 \cdot 0}{24} \right) & \cdots & \cos \left(2\pi \frac{4 \cdot 0}{24} \right) & \sin \left(2\pi \frac{1 \cdot 0}{24} \right) & \cdots & \sin \left(2\pi \frac{4 \cdot 0}{24} \right) \\ 1 & \cos \left(2\pi \frac{1 \cdot 1}{24} \right) & \cdots & \cos \left(2\pi \frac{4 \cdot 1}{24} \right) & \sin \left(2\pi \frac{1 \cdot 1}{24} \right) & \cdots & \sin \left(2\pi \frac{4 \cdot 1}{24} \right) \\ 1 & \cos \left(2\pi \frac{1 \cdot 2}{24} \right) & \cdots & \cos \left(2\pi \frac{4 \cdot 2}{24} \right) & \sin \left(2\pi \frac{1 \cdot 2}{24} \right) & \cdots & \sin \left(2\pi \frac{4 \cdot 2}{24} \right) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & \cos \left(2\pi \frac{1 \cdot 23}{24} \right) & \cdots & \cos \left(2\pi \frac{4 \cdot 23}{24} \right) & \sin \left(2\pi \frac{1 \cdot 23}{24} \right) & \cdots & \sin \left(2\pi \frac{4 \cdot 23}{24} \right) \end{bmatrix}$$

Target dari tahapan ini ialah didapatkan variasi harian komponen medan magnet \vec{H} atau \vec{D} pada hari tenang geomagnet yang bermanfaat untuk perhitungan rata-rata *Sq*.

5. Perhitungan Rata-rata *Sq* dalam 5 Hari

Perhitungan rata-rata *Sq* dalam 5 hari selama satu bulan bertujuan untuk menentukan kuat medan geomagnet saat hari tenang ($Sq(t)$). Perhitungan ini dilakukan dengan cara berdasarkan aturan internasional, yang dapat diakses melalui web <http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/qddays/index.html>

$$Sq(t) = \frac{1}{5} [q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5] \quad (5)$$

dengan

$$\begin{aligned} Sq(t) &= \text{kuat medan geomagnet saat hari tenang} \\ q_n &= \text{data hari tenang} \end{aligned}$$

Target yang didapat dari tahapan ini ialah data yang memiliki kondisi sangat tenang dimana bersifat antisimetri terhadap siang hari waktu lokal. Manfaat dari perhitungan rata-rata *Sq* ialah digunakan untuk indeks K secara *real time*.

6. Perhitungan Gangguan Geomagnet

Perhitungan gangguan geomagnet bertujuan untuk mendapatkan data gangguan rata-rata 1 jam dan 3 jam dengan cara mengurangi data medan magnet pada stasiun tersebut dengan medan Sq . Target dari perhitungan gangguan geomagnet didapatkan data gangguan geomagnet dengan rata-rata 1 jam dan 3 jam pada setiap bulannya selama satu siklus Matahari. Sehingga dapat bermanfaat untuk membandingkan nilai gangguan pada komponen \vec{H} dan komponen \vec{D} . Salah satu nilai komponen yang lebih besar akan digunakan untuk proses perhitungan tabel konversi.

7. Melakukan Distribusi antara Indeks K Pada Masing-masing Stasiun dengan Indeks Kp

Distribusi antara indeks K dan Kp ini bertujuan untuk mencocokkan hasil dari indeks K pada masing-masing stasiun dengan indeks Kp. Target dari tahapan ini didapatkan nilai korelasi tertinggi antara indeks K masing-masing stasiun dan indeks Kp dengan tahun yang sama. Pada tahapan ini dilakukan cara mencocokkan indeks K masing-masing stasiun dan indeks Kp dengan panjang rentang nilai 28, yaitu: 0, 0+, 1-, 1, 1+, 2-, 2, 2+, 3-, 3, 3+, 4-, 4, 4+, 5-, 5, 5+, 6-, 6, 6+, 7-, 7, 7+, 8-, 8, 8+, 9-, 9+. Manfaat pada tahapan ini ialah diperoleh data yang dapat digunakan untuk menentukan tabel konversi.

8. Penentuan Tabel Konversi

Penentuan tabel konversi ini bertujuan untuk mendapatkan indeks K dari perhitungan data selama satu siklus Matahari yang disajikan dalam tabel. Data konversi indeks K yang disusun mengikuti pola indeks Kp (indeks geomagnet global) yang memiliki selang waktu sama dengan indeks K, yaitu 3 jam. Panjang rentang nilai 28. Distribusi indeks Kp dari tahun 1992 hingga 2004 merupakan kurva logaritmik, sehingga tabel konversi dikonstruksi secara logaritmik dengan panjang rentang 28 dan dicari nilai korelasi tertinggi terhadap distribusi gangguan Biak. Data gangguan 3 jam Biak dari tahun 1992 hingga 2004 dicocokkan dengan data indeks Kp ditahun yang sama. Oleh karena indeks Kp memiliki 28 selang interval maka untuk awal tabel konversi dibagi ke dalam 28 selang interval.

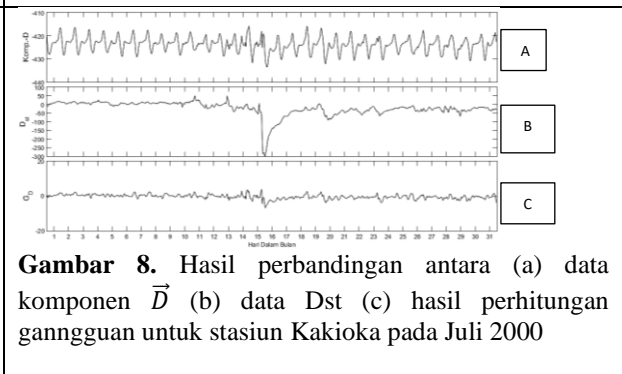
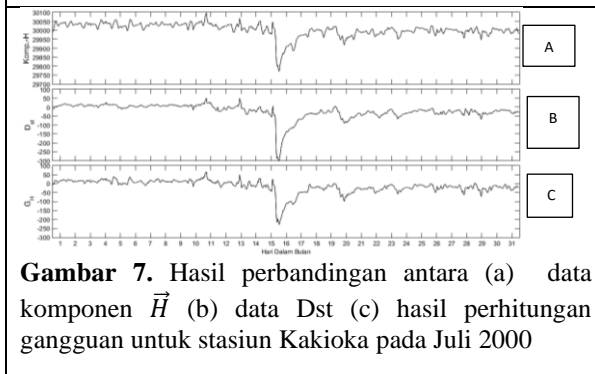
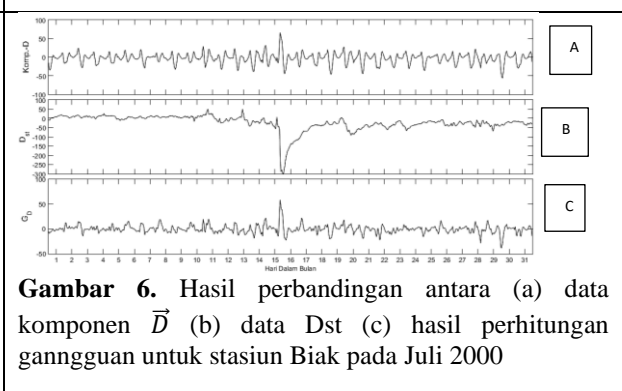
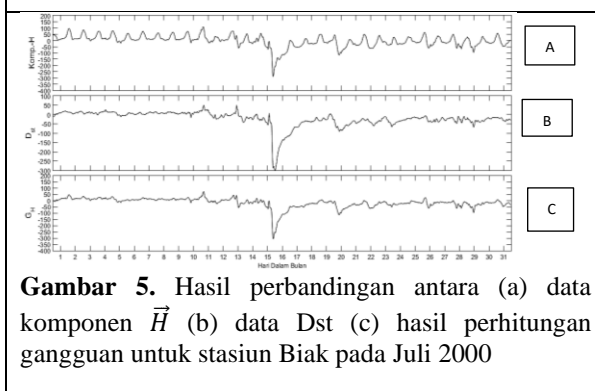
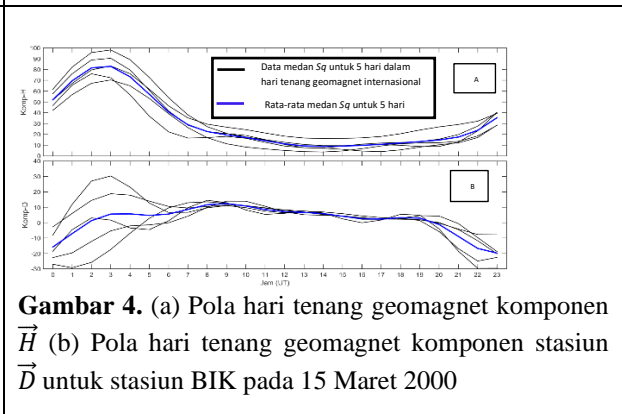
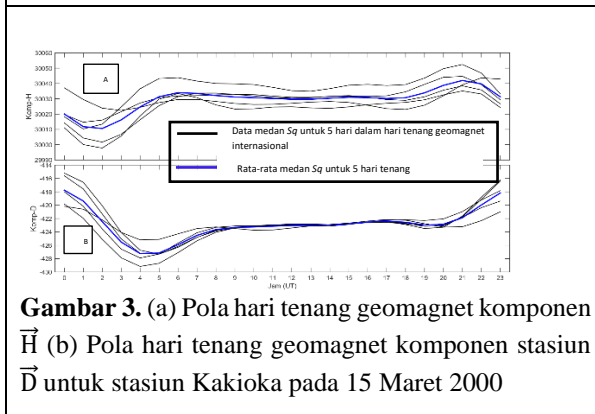
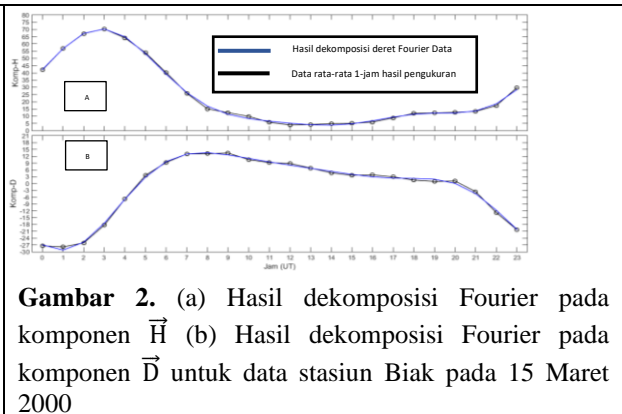
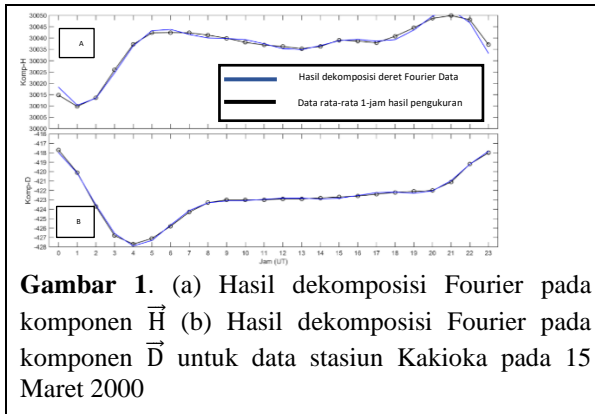
Target dari tahap ini didapatkan tabel indeks K untuk 10 selang interval. Indeks K ini dapat digunakan untuk memberikan informasi gangguan magnetik untuk mendukung pelayanan data terkait cuaca Antariksa.

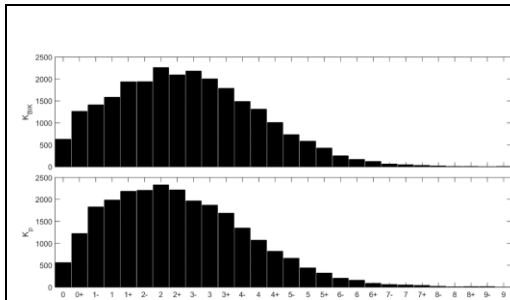
9. Pengujian Indeks K Biak dengan indeks K Kakioka

Pengujian indeks K ini merupakan metode konvensional dengan tujuan untuk melakukan perbandingan, dimana secara magnetik keduanya berada pada lintang rendah. Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan *plotting* dan perhitungan nilai korelasi data indeks K pada stasiun Kakioka dan indeks K pada stasiun Biak setiap bulannya selama satu siklus Matahari. Target pada tahap ini didapatkan nilai korelasi. Manfaat dilakukan pengujian ialah untuk mengetahui kecocokan indeks K pada stasiun Biak dengan stasiun Kakioka sehingga nantinya indeks K dari data medan magnet stasiun Biak ini dapat digunakan untuk wilayah Indonesia.

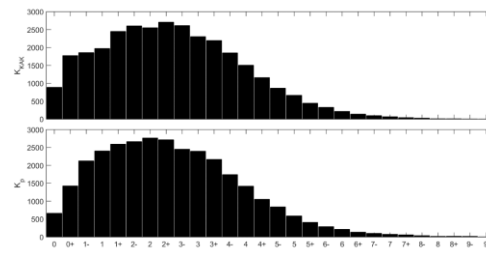
Hasil dan Pembahasan

Tabel 1.1. Hasil dari Penelitian

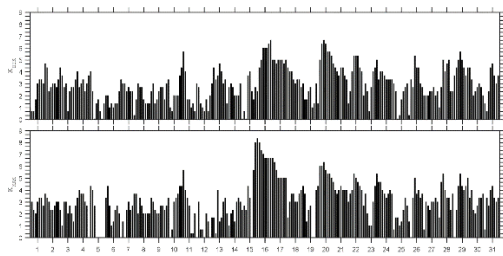




Gambar 9. Distribusi indeks Kp dan indeks K dari stasiun Biak pada tahun 1992 sampai 2004



Gambar 10. Distribusi indeks Kp dan indeks K dari Stasiun Kakioka pada tahun 1992 sampai 2004



Gambar 11. Contoh perbandingan indeks K stasiun pengamatan BIK (Biak) dan KAK (Kakioka) pada Juli 2000

Tabel 1. 2. Konversi indeks K geomagnet untuk wilayah Indonesia

Indeks K	Rentang Konversi Medan Gangguan (nT)
0	4,4
0+	5,1
1-	6,1
1	7,2
1+	8,5
2-	10,1
2	11,9
2+	14,1
3-	16,7
3	19,7
3+	23,3
4-	27,6
4	32,6
4+	38,6
5-	45,7
5	54,0
5+	63,9
6-	75,6
6	89,4
6+	105,7
7-	125,1
7	147,9
7+	175,0
8-	207,0
8	244,8
8+	289,6
9-	342,6
9	>342,6



Tabel 1.3. Indeks K geomagnet untuk wilayah Indonesia

Indeks K	Rentang Konversi Medan Gangguan (nT)
0	5,1
1	8,5
2	14,1
3	23,3
4	38,6
5	63,9
6	105,7
7	175,0
8	289,6
9	342,6

Pembahasan

Sebagaimana yang telah ditunjukkan oleh Tabel 1.3 yang merupakan hasil penurunan dari Tabel 1.2 didapatkan informasi indeks K sebagai hasil akhir penelitian ini dengan menggunakan data Biak pada tahun 1992 hingga 2004. Penentuan indeks K ini didasarkan pada indeks Kp dengan tahun yang sama. Dimana hasil korelasi dari distribusi indeks Kp dan indeks K ialah sebesar 99,3%.

Salah satu contoh hasil dari pengolahan data dekomposisi Fourier hingga harmonik ke-4 pada stasiun Kakioka (KAK) dapat ditampilkan pada Gambar 1 dan stasiun Biak (BIK) terdapat pada Gambar 2. Perbedaan antara keduanya ialah nilai medan magnet pada sumbu y. Hal ini dikarenakan data yang didapatkan medan magnet pada stasiun KAK masih mengandung medan magnet utama Bumi dan perhitungan pada medan Sq juga masih mengandung medan utama Bumi, sehingga nilai pada komponen \vec{H} mencapai 30045nT dan komponen \vec{D} mencapai -428nT. Berbeda dengan stasiun BIK yang nilainya hanya mencapai 70nT pada komponen \vec{H} dan -30nT pada komponen \vec{D} karena magnetometranya mengukur tanpa medan magnet utama Bumi.

Contoh hasil perhitungan pola hari tenang pada Maret 2000 untuk stasiun KAK diberikan dalam Gambar 3. Kurva berwarna hitam adalah data medan Sq pada 5 hari pertama dalam hari tenang geomagnet internasional, sedangkan kurva berwarna biru adalah rata-rata dari medan Sq untuk 5 hari tenang tersebut. Pada Gambar 3 menampilkan pola Sq pada komponen \vec{H} dimulai dengan penurunan grafik dan terjadi puncak pada jam 5 dalam standar waktu *universal*. Hal ini berbeda pada stasiun BIK yang ditampilkan dalam Gambar 4, dimana komponen \vec{H} dimulai dengan kenaikan yang memiliki puncak pada jam 3 dalam standar waktu *universal*. Apabila dalam waktu lokal puncak tersebut terjadi pada jam 12 siang, hal ini dikarenakan pada daerah equator elektron bergerak dari malam ke siang sehingga nilai medan magnet pada siang hari lebih besar dari pada waktu lainnya.

Selanjutnya contoh data hasil stasiun BIK ditampilkan Gambar 5, dimana menampilkan komponen \vec{H} , koreksi Dst , dan gangguan pada komponen \vec{H} . Sedangkan pada Gambar 6 menampilkan komponen \vec{D} , koreksi Dst , dan gangguan pada komponen \vec{D} . Pada Gambar 5 dapat terlihat dengan jelas bahwa terjadi badai pada tanggal 15 sedangkan pada Gambar 6 memiliki grafik yang stabil. Sehingga pada stasiun BIK aliran arus didominasi oleh komponen \vec{H} . Hal tersebut dikarenakan BIK terdapat pada garis equator dengan aliran arus dari Barat ke Timur atau dari malam menuju siang dimana searah dengan arah putaran jarum jam. Menurut gaya Lorentz (kaidah tangan kanan) apabila arah arus sejajar karena perkalian antara besar muatan dan kecepatan. Sedangkan arah medan magnet tegak lurus terhadap arah arus. Pada stasiun BIK arus menuju Timur dan arah medan magnet menuju Utara sehingga komponen \vec{H} (arah magnetik horizontal Utara-Selatan) lebih besar dibandingkan komponen \vec{D} (sudut deklinasi).

Sedangkan contoh data hasil stasiun KAK ditampilkan pada Gambar 7, dimana terdapat plot data komponen \vec{H} , koreksi Dst , gangguan pada komponen \vec{H} dan pada Gambar 8 terdapat plot data komponen \vec{D} , koreksi Dst , gangguan pada komponen \vec{D} . Pada Gambar 7 dapat terlihat dengan jelas bahwa terjadi badai pada tanggal 15 sedangkan pada Gambar 8 memiliki grafik yang stabil. Sehingga pada stasiun KAK aliran arus didominasi oleh komponen \vec{H} . Namun tidak jarang pula stasiun KAK didominasi oleh komponen \vec{D} . Hal tersebut karena KAK terdapat pada lintang menengah dengan aliran arus dari Timur menuju Utara kemudian ke Barat hal ini terjadi karena ada pembelokan, dimana arah arus berlawanan dengan arah putaran jarum jam. Menurut gaya Lorentz (kaidah tangan kanan) apabila arah arus sejajar karena perkalian antara besar muatan dan kecepatan. Sedangkan arah medan magnet tegak lurus terhadap arah arus. Pada stasiun KAK arus menuju Timur dan arah medan magnet menuju Utara sehingga komponen \vec{H}

(arah magnetik horizontal Utara-Selatan) lebih besar dibandingkan komponen \vec{D} (sudut deklinasi). Namun tidak jarang pula pada stasiun KAK arus menuju Utara dan arah medan magnet menuju Timur sehingga komponen \vec{H} (arah magnetik horizontal Utara-Selatan) lebih kecil dibandingkan komponen \vec{D} (sudut deklinasi).

Selanjutnya dilakukan tahap distribusi antara indeks Kp dengan indeks K pada stasiun BIK dan KAK dengan masing-masing Gambar 9 dan Gambar 10. Hasil distribusi indeks K stasiun BIK dan indeks Kp memiliki nilai korelasi yaitu 99,3%, dimana nilai tersebut juga sama dengan nilai korelasi antara distribusi indeks K stasiun KAK dan indeks Kp. Sehingga didapatkan penyusunan indeks K stasiun BIK dengan 28 interval yang dapat disajikan dalam Tabel 1.2. Setelah dari penyusunan indeks K dengan 28 interval maka akan didapatkan tabel konversi indeks K untuk geomagnet lokal pada Tabel 1.3. Nilai K0 ialah 4,4 nT dengan batas nilai K9 ialah 342,57 nT.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dari “Penyusunan Tabel dan Penentuan Indeks K Geomagnet Lokal Menggunakan Data Medan Magnet Biak” pada tahun 1992-2004 (satu siklus) didapat kesimpulan bahwa penyusunan tabel konversi indeks K geomagnet untuk wilayah Indonesia ditunjukkan pada Tabel 1.2 dan nilai indeks K yang dapat ditampilkan pada Tabel 1.3 dengan nilai korelasi sebesar 99,3%.

Saran untuk penelitian selanjutnya ialah perlu dilakukan analisis lebih detail mengenai sumber-sumber lokal penyebab perbedaan antara hasil yang diperoleh dalam makalah ini dengan hasil yang diperoleh dengan Juangsih (2015), kemungkinan perbedaan yang terletak pada kekuatan medan S_q yang menjadi garis dasar perhitungan gangguannya. Hal ini disebabkan karena metode penentuan garis dasar yang digunakan adalah berbeda. Saran terakhir perlu dilakukan analisis lebih detail terkait efek perbedaan lintang atau sumber lokal yang menyebabkan adanya perbedaan rentang indeks K antara stasiun Biak (BIK) dan stasiun Kakioka (KAK).

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT, kedua orang tua saya, Bapak Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si, M.Si dosen Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, dan Bapak La Ode Muhammad Musafar K., M.Sc dari LAPAN Bandung yang telah membimbing penulis hingga terselesaikannya penulisan ini.

Daftar Rujukan

- [1] Chapman, S., dan Bartels, J. 1940. *Geomagnetism* (Vol. I). Clarendon Press. Oxford.
- [2] Juangsih, M. 2015. *Penentuan Indeks K Geomagnet untuk Daerah Indonesia*. (Tesis), Jurusan Sains Kebumihan, FITK, ITB, Bandung
- [3] Nuraeni, F. 2015. Peristiwa Super Storm. *Buletin Cuaca Antariksa*, ISSN:2303-2707, Vol.4 No.2 April-Juni 2015 : 6-8
- [4] Majelis Tarjih Tajdid dan Pimpinan Pusat Muhammadiyah. 2018. *Himpunan Putusan Tarjih Muhammadiyah* 3. Penerbit Suara Muhammadiyah: Yogyakarta