

PENGARUH AKTIVITAS GEOMAGNET TERHADAP FREKUENSI KRITIS LAPISAN E SPORADIS DI ATAS BIAK

Iyus Edi Rusnadi
Peneliti Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa

ABSTRACT

Formation of ionosphere E sporadic layer is influenced by geomagnetic, solar activity, and meteor shower. This research used the K-index ≥ 3 data for local geomagnetic activity during no solar activity and no meteor shower indicate the increase critical frequency E sporadic layer (foEs) over the monthly median over Biak ($1^{\circ}11' S$, $135^{\circ}07' E$). K-index calculated for 3 hours, one day presented eight K-index values as I,II,...VIII. In 1993 until September, high foEs increase occur when three times succession (I,II,III), (II,III,IV), and so on in average $K > 3$, means rate more than 3, or the three times value more than 3.

ABSTRAK

Pembentukan lapisan E sporadis ionosfer dipengaruhi oleh aktivitas geomagnet, matahari, dan hujan meteor. Pada saat tidak ada aktivitas matahari ekstrim dan hujan meteor, indeks $K \geq 3$ yang digunakan sebagai indeks gangguan geomagnet lokal mengakibatkan terjadinya peningkatan parameter frekuensi kritis lapisan E sporadis (foEs) di atas Biak ($1^{\circ}11' LS$, $135^{\circ}07' BT$) dari median bulanannya. Indeks K dihitung 3-jaman, sehingga dalam sehari (24 jam) terdapat delapan nilai indeks K (I,II,...VIII). Berdasarkan penelitian selama tahun 1993 hingga bulan September, peningkatan foEs yang besar terjadi pada saat di mana nilai K dalam 3 waktu berturut-turut (I,II,III), (II, III, IV), dst. terjadi kenaikan yang beruntun, nilai rata-ratanya lebih dari 3.

1 PENDAHULUAN

Ionosfer merupakan suatu lapisan udara yang menyelimuti bumi dengan ketebalan beberapa ratus kilometer pada ketinggian 60 km hingga 700 km di atas permukaan bumi. Lapisan ionosfer terdiri dari ion-ion yang dapat dibedakan menjadi daerah D, E, dan F berdasarkan ketinggian serta komposisi ionnya. Lapisan ionosfer yang pertama kali ditemukan adalah lapisan E (diambil dari huruf pertama elektromagnetik) pada ketinggian 110 km yang dapat memantulkan gelombang radio. Kemudian lapisan di atasnya yaitu lapisan F pada ketinggian 250 km dan lapisan di bawahnya lapisan D pada ketinggian di bawah 90 km. Penamaan tersebut berdasarkan urutan ketinggian dari bumi.

Lapisan E merupakan lapisan kedua dari ionosfer setelah lapisan D,

terletak pada ketinggian 90 km - 160 km di atas permukaan bumi. Pada lapisan ini terdapat suatu lapisan yang muncul secara sporadis, tebalnya hanya beberapa kilometer, dinamakan lapisan E sporadis. Lapisan E sporadis dipengaruhi oleh aktivitas geomagnet, matahari, dan adanya hujan meteor. Lapisan E sporadis merupakan suatu gambaran adanya irregularitas di lapisan E ionosfer karena tidak terbentuk setiap saat. Lapisan ini seringkali muncul dengan rentang waktu yang cukup lama atau hanya sesaat saja. Sehingga tidak mengherankan bila hanya terlihat lapisan E sporadis 1-2 kali sehari atau bahkan tidak tampak sama sekali. Lapisan ini bisa terjadi pada siang atau malam hari.

Aktivitas geomagnet setiap hari sangat berperan dalam pembentukan lapisan E sporadic, ini dibandingkan aktivitas matahari yang hanya terjadi

pada siang hari atau pengaruh aktivitas hujan meteor yang hanya terjadi sewaktu-waktu saja. Gangguan magnetik dalam medan magnet bumi (geomagnet) pada umumnya diakibatkan adanya proses yang terjadi di lapisan magnet (magnetosfer) yang erat hubungannya dengan aktivitas matahari. Derajat gangguan waktu Greenwich (Universal Time/UT) dinyatakan dengan berbagai indeks. Dalam hal ini yang sangat berpengaruh adalah kegiatan geomagnet lokal yang digunakan sebagai gangguan magnetik harian setempat. Sebagai indikasi aktivitas tersebut ditunjukkan sebagai suatu bilangan indeks K yang masing-masing menunjukkan data aktivitas geomagnet dalam ukuran 3 jaman. Indeks K diambil dari rata-rata kegiatan geomagnet dari seluruh stasiun di seluruh belahan bumi dengan berpatokan waktu Greenwich.

Parameter-parameter yang terdapat pada lapisan E sporadis saat adanya aktivitas geomagnet bisa terjadi perubahan-perubahan. Perubahan itu bisa terjadi pada frekuensi kritis lapisan E sporadis (foEs). Untuk mengetahui perubahan parameter-parameter ionosfer yang terjadi akibat adanya aktivitas geomagnet, perlu dieliminasi dari pengaruh yang lain. Dalam penelitian ini pengaruh aktivitas matahari dan hujan meteor sedapat mungkin tidak terlalu dominan terhadap perubahan yang terjadi. Penggunaan data lapisan E sporadis pada malam hari saat aktivitas matahari kecil dan saat tidak terjadi hujan meteor adalah sangat baik jika dikaitkan dengan aktivitas geomagnet. Dalam penelitian ini diperlukan data ionosfer dan data geomagnet.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh respon frekuensi kritis lapisan E sporadis (foEs) yang terbentuk akibat adanya aktivitas geomagnet saat aktivitas matahari dan hujan meteor kecil. Aktivitas geomagnet lebih dominan dalam pembentukan lapisan ini pada siang dan malam hari dibandingkan aktivitas geomagnet dan hujan meteor. Karena aktivitas geomagnet terjadi setiap

hari (siang dan malam), maka hasil yang didapat diharapkan akan memberikan masukan bagi para pengguna komunikasi radio dalam melakukan aktivitasnya terutama pada saat-saat keadaan geomagnet terganggu. Untuk keperluan tersebut, maka berdasarkan pertimbangan data yang tersedia dan lengkap dibandingkan stasiun pengamat ionosfer lain di Indonesia digunakanlah data foEs di atas Stasiun Pengamat Dirgantara (SPD) Biak (01°11'LS, 135°07'BT), Indonesia yang berada dekat dengan daerah ekuator lintang geomagnet.

2 DATA DAN METODE

Untuk mengetahui perubahan parameter-parameter ionosfer yang terjadi akibat adanya gangguan geomagnet, perlu ditinjau faktor-faktor dominan yang mempengaruhi lapisan E sporadis. Dalam penelitian ini pengaruh aktivitas matahari dianalisis dari data harian sinar-X yang diambil dari Solar Geophysical Data Center (SGD), diambil data tahun 1993 disesuaikan dengan data meteor terakhir yang tersedia pada saat penelitian ini dilakukan yaitu data yang terdeteksi di Serpong, Banten. Dengan asumsi hujan meteor sepanjang tahun tersebut juga terjadi di Biak dengan selisih waktu 2 jam. Sementara itu nilai indeks K diambil dari Stasiun Pengamat Dirgantara (SPD) Biak, karena nantinya akan dihubungkan dengan data parameter lapisan E sporadis ionosfer di atas Biak (01°11'LS, 135°07'BT). Dengan mengambil data frekuensi kritis dan ketinggian lapisan E sporadis pada saat tidak ada hujan meteor serta intensitas sinar X kecil diharapkan terjadi kenaikan frekuensi kritis lapisan E sporadis yang sesungguhnya akibat pengaruh aktivitas geomagnet.

Medan magnet bumi (geomagnet) selalu mengalami perubahan intensitas. Derajat gangguan magnetik sepanjang hari dalam waktu Greenwich (UT) ditentukan oleh suatu indeks yang bervariasi. Variasi atau tingkat gangguan geomagnet berkaitan dengan arus listrik

yang terjadi di ionosfer. Penentuan tingkat gangguan geomagnet dihitung berdasarkan indeks K, yaitu indeks antara 0 dan 9 yang menunjukkan tingkat gangguan geomagnet pada interval waktu 3 jam dalam skala kuasi logaritmis.

Pada umumnya indeks K memiliki nilai 2, yaitu intensitas tertinggi pada saat aktivitas geomagnet tenang. Jarang sekali terjadi intensitas maksimum dengan nilai 9, indeks K dengan nilai 3 sudah dapat dikatakan terganggu. Frekuensi kritis lapisan E sporadis (foEs) yang terbentuk merupakan sebuah akibat yang menyatakan adanya hubungan antara aktivitas geomagnet terhadap kemunculan lapisan E sporadis.

Berdasarkan harga indeks K dari aktivitas geomagnet, maka lapisan E sporadis yang terpengaruh adalah dengan harga lebih besar dari 3. Perbedaan intensitas geomagnet mempengaruhi banyaknya kemunculan frekuensi kritis foEs. Dengan mengeliminasi pengaruh lain selain aktivitas geomagnet diharapkan didapatkan kenaikan frekuensi kritis

lapisan E sporadis pada saat terjadi gangguan geomagnet.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Data sinar X selama tahun 1993 tertinggi sebesar 1.0×10^{-6} Watt/m² (kelas M) yang terjadi pada tanggal 9 Februari dan 3 Maret 1993 menyebabkan data foEs meningkat 0,675 MHz dari median bulanannya pada pukul 04.00 (9 Feb '93), 1 MHz pukul 05.00 dan pukul 07.00, dan lebih dari 2 MHz pukul 16.00-18.00 (3 Mar '93). Di luar tanggal tersebut intensitasnya rata-rata jauh lebih kecil, sehingga tidak mempengaruhi pembentukan lapisan E sporadis ionosfer. Dari data hujan meteor yang terdeteksi di Serpong, Banten, 18 km dari Jakarta didapat data hingga bulan September 1993, seperti terlihat pada Tabel 3-1, sedangkan untuk data bulan Oktober hingga Desember 1993 tidak dapat digunakan karena datanya kosong.

Tabel 3-1: HUJAN METEOR YANG TERDETEKSI DI SERPONG, BANTEN YANG MENCAPI MAKSIMUM PADA TAHUN 1993

| Hujan meteor | Maksimum |
|----------------|---------------|
| Shower 39-48 | 8-17 Februari |
| Kappa Virgids | 7-18 April |
| Eta Aquarids | 4-5 Mei |
| Arietids | 8 Juni |
| Juni Lyrids | 16 Juni |
| Shower 182-183 | 2 Juli |
| Delta Aquarids | 28-29 Juli |
| Shower 217 | 5 Agustus |
| Perseids | 13 Agustus |
| Kappa Cygnids | 18-20 Agustus |
| Shower 270 | 27 September |

Dengan mengambil data hujan meteor di atas data frekuensi kritis lapisan E sporadis (foEs) yang memenuhi syarat, yang layak (tidak terganggu interferensi) dan yang tersedia sesuai dengan data foEs yang terjadi pada tanggal 16 Juni 1993, 5 Agustus 1993,

dan 13 Agustus 1993 saja yang benar-benar diakibatkan oleh hujan meteor, dengan peningkatan sebesar 1 MHz pukul 08.00, 10 MHz pukul 14.00 (16 Jun '93), 0,5 MHz hingga 3 MHz pukul 01.00, 02.00, 03.00, 04.00, 05.00, 07.00, 18.00, 19.00 (5 Agustus '93), dan 0,1

MHz hingga 5 MHz pukul 04.00, 07.00, 11.00, 12.00, 13.00, 15.00, 16.00, 17.00, 22.00.

Peningkatan foEs saat terjadi peningkatan aktivitas matahari dan hujan meteor tidak digunakan untuk menentukan hanya yang digunakan adalah pengaruh aktivitas geomagnet.

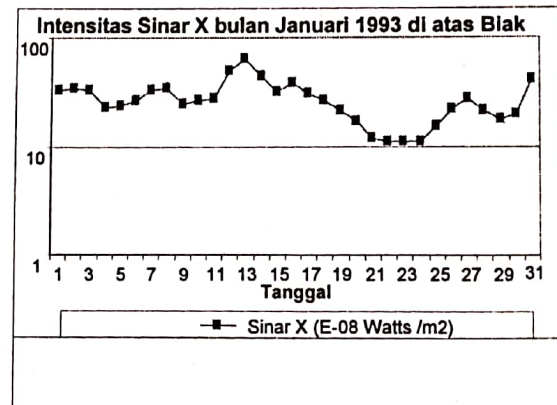
Dari data indeks K geomagnet selama tahun 1993 yang bernilai lebih atau sama dengan 3 terjadi pada hampir setiap bulannya dari Januari hingga Desember, kecuali November karena datanya tidak ada. Namun untuk melihat pengaruhnya terhadap foEs perlu ditinjau keberadaan foEs yang terjadi. Tidak seluruhnya foEs dapat digunakan karena berbagai hal, antara lain datanya tidak lengkap atau datanya kosong sehingga pembahasannya lebih akurat. Data indeks K yang berkaitan dengan foEs contohnya dapat dilihat pada Gambar 3-1 dan Gambar 3-5.

Data foEs selama tahun 1993 jika dikaitkan dengan indeks K, maka yang dapat dibahas adalah data foEs pada tanggal: 2,3,4,5 Januari 1993 karena data foEs tanggal 1 Januari 1993 tidak lengkap. Demikian juga untuk bulan Februari 1993 yang dibahas tanggal 20, 22 Februari 1993 data foEs tanggal 7 dan 28 Februari 1993 tidak lengkap. Untuk bulan Maret 1993 data foEs lengkap yang dibahas tanggal 2, 12, 13, 14, 15 Maret 1993. Untuk bulan Mei 1993 hingga September 1993 data foEs yang di bahas tanggal 8, 10, 14 Mei 1993, 23, 24, 25 Juni 1993, 1, 3, 5 Juli 1993, 28 Agustus 1993, dan 12, 13, 23, 29 September 1993. Data foEs untuk bulan April 1993 kosong.

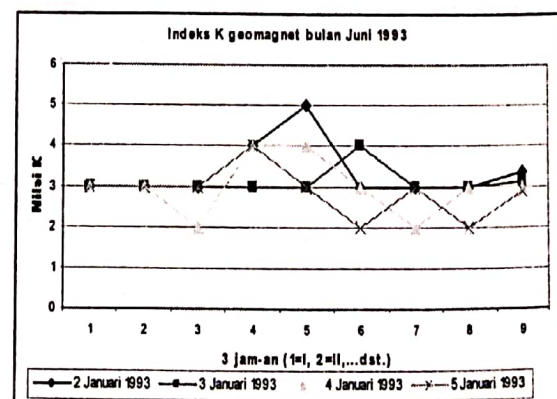
Pada bulan Januari 1993, tanggal 1 data foEs tidak lengkap tetapi pada tanggal 2 terjadi kenaikan foEs yang mencolok dibandingkan tanggal lainnya yang bervariasi 3 dan 4. Dengan indeks K masing-masing untuk I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII adalah 3, 3, 3, 4, 5, 3, 3, 3 pada tanggal 2 (lihat Gambar 3-3) yang berarti terjadi peningkatan secara simultan mulai 3 jaman ke III (pukul

104

07.00-09.00) hingga IV (pukul 10.00-12.00) dan V (pukul 13.00-15.00) menyebabkan peningkatan foEs mulai pukul 07.00, 08.00, dan seterusnya. Bulan Februari 1993 dengan indeks K yang bervariasi 3 dan 4, foEs berada pada sekitar median bulanannya. Pada bulan Maret 1993, terjadi kenaikan yang cukup tinggi pada tanggal 15 dengan indeks K 4, 4, 4, 5, 6, 4, 4, 3 dibandingkan tanggal lainnya yang bervariasi 3 dan 4 walaupun ada indeks yang lebih dari itu namun foEsnya kosong. Pada bulan Mei 1993, indeks K 4, 3, 5, 4, 4, 3, 3, 4 & 3, 4, 5, 4, 5, 2, 3, 4 pada tanggal 8 & 10 menyebabkan kenaikan foEs yang cukup tinggi dari median bulanannya.



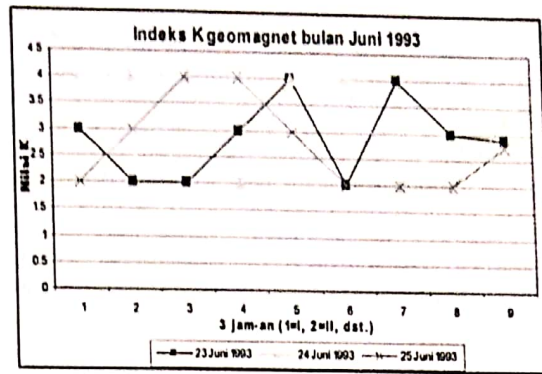
Gambar3-1: Intensitas sinar X dalam satuan 10^{-8} Watt/m² bulan Januari 1993



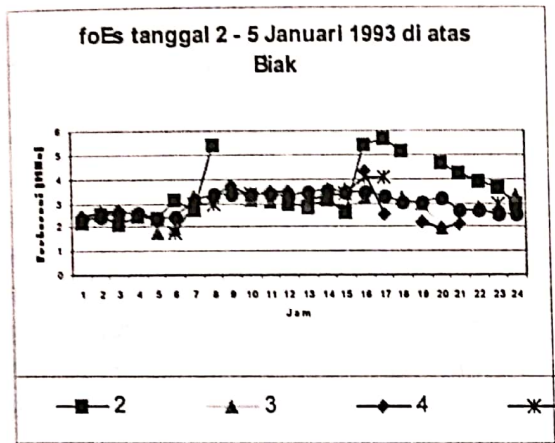
Gambar 3-2: Nilai indeks K bulan Januari 1993

Pada bulan Juni 1993, tanggal 10 data foEs tidak lengkap tetapi pada tanggal 24 terjadi kenaikan foEs yang mencolok dibandingkan tanggal lainnya yang bervariasi turun/naik antara 2

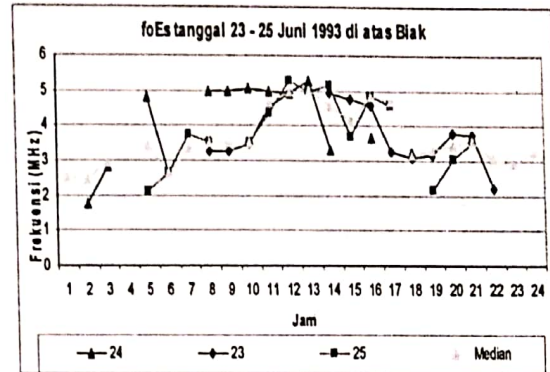
dan 4. Dengan indeks K masing-masing untuk I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII adalah 4, 4, 4, 2, 4, 4, 2, 2 pada tanggal 24 (lihat Gambar 3-5) yang berarti terjadi nilai indeks K merata secara simultan mulai 3 jam-an ke I (pukul 01.00-03.00, karena pukul 00.00 adalah pukul 24.00), hingga III (pukul 07.00-09.00) menyebabkan peningkatan foEs cukup tinggi dari median bulanannya mulai pukul 05.00, 06.00, dan seterusnya. (Gambar 3-6). Pada bulan Juli 1993 tanggal 1 indeks K 3, 2, 4, 5, 4, 2, 2, 3 cukup untuk meningkatkan foEs dari median bulanannya. Demikian juga halnya pada tanggal 5 walaupun data V, VI, VII, VIII kosong dengan 3, 2, 3, 5, X, X, X cukup untuk meningkatkan foEs dibandingkan tanggal 3.



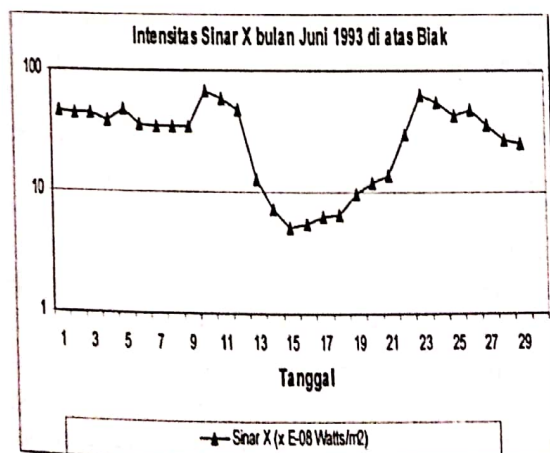
Gambar 3-5: Nilai indeks K bulan Januari 1993



Gambar 3-3: Frekuensi kritis lapisan E sporadis (foEs) tanggal 2-5 Januari 1993



Gambar 3-6: Frekuensi kritis lapisan E sporadis (foEs) tanggal 23 - 25 Juni 1993



Gambar 3-4: Intensitas sinar X dalam satuan 10^{-8} Watt/m² bulan Juni 1993

Pada tanggal 16 Agustus 1993 terdapat kenaikan foEs dari median bulanannya yang diakibatkan indeks K 4, 4, 4, 5, 5, 5, 4, 3. Pada bulan September 1993, tanggal 13 dengan indeks K 5, 5, 5, 6, 4, 5, 4, 3 mengalami kenaikan foEs yang cukup berarti dibandingkan tanggal 14, 23, dan 29.

Dari data di atas dapat dianalisis secara regresi, dan diperoleh persamaan regresi $Y = 55,996 + 0,012 X$

| Nilai Indeks K Berurutan | Presentasi Kejadian | Tingkat Keberhasilan Naik |
|--------------------------|---------------------|---------------------------|
| 4,5,6, dst | 42,31 | 90 |
| 4,4,4, dst | 19,23 | 60 |
| 3,3,3, dst | 38,46 | 30 |

4 KESIMPULAN

Dari analisis yang telah dilakukan, dengan terlebih dahulu mengeliminasi pengaruh lain selain aktivitas geomagnet, yaitu aktivitas matahari dalam hal ini pengaruh sinar X dan hujan meteor.

Frekuensi kritis lapisan E sporadis (foEs) pada tahun 1993 terdapat kenaikan dari median bulanannya, jika aktivitas geomagnet secara berurutan I, II, III; II, III, IV; dan seterusnya masing-masing mengalami kenaikan yang simultan dan nilainya lebih dari 3. Kenaikan yang sama juga terjadi jika rata-rata dari ketiga nilai tersebut adalah lebih dari 3. Demikian pula halnya jika ketiga-tiganya memiliki nilai sama yang lebih dari 3.

Pada saat aktivitas geomagnet yang ditandai dengan nilai indeks K lebih dari 3 cukup untuk meningkatkan foEs dibandingkan terhadap median bulanannya seperti yang terjadi pada bulan Januari hingga September 1993 walaupun ada juga data yang tidak lengkap. Adapun waktu-waktu yang sangat menonjol dibandingkan lainnya terjadi pada tanggal 2 Januari 1993, 8 Mei 1993, 10 Mei 1993, 1 Juli 1993, 5 Juli 1993, dan 13 September 1993 dengan kenaikan foEs 1,61 MHz hingga 2,065 MHz. Sedangkan yang lainnya terjadi kenaikan foEs 0,24 MHz hingga 0,65 MHz seperti yang terjadi pada bulan Februari 1993, Maret 1993, Juni 1993, dan Juli 1993. Bahkan adapula kenaikan foEs-nya 0,027 MHz hingga

0,37 MHz seperti yang terjadi pada bulan Maret 1993, Juli 1993, Agustus 1993, dan November 1993.

DAFTAR RUJUKAN

- Davies K., 1965. *Ionospheric Radio Propagation*, NBS Monograf 80, U.S. Government Printing Office, hlm. 30.
- Hargreaves J.K., 1979. *The Upper Atmosphere and Solar-Terrestrial Relations*, Van Nostrand Reinhold Co. Ltd., hlm. 64, 70-74.
- Iyus E.R., 1998. *Hujan Meteor dan Komunikasi Radio*, Pikiran Rakyat edisi 13 April 1998, hlm. 7
- Nancy R dkk, 1996. *Pembentukan E Sporadis Akibat Adanya Windshear Di Atas Pontianak*, Majalah LAPAN No. 79, hlm. 40-41.
- Obay S., 1987. *Tingkat Gangguan Geomagnet*, Berita Pusrihan LAPAN, hlm. 14, 15, 17, 21
- Obay S dkk., 1983/1984. *Penelitian Tingkat Gangguan Magnetik*, Proceeding Program Penelitian Pusrihan LAPAN, hlm. 3.
- Tascione T.F., 1988. *Introduction To The Space Environment*, Orbit Book Company, Inc., hlm. 69.