

DISTRIBUSI KEMUNCULAN LAPISAN E SPORADIS DI ATAS BIAK DAN TANJUNGSARI

Jiyo, Varullantor Dear
Bidang Ionosfer dan Telekomunikasi
Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN

ABSTRACT

This paper discusses about distribution the presence of Sporadic E layer above Biak (-1,0°; 136,0°) and Tanjungsari (-6,91°;107,83°). The data that used in this paper are observed from year 1992 until 1996 and year 2005 until 2006 at Biak and between 1998 until 2008 at Tanjungsari. Refer to the percentage of the presence Sporadic E layer at those places, we have five conclusions. *First*; there is 2 peak of the presence of Sporadic E layer at night either above Biak or Tanjungsari. The main peak is between May-June-July-August and the minor peak is at December until January. *Second*; those peaks pattern, still appear at Tanjungsari with value of the maximum frequency (f_xES) can achieve more than 10 MHz. *Third*; the presence of Sporadic E layer above Tanjungsari seems higher than Biak. It may be happen because of the difference of the latitude at both locations. *Fourth*; statistically, the presence of E Sporadic layer above Biak and Tanjungsari is an opposite of the solar activity and geomagnetic plot. *Fifth*; distribution of the presence Sporadic E layer above Biak and Tanjungsari are similar with the distribution of opening radio communication with working frequency 50 MHz. By those conclusions, its shows that the E-Sporadic layer above Biak and Tanjungsari can be use to support a radio communication around those places and with a working frequency in Low-VHF band.

Keywords: *Sporadic E, f_xEs , solar activity, geomagnetic, radio opening, Low-VHF*

ABSTRAK

Pada tulisan ini dibahas tentang distribusi kemunculan lapisan E Sporadis di atas Biak (-1,0°; 136,0°) dan Tanjungsari (-6,91°;107,83°). Biak dan Tanjungsari. Data pengamatan yang digunakan adalah data pengamatan tahun 1992-1996 dan 2005-2006 dari Biak dan pengamatan tahun 1998-2008 dari Tanjungsari. Berdasarkan analisis persentase kemunculan lapisan E Sporadis yang muncul di kedua tempat itu diperoleh lima kesimpulan. *Pertama*, terdapat dua puncak kemunculan lapisan E Sporadis pada malam hari di atas Biak dan Tanjungsari. Puncak utama pada bulan Mei-Juni-Juli-Agustus dan puncak kedua terjadi pada bulan Desember-Januari. *Kedua*, pola dua puncak kemunculan ini bahkan masih terlihat pada lapisan E Sporadis di atas Tanjungsari dengan frekuensi maksimum (f_xEs) lebih tinggi dari 10 MHz. *Ketiga*, kemunculan lapisan E Sporadis di atas Tanjungsari relatif lebih tinggi diandingkan kemunculannya di atas Biak. Hal ini kemungkinan disebabkan perbedaan lintang antara kedua lokasi tersebut. *Keempat*, secara statistik, kemunculan lapisan E Sporadis di atas Biak dan Tanjungsari merupakan kebalikan dari aktivitas matahari dan geomagnet. *Kelima*, distribusi kemunculan lapisan E Sporadis di atas Biak dan Tanjungsari sama dengan distribusi kontak komunikasi radio pada frekuensi 50 MHz. Ini menunjukkan bahwa lapisan E Sporadis di atas dua lokasi ini dapat digunakan untuk mendukung komunikasi radio VHF-rendah di sekitar daerah tersebut.

Kata kunci : *E Sporadis, f_xEs , aktivitas matahari, geomagnet, kontak radio, VHF-rendah*

1. PENDAHULUAN

Perambatan gelombang radio pada pita frekuensi 3 – 30 MHz (*High Frequency*, HF) dapat menjangkau lokasi lebih dari 1000 km dengan bantuan lapisan ionosfer sebagai *repeater* alam. Sedangkan untuk gelombang radio pada pita frekuensi 30 – 300 MHz (*Very High Frequency*, VHF), umumnya memerlukan repeater buatan agar menjangkau lokasi yang sama. Meskipun demikian, penelitian yang telah dilakukan (Dyer, 1972) menunjukkan bahwa komunikasi radio pada frekuensi 50 MHz dapat menjangkau jarak 2000 km dikarenakan adanya peran lapisan E Sporadis. Ini adalah kelebihan yang bisa dimanfaatkan untuk mengoptimalkan penggunaan komunikasi radio VHF-rendah.

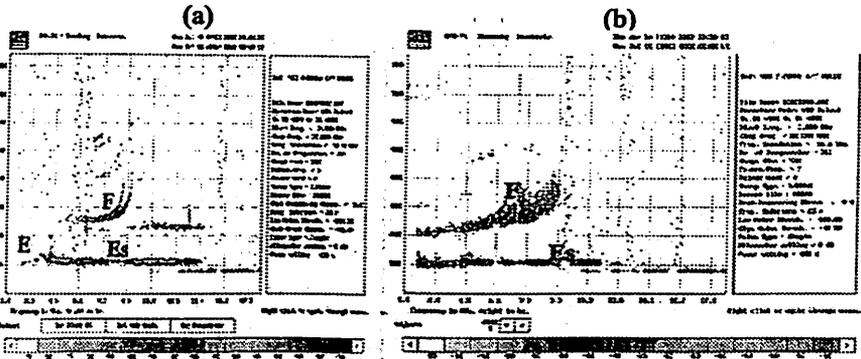
Gelombang radio pada pita VHF-rendah (30-60 MHz) yang dipantulkan oleh lapisan E Sporadis mempunyai kuat sinyal yang lebih besar dibandingkan sinyal gelombang radio yang dipantulkan lapisan F. Hal ini disebabkan ketinggian lapisan E Sporadis lebih rendah dibandingkan ketinggian lapisan F sehingga lintasan gelombangnya lebih pendek. Ketinggian lapisan E Sporadis sekitar 100 km, sedangkan ketinggian lapisan F sekitar 300 km. Lintasan yang lebih pendek akan mengurangi penyerapan energi gelombang oleh media yang dilalui sehingga sinyalnya relatif lebih kuat saat mencapai lokasi penerima. Selain itu, pemantulan gelombang VHF-rendah oleh lapisan E juga lebih sedikit mengalami *fading* karena ketinggian lapisan ini tidak banyak mengalami perubahan seperti halnya lapisan F. Gelombang radio dengan sinyal yang lebih kuat dan lebih stabil sangat baik untuk komunikasi data digital.

Dengan kelebihan lapisan E Sporadis dalam mendukung komunikasi radio VHF-rendah, maka pemahaman tentang lapisan ini sangat diperlukan. Oleh karenanya pada makalah ini akan dibahas tentang kemunculan lapisan tersebut di atas Biak (-1,0°; 136,0°) dan Tanjung Sari (-6,91°; 107,83°). Tujuannya untuk memperoleh informasi tentang distribusi temporal dari kemunculan dan frekuensi maksimum lapisan E Sporadis. Sasarannya adalah diperolehnya variasi musiman lapisan tersebut yang dapat digunakan sebagai pedoman waktu komunikasi radio VHF-rendah dan sebagai basis data untuk model propagasi E Sporadis di Indonesia.

2. LANDASAN TEORI/TINJAUAN PUSTAKA

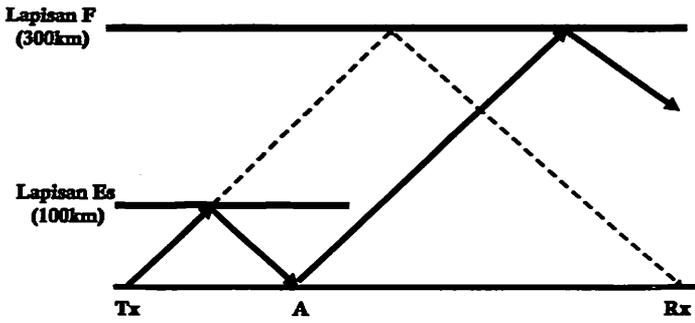
2.1 Lapisan E Sporadis dan Propagasi VHF Rendah

Lapisan E Sporadis adalah bagian dari lapisan ionosfer yang merupakan lapisan tipis dan transient dengan tingkat kerapatan elektron tinggi yang menempati ketinggian sekitar 100 km. Ketebalan lapisan ini kurang dari 1 km (Hunsucker & Hargreaves, 2003). Di lintang menengah, frekuensi plasmanya bisa lebih dari 5 MHz pada siang hari. Pada musim panas bisa mencapai nilai lebih dari 10 MHz (McNamara, 1992, halaman 28). Contoh lapisan E Sporadis hasil pengamatan menggunakan ionosonda IPS71 di Stasiun Pengamat Dirgantara Tanjung Sari seperti pada gambar 2-1.



Gambar 2-1. Ionogram yang menunjukkan adanya lapisan E Sporadis (Es) pada siang hari (a) dan malam hari (b).

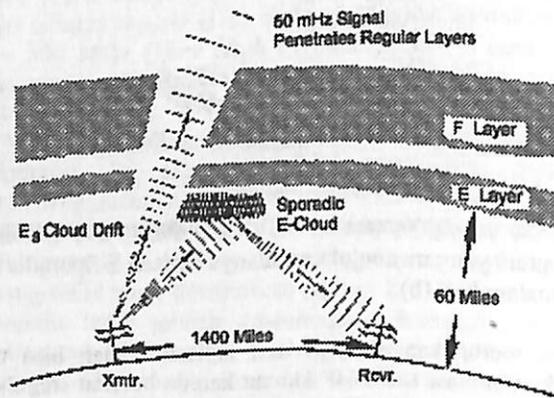
Lapisan Es merupakan anomali dari lapisan E dan bisa menimbulkan masalah terhadap komunikasi radio HF karena karena bersifat iregular dan belum bisa diprediksi (McNamara, 1991, halaman 97). Jika diketahui kemunculan dan frekuensi maksimumnya, lapisan ini bisa menjadi reflektor yang sangat baik untuk gelombang radio. Selain itu, satu hal yang sangat penting tentang pengaruh Es terhadap propagasi gelombang radio HF adalah efek *screening* (menghalangi) terhadap pemantulan oleh lapisan F (lihat skema gambar 2-2). Dengan adanya efek screening oleh lapisan E Sporadis maka sinyal radio yang seharusnya mencapai lokasi Tx justru menjangkau lokasi A atau tempat lain yang lebih jauh dari Tx.



Gambar 2-2. Skema efek *screening* oleh lapisan E Sporadis (Es) pada ketinggian sekitar 100 km.

Meskipun kemunculan lapisan E Sporadis menimbulkan efek *screening*, namun ada manfaat lain yang dapat diperoleh dari gejala tersebut. Perhatikan pemantulan gelombang radio oleh lapisan E Sporadis dan mencapai titik A. Hal ini menunjukkan bahwa lapisan E Sporadis dapat memantulkan gelombang radio HF, bahkan mampu memantulkan gelombang radio dengan frekuensi lebih dari 30 MHz. Misalnya gelombang radio dengan frekuensi 50 MHz (band 6-meteran) bisa

dipantulkan oleh lapisan E Sporadis sehingga mencapai jarak 1400 mil atau 2000 km (lihat gambar 2-3). Tanpa kehadiran lapisan ini jarak tersebut bisa dicapai harus dengan bantuan *repeater* atau pada saat terjadi badai positif lapisan ionosfer (Jiyo, 2008).



Gambar 2-3. Skema pemantulan gelombang radio pada frekuensi 50 MHz oleh lapisan E Sporadis (Dyer, 1972).

2.2 Hasil Penelitian Terdahulu

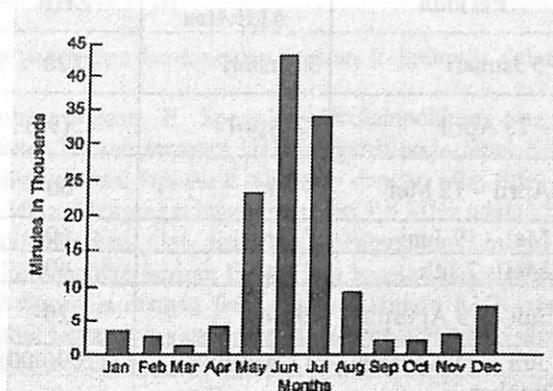
Menurut Hunsucker dan Hargreaves (2003) zona ekuator untuk lapisan E Sporadis adalah wilayah antara 20°LU hingga 20°LS . Dengan demikian lapisan E Sporadis ionosfer Indonesia termasuk dalam zona ekuatorial. Menurut hasil penelitian Smith (1957), kemunculan lapisan Es di Huancayo selama tahun 1951 hingga 1952 adalah lebih dari 90% pada siang hari, 10% hingga 70% pada sore hari, 10% hingga 50% pada malam hari dan dini hari.

Menurut McNamara (1992) lapisan E Sporadis bisa menjadi masalah terhadap komunikasi radio HF karena bersifat iregular dan tidak bisa diprediksi. Jika kita mampu melakukan prediksi terhadap kemunculan Es dan frekuensi maksimumnya, maka hal ini sangat bermanfaat. Seringkali lapisan E Sporadis bisa menjadi reflektor yang sangat baik untuk gelombang radio HF dan jika muncul akan sangat bermanfaat. Namun kita masih terlalu sedikit mengenal penyebab kemunculan Es untuk diprediksi.

Menurut Jones (1986) terdapat dua model lapisan E Sporadis yang telah dikembangkan. Pertama adalah model persentase kemunculan lapisan Es dengan $f_oE_s \geq 7$ MHz. Model ini cocok untuk mendukung transmisi gelombang radio pada pita frekuensi VHF. Model kedua adalah model desil dan median. Peta *desil bawah* (*Lower Decile*, LD), *median*, dan *desil atas* (*Upper Decile*, UD) telah dibuat sejak 1968 oleh Leftin dan kawan-kawan dan dirujuk sebagai peta ITS. Model ini cocok untuk propagasi gelombang radio pada band HF.

Menurut hasil penelitian Hawk (2001), di daerah lintang menengah pada siang hari puncak utama dari aktivitas Es dengan $f_oE_s > 5$ MHz terjadi pada bulan Mei hingga Agustus. Persentase kemunculannya mencapai 20% hingga 60%. Puncak minornya terjadi pada bulan Desember-Januari dengan persentase

kemunculan 20% hingga 30%. Pada malam hari bulan Mei-Agustus kemunculannya 10% hingga 30% dan bulan Desember-Januari kurang dari 10%. Pada bulan Mei-Agustus kemunculan Es pada malam hari 10% hingga 30% dan pada dini hari antara 10% hingga 20%.



Gambar 2-1. Durasi kontak komunikasi radio (dalam satuan menit) pada frekuensi 50 MHz selama tahun 1964 hingga 1970 (Dyer, 1972).

Berdasarkan telaah atas kontak komunikasi radio pada frekuensi 50 MHz yang dilakukan Dyer (1972) selama 7 tahun menunjukkan adanya variasi musiman dari aktivitas komunikasi radio tersebut. Puncak utama (*major*) aktivitas komunikasi pada frekuensi 50 MHz adalah bulan Mei-Juni-Juli-Agustus. Sedangkan puncak *minor*-nya terjadi pada bulan Desember dan Januari. Pada musim dingin, persentase kontak komunikasi pada *band* ini relatif tinggi, baik siang maupun malam hari. Pada musim dingin persentase kontak komunikasi menurun pada siang hari dan justru terjadi kenaikan pada malam hari. Pada saat aktivitas matahari tinggi persentase kontak justru lebih rendah dibandingkan pada saat aktivitas matahari rendah.

Adanya variasi ini berkaitan erat dengan kemunculan lapisan E Sporadis dan aktivitas hujan meteor. Intensitas hujan meteor secara visual diukur dengan satuan *Zenithal Hourly Rates* (ZHR). Pada tabel 2-1 dapat dilihat distribusi hujan meteor dalam setahun, waktu puncak aktivitasnya, dan intensitasnya (www.meteorscatter.net). Pada bulan-bulan Mei, Juni, Juli, dan Agustus terjadi hujan meteor dengan ZHR yang relatif lebih tinggi. Demikian pula pada bulan Desember dan Januari.

Tabel 2-1. Hujan meteor, perioda, waktu puncak, ZHR, dan kecepatannya (www.meteorscatter.net, updated April 7th, 2005)

Hujan Meteor	Perioda	Puncak Aktivitas	ZHR	Kecepatan (km/detik)
Quadrantids	1 – 5 Januari	3 Januari	120	42
April Lyrids	16 – 25 April	22 April	15(90)	48
Eta Aquarids	19 April – 12 Mei	5 Mei	60	66
Arietids	29 Mei – 19 Juni	7 Juni	60	37
z-Perseids	20 Mei – 7 Juli	9 Juni	40	30
d-Aquarids	12 Juli – 19 Agustus	28 Juli	20	41
Perseids	17 Juli – 24 Agustus	12 Agustus	>100(400)	60
Orionids	2 Oktober – 11 November	21 Oktober	20	66
Leonids	14 – 21 November	17 November	20	71
Geminids	7 – 17 Desember	14 Desember	110	35
Ursids	17 – 26 Desember	22 Desember	>12(90)	34

3. METODOLOGI

Untuk mencapai tujuan dan sasaran langkah yang dilakukan meliputi pengamatan, pembacaan data (*scaling*), dan pengolahan data lapisan E Sporadis. Parameter yang digunakan adalah frekuensi maksimum lapisan E Sporadis (f_{xEs}) dan ketinggiannya. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mendapatkan distribusi temporal kemunculan lapisan E Sporadis dan frekuensi maksimumnya. Distribusi temporal akan dilihat dari distribusi kemunculan lapisan E Sporadis selama satu tahun. Untuk meminimumkan pengaruh aktivitas matahari, maka data yang digunakan dalam pembahasan adalah hasil pengamatan malam hari.

Pengamatan dan pengolahan data menggunakan rujukan waktu sektor lokal (*Local Sector Time* (LST) atau WIB untuk Indonesia Bagian Barat dan WIT untuk waktu Indonesia Bagian Timur. Data yang digunakan adalah kemunculan lapisan E Sporadis sepanjang malam hingga pagi hari. Hal ini dilakukan untuk meminimumkan pengaruh aktivitas matahari terhadap kemunculan lapisan ini sehingga lebih mudah melihat pengaruh *hujan meteor* dan *wind shear*. Pembatasan ini dimaksudkan pula untuk mengefektifkan pembacaan data (*scaling*) karena melimpahnya data yang harus dibaca.

Misalkan dalam satu bulan dilakukan N hari pengamatan sepanjang malam (18:00-06:00) dan menghasilkan data sejumlah M_i setiap malamnya. Definisikan q sebagai nilai status E Sporadis yaitu $q=1$ jika muncul lapisan E Sporadis dengan frekuensi maksimum (f_{xEs}) tertentu dan $q=0$ jika tidak muncul lapisan tersebut. Persentase kemunculan lapisan E Sporadis dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$P = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M_i} q_{ij}}{N \sum_{i=1}^N M_i} \cdot 100\% \dots \dots \dots (3-1)$$

Dengan P adalah persentase kemunculan lapisan E Sporadis dalam satuan persen (%).

Kemunculan lapisan E Sporadis dikelompokkan atas dasar besaran frekuensi maksimum lapisan tersebut (fxEs) seperti pada tabel 3-1. Kondisi yang termasuk K1 artinya muncul lapisan E Sporadis dengan nilai fxEs lebih besar atau sama dengan 1,6 MHz. Mengingat batas frekuensi 1,6 MHz adalah batas bawah dari frekuensi yang dipancarkan oleh perangkat pengamatan, maka keleompok K1 menggambarkan kemunculan lapisan E Sporadis keseururuhan. Sedangkan K3 adalah muncul lapisan E Sporadis dengan frekuensi maksimum lebih besar dari 3 MHz. Demikian pula untuk kelompok yang lainnya. Dalam satu bulan diperoleh satu nilai P untuk masing-masing kelompok kejadian.

Tabel 3-1. Pengelompokan kemunculan lapisan E Sporadis yang muncul berdasarkan frekuensi maksimumnya.

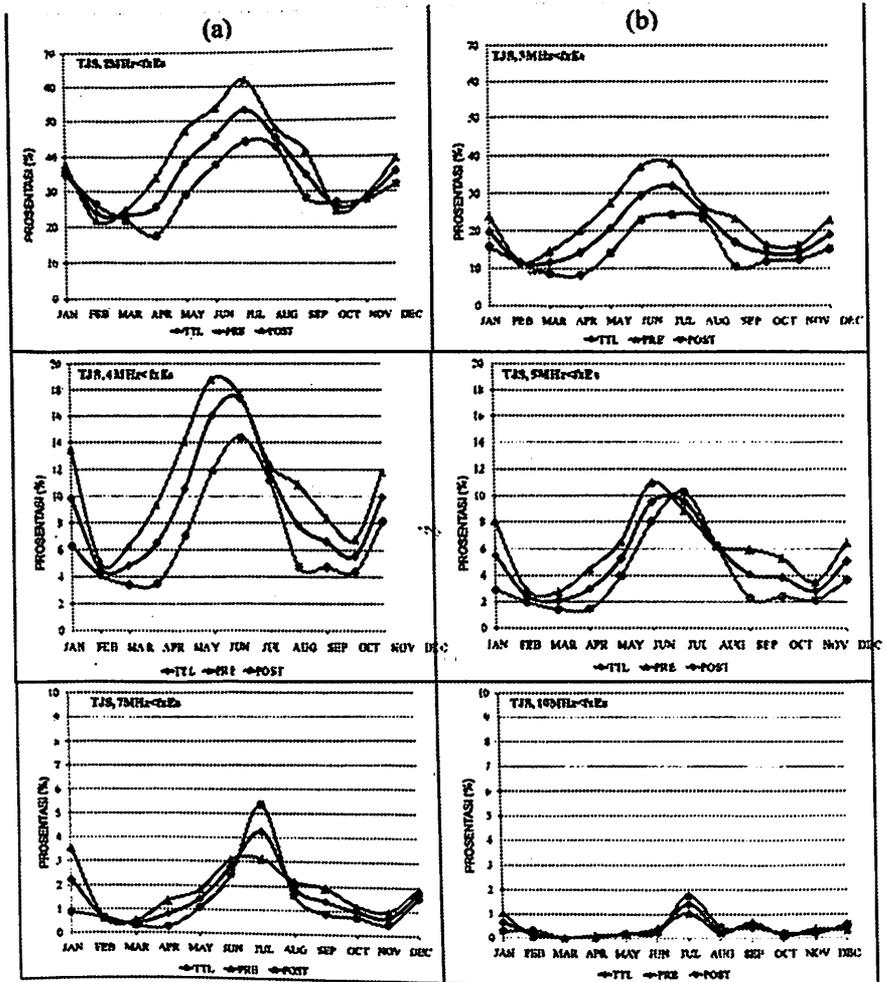
Kelompok kejadian (event)	fxEs
K1	1,6 ≤ fxEs
K3	3 < fxEs
K4	4 < fxEs
K5	5 < fxEs
K7	7 < fxEs
K10	10 < fxEs

Selanjutnya, dari persentase kemuculan E Sporadis bulanan untuk masing-masing kelompok kejadian E Sporadis selama satu tahun dapat diperoleh distribusi temporal kemunculan lapisan tersebut. Misalkan P(K3) adalah persentase kemunculan lapisan E Sporadis dengan fxEs lebih besar dari 3 MHz. Bulan dengan persentase lebih tinggi artinya lebih banyak kejadian lapisan E Sporadis dengan fxEs > 3 MHz pada bulan tersebut. Dengan demikian akan dapat diperoleh informasi bulan yang kemungkinan muncul lapisan E Sporadis lebih tinggi dan bulan yang tidak banyak terjadi E Sporadis.

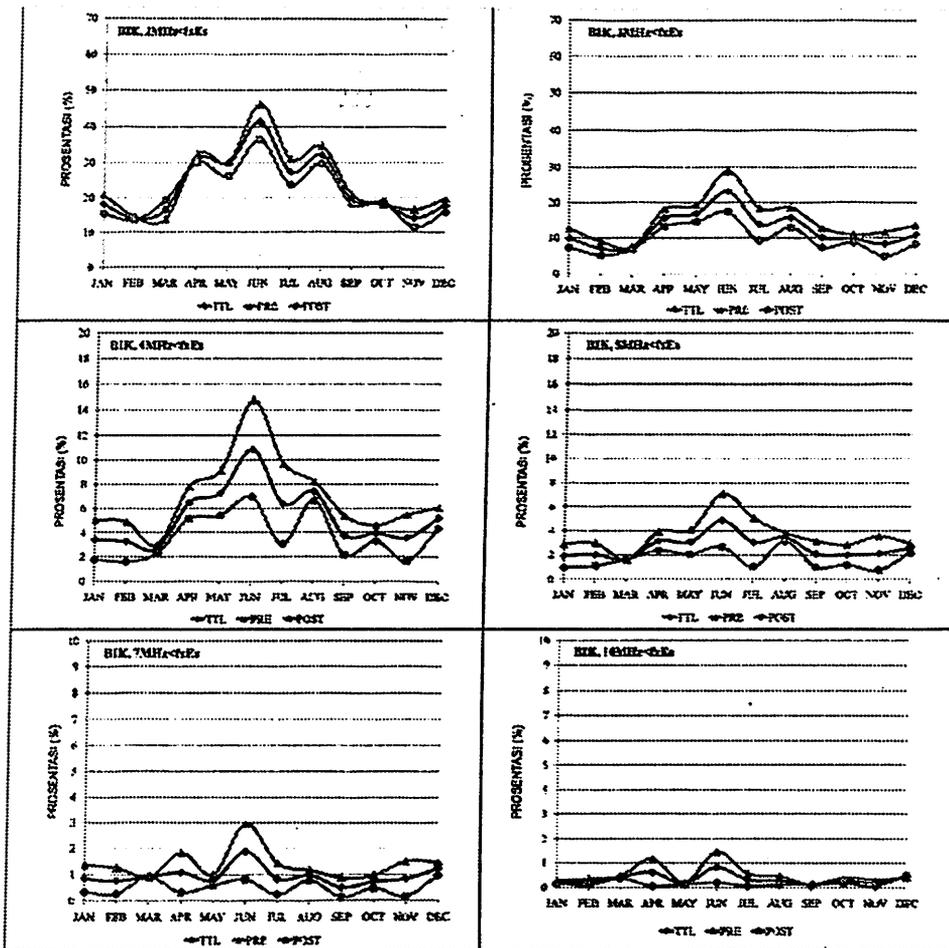
4. PENGAMATAN DAN DATA

Pengamatan lapisan ionosfer dilakukan di Stasiun Pengamat Dirgantara (SPD) Tanjung Sari (-6,91°; 107,83°) menggunakan ionosonda tipe IPS71 dan SPD Biak (-1,0°; 136,0°) menggunakan ionosonda tipe IPS42/DBD45 (1992-1996) dan tipe CADI (2005-2006). Radar ionosfer ini memancarkan sinyal gelombang radio dari 1,6 MHz hingga 22 MHz secara simultan ke arah vertikal. Sinyal gelombang radio yang mempunyai frekuensi sama dengan frekuensi lapisan ionosfer dikembalikan ke ionosonda dan kemudian direkam menjadi data yang disebut

ionogram seperti gambar 2-1. Jadi ionosonda merupakan pemancar sekaligus penerima gelombang radio dengan multi frekuensi. Pengamatan dilakukan setiap 15 menit sekali.



Gambar 4-1. Distribusi kemunculan lapisan E Sporadis di atas Tanjung Sari (a), distribusi kemunculan lapisan E Sporadis dengan 3 MHz $f_x E_s$ (b), 4 MHz $f_x E_s$ (c), 5 MHz $f_x E_s$ (d), 7 MHz $f_x E_s$ (e), dan 10 MHz $f_x E_s$ (f).



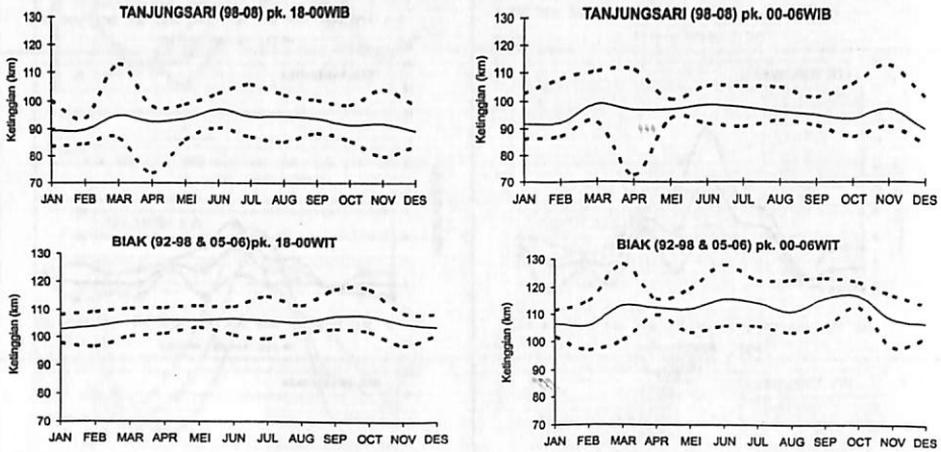
Gambar 4-2. Distribusi kemunculan lapisan E Sporadis di atas Biak (a), distribusi kemunculan lapisan E Sporadis dengan 3 MHz<math>f_xEs (b), 4 MHz<math>f_xEs (c), 5 MHz<math>f_xEs (d), 7 MHz<math>f_xEs (e), dan 10 MHz<math>f_xEs (f).

Untuk mendapatkan parameter lapisan E Sporadis, maka dilakukan pembacaan ionogram dengan aturan tertentu (*scaling*) dengan prosedur seperti dijelaskan dalam UAG-Report 23A (Piggot dan Rawer, 1972). Piranti lunak yang digunakan untuk melakukan scaling adalah *IPS-71 Enhanced Ionogram Utilities (EIU-71)* versi 1.G. Hasil yang diperoleh adalah frekuensi maksimum lapisan E Sporadis dalam satuan Mega Hertz (MHz) dan ketinggiannya dalam kilometer.

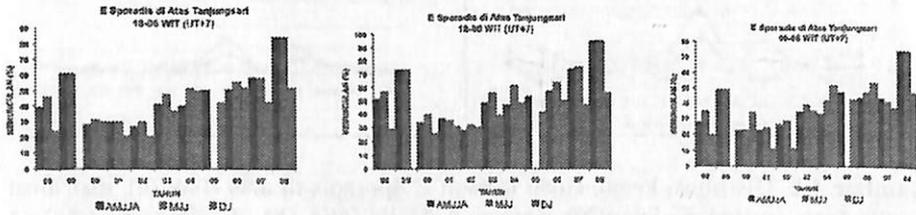
Pengamatan yang dilakukan di dua lokasi SPD menghasilkan data persentase (%) kemunculan lapisan E Sporadis seperti pada gambar 4-1 dan 4-2. Masing-masing panel menunjukkan grafik (%) kemunculan lapisan E Sporadis berdasarkan pengelompokkan seperti pada tabel 3-1. Selain itu, % kemunculan

lapisan E Sporadis dikelompokkan dalam selang waktu yaitu % kemunculannya sebelum tengah malam (18-00 LST), dan dini hari (00-06 LST).

Selain % kemunculan lapisan E, parameter lainnya yang di-scaling dan diolah adalah ketinggian lapisan E Sporadis ($h'Es$). Ketinggian lapisan ini perlu diketahui karena akan digunakan untuk menentukan frekuensi kerja maksimum suatu sirkuit komunikasi radio yang akan memanfaatkan lapisan E Sopradis. Hasil pengolahan data ketinggian lapisan ini seperti pada gambar 4-3.



Gambar 4-3. Ketinggian lapisan E Sporadis di atas Tanjung Sari dan Biak.



Gambar 4-4. Distribusi kemunculan lapisan Es di atas Tanjung Sari dari tahun 1998 sampai dengan 2008 sepanjang malam hingga dini hari (a), pada malam hari (b), dan pada dini hari (c).

5. PEMBAHASAN

Secara umum distribusi kemunculan lapisan E Sporadis pada malam hari di atas Biak dan Tanjung Sari adalah seperti pada gambar 4-1(a) dan 4-2(a). Terdapat dua puncak kemunculan E Sporadis sepanjang tahun yakni puncak utama pada bulan Mei-Juni-Juli-Agustus (MJJA) dan puncak ke-2 terjadi pada Desember-

Januari (DJ). Untuk SPD Biak puncak ke-2 dari % E Sporadis tidak setinggi puncak ke-2 untuk Tanjung Sari. Untuk SPD Tanjung Sari, pola dua puncak ini konsisten sampai dengan kelompok kejadian K10. Sedangkan untuk SPD Biak pola ini hanya sampai pada kelompok kejadian K4. Artinya bahwa di atas SPD Tanjung Sari puncak kemunculan lapisan E Sporadis dengan $f_x E_s$ lebih tinggi dari 10 MHz tidak hanya terjadi pada bulan Mei-Juni-Juli-Agustus tetapi juga pada bulan Desember-Januari. Sedangkan di atas Biak hanya terjadi pada bulan Mei-Juni-Juli-Agustus.

Rataan persentase kemunculan lapisan E Sporadis pada malam hari di atas Tanjung Sari antara 20% hingga 60%. Sedangkan di atas Biak nilainya antara 10% hingga 45%. Hasil ini hampir sama kemunculan E Sporadis malam hari di Huancayo yang mencapai rata-rata antara 10% hingga 50% (Smith, 1957).

Lapisan E Sporadis dengan $f_x E_s > 3$ MHz yang terjadi di atas Tanjung Sari antara 10% hingga 40%. Pada bulan Juli kemunculan rata-rata lapisan ini sepanjang malam – pagi hari mencapai 30%. Pada paruh waktu pertama (pukul 18:00 - 00:00 WIB) kemunculan lapisan E Sporadis mencapai 40%. Sedangkan pada paruh waktu kedua (pukul 00:00-06:00 WIB) mencapai angka 25%. Untuk SPD Biak, kemunculan lapisan E Sporadis antara 5% hingga 30%. Pada bulan puncaknya (Juli) rata-rata kemunculannya mencapai nilai 25% sepanjang malam dengan 30% muncul pada paruh waktu pertama (pukul 18:00 - 00:00 WIT) dan 18% terjadi pada paruh waktu kedua (pukul 00:00 - 06:00 WIT).

Kemudian lapisan E Sporadis dengan $f_x E_s > 4$ MHz yang terjadi di atas Tanjung Sari mencapai angka antara 3% hingga 18%. Pada bulan puncak aktivitasnya lapisan ini rata-rata muncul 17% sepanjang malam (*TTL*). Pada paruh pertama waktu (*PRE*) muncul 18% dan pada paruh waktu ke-2 (*POST*) muncul lapisan ini sebanyak 14%. Di atas Biak, kemunculan lapisan E Sporadis antara 2% hingga 14%. Pada bulan puncaknya rata-rata muncul 11% sepanjang malam dengan persentase kemunculan pada paruh pertama sebesar 14% dan paruh kedua sebesar 7%.

Selanjutnya, untuk lapisan E Sporadis dengan $f_x > 5$ MHz yang muncul di atas Tanjung Sari mencapai nilai antara 2% hingga 10%. Pada bulan puncaknya, kemunculan lapisan ini mencapai 11%. Sepanjang malam kemunculannya mencapai 10%. Pada paruh pertama malam muncul 11% dan pada paruh kedua muncul 10%. Kemunculan lapisan E Sporadis dengan kriteria ini di atas Biak hanya mencapai 1% hingga 7%. Pada bulan puncaknya rata-rata kemunculannya 5% sepanjang malam. Pada paruh pertama malam muncul 7% dan paruh kedua hanya muncul 2%. Nilai kemunculan E Sporadis ini berbeda dengan hasil pengamatan Hawk (2001) yakni 10% - 30% pada paruh pertama malam hari dan 10%-20% pada dini hari. Hal ini terjadi karena perbedaan lokasi pengamatan. Penelitian Hawk dilakukan untuk daerah lintang menengah.

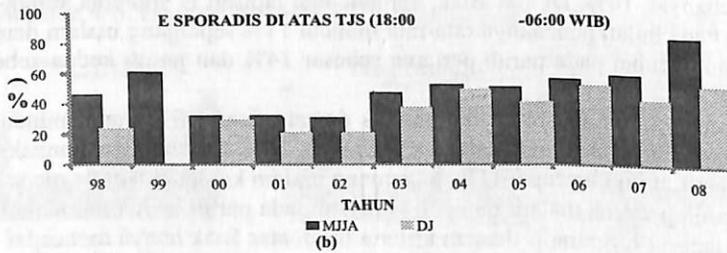
Untuk lapisan E Sporadis yang mempunyai frekuensi maksimum lebih tinggi dari 7 MHz di Tanjung Sari muncul antara 3% hingga 5%. Sedangkan di atas Biak hanya muncul 1% hingga 3%. Kemudian untuk lapisan E Sporadis dengan $f_x E_s > 10$ MHz yang muncul di atas Tanjung Sari hanya berkisar 1% hingga 2%. Sedangkan di atas Biak kurang dari 1%.

Jadi hasil ini menunjukkan bahwa puncak (*major*) kemunculan lapisan E Sporadis di atas Biak dan Tanjung Sari adalah pada bulan Mei-Juni-Juli-Agustus.

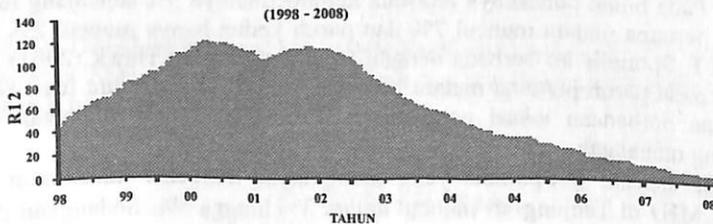
Kemudian puncak ke-2 (*minor*) adalah bulan Desember-Januari. Di atas Biak puncak minor hanya terlihat untuk lapisan E Sporadis dengan $f_x E_s > 4$ MHz. Sedangkan untuk lapisan E Sporadis dengan $f_x E_s$ di atas 5 MHz puncak *minor*-nya tidak terlihat. Ini berbeda dengan kemunculan lapisan E Sporadis di atas Tanjungsari yang masih tetap terlihat untuk $f_x E_s$ lebih tinggi dari 10 MHz. Selanjutnya, secara umum terlihat bahwa kemunculan lapisan E Sporadis di atas Tanjungsari lebih tinggi dibandingkan kemunculannya di atas Biak. Ini menunjukkan adanya sedikit perbedaan distribusi lapisan ini di atas Tanjungsari yang terletak di lokasi dengan lintang lebih tinggi dibandingkan Biak. Tanjungsari terletak pada $6,91^\circ$ derajat lintang selatan, sedangkan Biak terletak pada 1° lintang selatan. Perbedaan lintang yang hampir 6° ini nampaknya memberikan perbedaan kemunculan lapisan E Sporadis di dua tempat ini.

Puncak utama maupun puncak minor kemuculan lapisan E Sporadis di atas Biak dan Tanjungsari nampaknya berkaitan erat dengan distribusi hujan meteor yang pucak aktivitasnya juga pada bulan Mei-Juni-Juli-Agustus dan Desember-Januari (tabel 2-1). Pada saat puncak aktivitas hujan meteor terjadi peningkatan kemunculan lapisan E Sporadis di atas Biak dan Tanjungsari. Selain kemunculannya, terjadi pula kenaikan kerapatannya seperti ditunjukkan oleh data Tanjungsari. Hal ini bisa dipahami karena pada saat hujan meteor, penetrasi ribuan partikel meteoroid ke lapisan ionosfer akan meningkatkan proses ionisasi di lapisan tersebut. Proses ionisasi ini sangat mungkin terjadi mengingat kecepatan debu meteor ini relatif tinggi yakni antara 30 km/detik hingga 70 km/detik (lihat tabel 2-1).

(a)



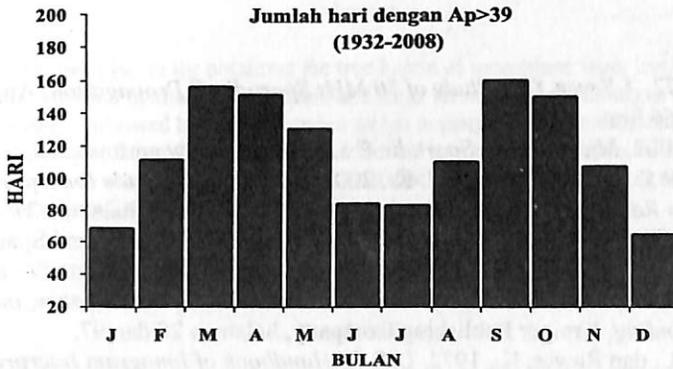
(b)



Gambar 5-1. Distribusi kemunculan lapisan E Sporadis di atas Tanjungsari (panel - a) dan bilangan bintang matahari (panel-b)

Pola distribusi kemunculan lapisan E Sporadis di atas Biak dan Tanjungsari sepanjang satu siklus matahari ternyata kebalikan dengan distribusi bilangan bintik matahari (gambar 5-1). Pada saat matahari aktif (2000-2002) kemunculan lapisan S Sporadis justru lebih rendah. Sedangkan pada saat bilangan bintik matahari lebih rendah (1999 dan 2008) justru kemunculan lapisan E Sporadis lebih tinggi. Mekanisme keterkaitan untuk hal ini diperlukan pembahasan tersendiri.

Hal yang sama terjadi pula terhadap hubungan kemunculan lapisan E Sporadis dengan aktivitas geomagnet. Distribusi jumlah hari terganggu selama setahun merupakan kebalikan dari distribusi kemunculan lapisan E Sporadis (gambar 5-2). Hari terganggu didefinisikan sebagai hari dengan indeks $A_p > 39$. Jumlah hari terganggu pada bulan Januari, Juni, Juli, dan Desember relatif rendah dibandingkan bulan Maret, April, September, dan Oktober. Ini kebalikan dari kemunculan lapisan E Sporadis yang lebih tinggi pada bulan Januari, Juni, Juli, dan Desember dibandingkan kemunculannya pada bulan Maret, April, September, dan Oktober. Mengenai keterkaitan lebih rinci diperlukan penelitian terpisah.



Gambar 5-2. Distribusi jumlah hari terganggu dari medan magnet bumi berdasarkan indeks $A_p > 39$.

Dari sisi penerapan komunikasi radio terlihat adanya keterkaitan antara puncak kemunculan lapisan E Sporadis dengan kontak komunikasi radio pada frekuensi 50 MHz (Dyer, 1972). Statistik kontak komunikasi pada band 6-meter ini selama 7 tahun (gambar 2-1) menunjukkan bahwa puncak kontak komunikasi (QSO) adalah pada bulan Mei-Juni-Juli-Agustus dan Desember-Januari. Ini bersesuaian dengan puncak kemunculan lapisan E Sporadis di atas Biak dan Tanjungsari. Pada telaah Dyer tersebut juga diperoleh informasi bahwa pada saat keberhasilan kontak komunikasi radio lebih tinggi justru terjadi pada saat aktivitas matahari lebih rendah.

6. KESIMPULAN

Dari pembahasan pada bab 5, maka diperoleh 5kesimpulan. Pertama, terdapat dua puncak kemunculan lapisan E Sporadis pada malam hari di atas Biak dan Tanjungsari. Puncak utama pada bulan Mei-Juni-Juli-Agustus dan puncak kedua terjadi pada bulan Desember-Januari. Kedua, pola dua puncak kemunculan ini bahkan masih terlihat pada lapisan E Sporadis di atas Tanjungsari dengan frekuensi maksimum lebih tinggi dari 10 MHz. Ketiga, kemunculan lapisan E Sporadis di atas Tanjungsari relatif lebih tinggi dibandingkan kemunculannya di atas Biak. Hal ini kemungkinan disebabkan perbedaan lintang antara kedua lokasi tersebut. Keempat, secara statistik, kemunculan lapisan E Sporadis di atas Biak dan Tanjungsari merupakan kebalikan dari aktivitas matahari dan geomagnet. Kelima, distribusi kemunculan lapisan E Sporadis di atas Biak dan Tanjungsari sama dengan distribusi kontak komunikasi radio pada frekuensi 50 MHz. Ini menunjukkan bahwa lapisan E Sporadis di atas dua lokasi ini dapat mendukung komunikasi radio VHF-rendah di sekitar daerah tersebut.

RUJUKAN :

- Dyer, P., 1972, *A Seven Year Study of 50 MHz Sporadic-E Propagation*, August 1972 CQ p_66.htm
- Hawk, M., 2001, *Mid-Latitude Sporadic E : A Review*, www.amfmdx.net,
- Hunsucker, R.D., and Hargreaves, J. K., 2003, *The High-Latitude Ionosphere and Its Effects on Radio Propagation*, Cambridge University Press, halaman 27 – 30.
- Jones, C., 1986, *An Analysis of Two Models Sporadic E*, IPS Radio and Space Service
- McNamara, L. F., 1991, *The Ionosphere : Communications, Surveillance, and Direction Finding*, Kreiger Publishing Company, halaman 28 dan 97.
- Piggot, W. R., dan Rawer, K., 1972, *U.R.S.I Handbook of Ionogram Interpretation and Reduction*, 2nd Edition, World Data Center A for Solar-Terrestrial Physics, NOAA, Boulder, Colorado.
- Smith, E. K., 1957, *Worldwide Occurrence of Sporadic E*, NBS Circular 582, Washington, ---, 1999, *IPS-71 Enhanced Ionogram Utilities : IPS-71 Data Manipulation System, Version 1. G*, KEL Aerospace Pty. Ltd.
<http://www.meteorscatter.net/metshw.htm>> updated Apr 7 th, 2005