

# LAPISAN E SPORADIS DI ATAS TANJUNGSARI

Sri Suhartini  
Peneliti Bidang Ionosfer dan Telekomunikasi LAPAN

## RINGKASAN

Pengamatan ionosfer di Stasiun Pengamat Dirgantara LAPAN Tanjungsari - Sumedang ( $6,5^{\circ}$  LS,  $107,47^{\circ}$  BT) tahun 2001 - 2002 menunjukkan adanya lapisan E sporadis cukup banyak. Variasi musiman menunjukkan maksimum pada bulan Desember-Januari dan Juli-Agustus, sedangkan minimum pada bulan Maret - April dan Oktober - November. Puncak kemunculan lapisan E sporadis pada tahun 2001 terjadi pada bulan Juli yaitu sebesar 95%, sementara untuk tahun 2002 pada bulan Januari sebesar 88,9%. Besarnya foEs secara umum antara 3 sampai 6 MHz, namun ada beberapa kejadian dimana foEs > 10 Mhz.

Dari hasil pengamatan diketahui adanya fenomena pembentukan lapisan E sporadis bertahap yang teramati sebanyak 3 kali pada tahun 2001 dan 16 kali pada tahun 2002. Prosesnya diawali dengan terbentuknya lapisan transisi pada ketinggian lapisan F. Lapisan transisi ini kemudian bergerak ke bawah, dan ketika mencapai ketinggian lapisan E membentuk lapisan E sporadis cukup panjang selama beberapa saat, kemudian berangsur menghilang. Dari 19 kali kejadian pembentukan lapisan E sporadis bertahap di Tanjungsari, 17 kali terjadi pada kondisi geomagnet tenang dan hanya 2 kali pada hari badai magnetik. Kecepatan penurunan lapisan transisi bervariasi dari 11 sampai 80 km/jam, sedangkan nilai maksimum foEs dari 19 kejadian tersebut adalah < 6 MHz untuk 4 kali kejadian, 6 MHz < foEs maksimum < 8 MHz sebanyak 7 kali kejadian (termasuk saat badai magnetik), dan 9 kali kejadian sisanya mempunyai foEs maksimum > 8 MHz.

## 1 PENDAHULUAN

Lapisan E sporadis (Es) teramati sebagai tambahan jejak pada ketinggian lapisan E (sekitar 100 km). Aspek penting dari lapisan Es untuk komunikasi radio HF berkaitan dengan frekuensi kritis lapisan dan variasinya terhadap waktu. Di lintang rendah, lapisan Es terutama hanya terjadi pada siang hari, dengan sedikit variasi musiman, dan frekuensi kritis lebih besar dari lintang menengah (Mc Namara, 1991). Menurut Jayachandran dkk (1999), pembentukan lapisan E sporadis adalah karena adanya *wind shear*, presipitasi partikel (hujan meteor) atau instabilitas plasma.

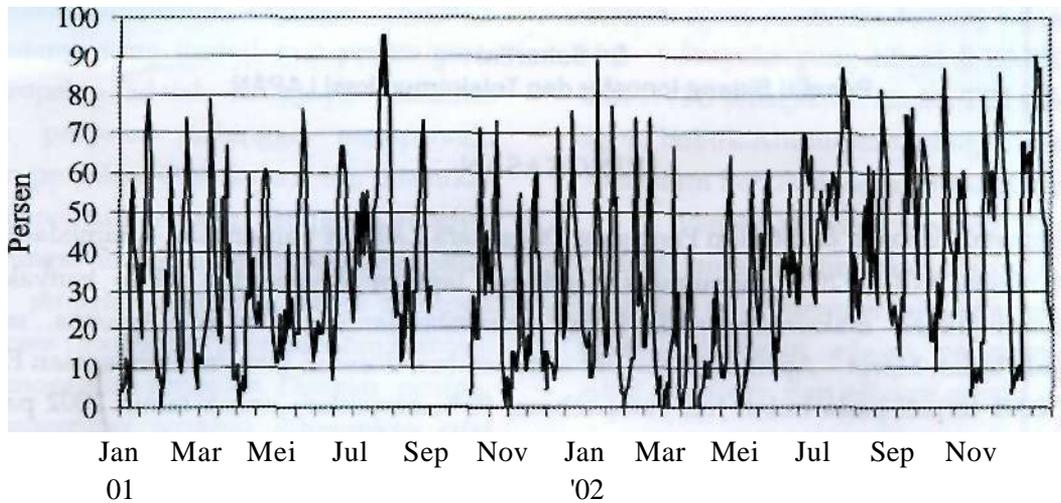
Keberadaan lapisan Es dengan kerapatan elektron tinggi dapat menyebabkan komunikasi radio HF terganggu, karena gelombang radio yang seharusnya dipantulkan oleh lapisan F, dipantulkan oleh lapisan Es, sehingga jarak jangkauan komunikasi menjadi lebih pendek. Di sisi lain, lapisan Es dapat memungkinkan gelombang VHP rendah (frekuensi sekitar 150

MHz, atau biasa disebut 2 meteran) mencapai jarak yang sangat jauh (sampai ribuan kilometer), padahal dalam kondisi normal gelombang dengan frekuensi ini hanya merambat dekat permukaan bumi (*ground waves*) dengan jarak maksimal beberapa puluh kilometer (Grassmann, 2003).

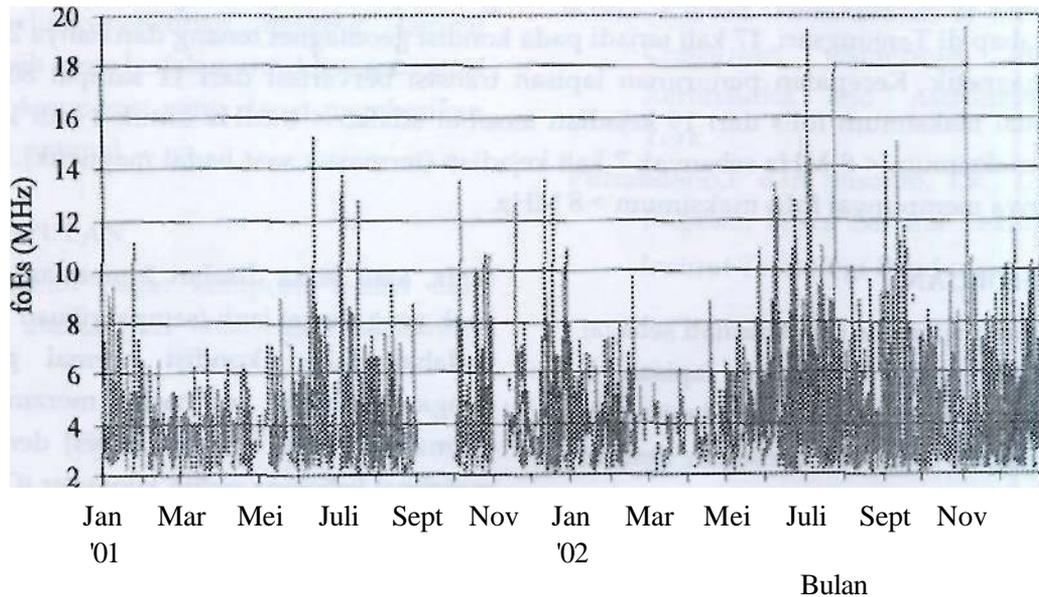
Makalah ini membahas kemunculan lapisan E sporadis, dari hasil pengamatan tahun 2001 dan 2002 di Stasiun Pengamat Dirgantara LAPAN Tanjungsari - Sumedang.

## 2 HASIL PENGAMATAN DI TANJUNGSARI, SUMEDANG

Pengamatan ionosfer di Stasiun Pengamat Dirgantara Tanjungsari - Sumedang ( $6,90$  LS,  $107,60^{\circ}$ BT) tahun 2001 dan 2002 menggunakan ionosonde IPS-71 menunjukkan kejadian lapisan E sporadis (Es) cukup banyak. Persentase kemunculan lapisan Es ditunjukkan dalam Gambar 2-1.



Gambar 2-1: Persentase kemunculan lapisan E sporadis di atas Tanjung Sari tahun 2001 dan 2002

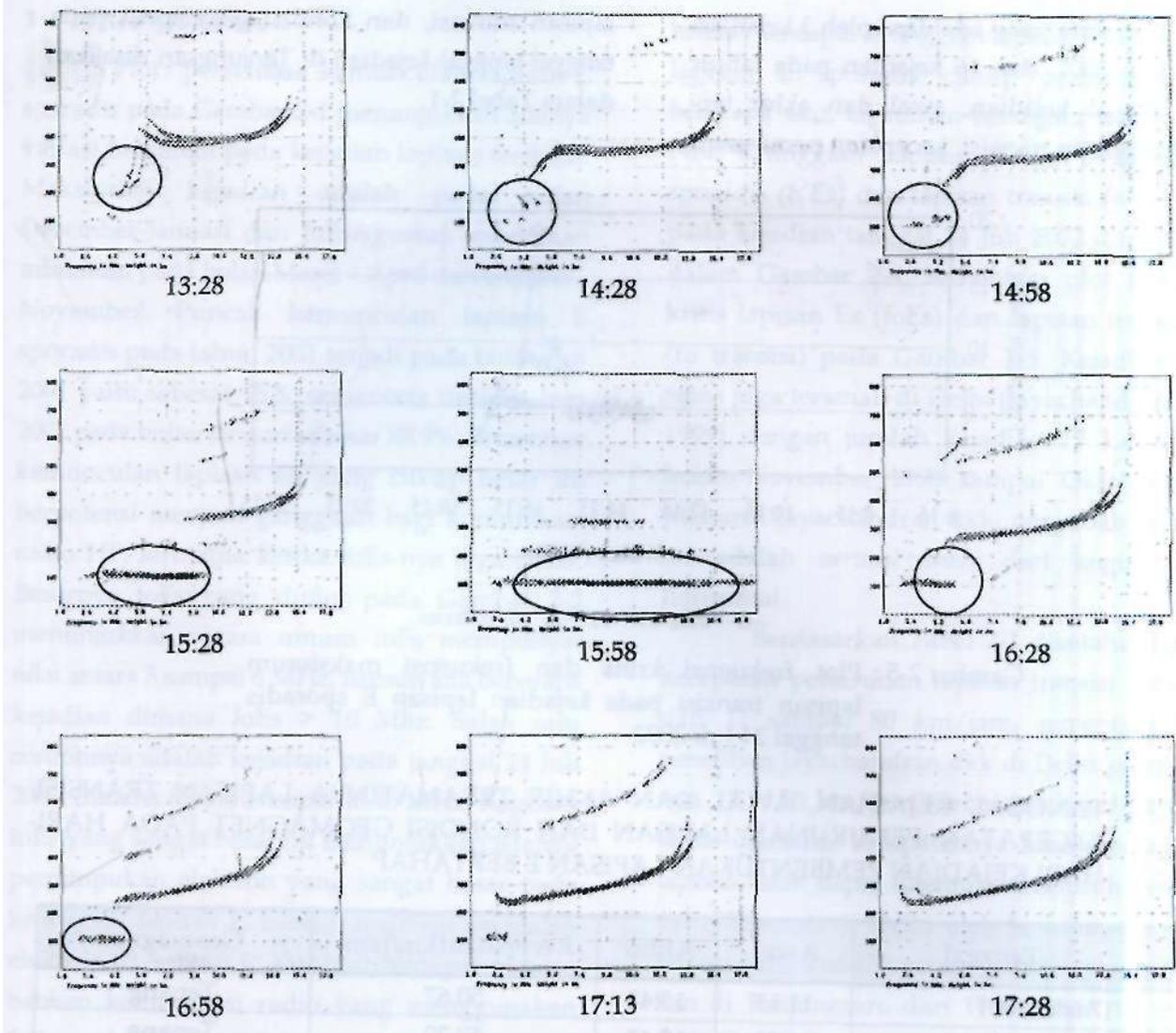


Gambar 2-2 : Frekuensi kritis lapisan E sporadis (foEs) di atas Tanjung Sari tahun 2001 dan 2002

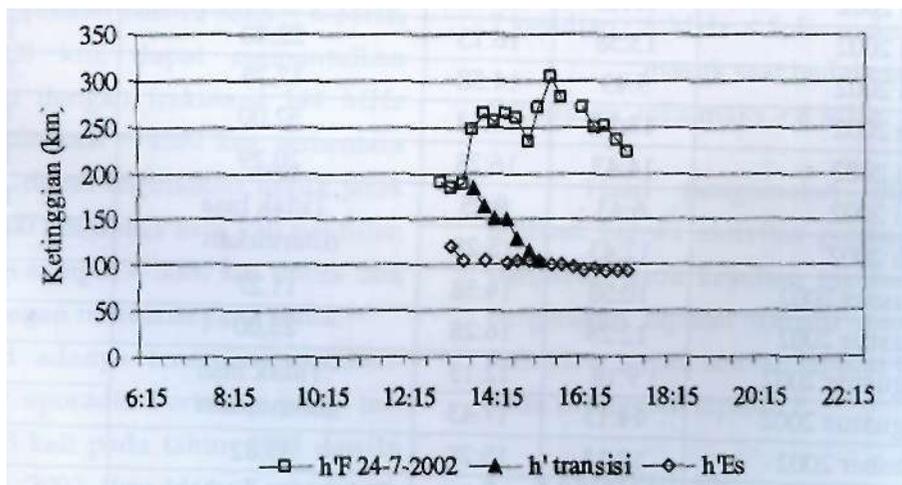
Frekuensi maksimum lapisan E sporadis ( $f_oE_s$ ) yang teramati ditunjukkan dalam Gambar 2-2.

Dari rangkaian data ditemukan adanya fenomena pembentukan lapisan Es yang terjadi karena adanya lapisan transisi yang mulai teramati pada ketinggian sekitar 200 km. Lapisan ini bergerak ke bawah, sampai mencapai ketinggian lapisan E dan membentuk lapisan Es

dengan  $f_oE_s$  tinggi yang kemudian berangsur menurun dan kembali ke kondisi awal. Contoh urutan kejadian lapisan E sporadis ini untuk kejadian tanggal 24 Juli 2002 ditunjukkan dalam Gambar 2-3, sedangkan plot ketinggian dan frekuensi kritis lapisan Es dan lapisan transisi terhadap waktu ditunjukkan dalam Gambar 2-4 dan 2-5.



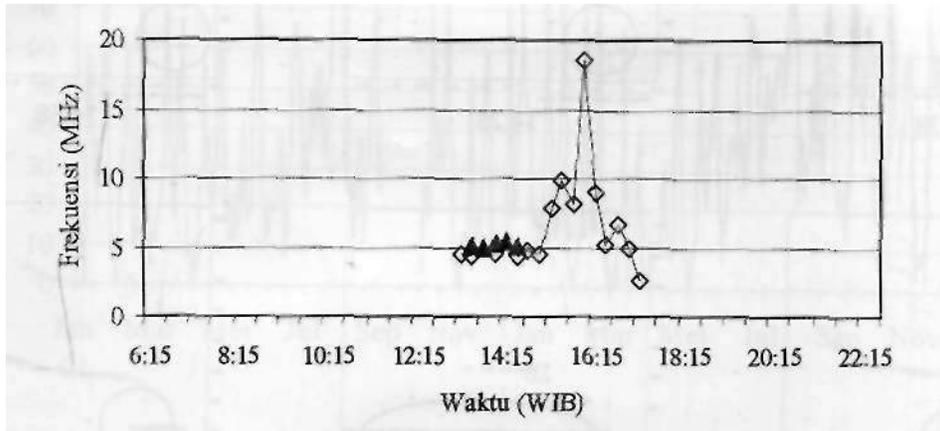
Gambar 2-3 : Urutan kejadian lapisan E sporadis di Tanjung Sari tanggal 24 Juli 2002 antara pukul 13:58 - 17:28 WIB dimulai dari tururnya lapisan transisi dari ketinggian 200 km ke 100 km (jejak di ujung sebelah kiri, dalam lingkaran), diikuti terjadinya lapisan E sporadis besar (jejak mendarat di bagian bawah, dalam lingkaran), kemudian semakin berkurang dan menghilang



Gambar 2-4: Plot ketinggian lapisan F (h'F), lapisan transisi (h' transisi) dan ketinggian lapisan E sporadis (h'Es) tanggal 24 Juli 2002

Dari data yang ada diperoleh 3 kejadian pada tahun 2001, dan 16 kejadian pada tahun 2002. Tanggal kejadian, awal dan akhir teramatinya lapisan transisi, kecepatan penurunan

lapisan transisi, dan kondisi geomagnet pada tanggal-tanggal kejadian di Tanjungsari disajikan dalam Tabel 2-1.



—0— foEs 24-7-02 -A— fo transisi

Gambar 2-5: Plot frekuensi kritis dan frekuensi maksimum lapisan transisi pada kejadian lapisan E sporadis tanggal 24 Juli 2002

Tabel 2-1 : TANGGAL KEJADIAN, AWAL DAN AKHIR TERAMATINYA LAPISAN TRANSISI, KECEPATAN PENURUNAN LAPISAN DAN KONDISI GEOMAGNET PADA HARI-HARI KEJADIAN PEMBENTUKAN LAPISAN E BERTAHAP

No.	Tanggal	Awal	Akhir	Kecepatan(km/jam)	Geomagnet
1.	17 Mei 2001	11:13	13:43	50,67	Tenang
2.	23 Juli 2001	16:58	17:43	59,20	Tenang
3.	30 Agustus 2001	14:13		8,67	Tenang
1.	29 Juni 2002	7:28	8:28	84,00	Tenang
2.	1 Juli 2002	13:13	18:13	31,43	Tenang
3.	14 Juli 2002	13:43	15:28	69,00	Tenang
4.	19 Juli 2002	13:58	16:13	22,40	Tenang
5.	23 Juli 2002	9:43	14:58	17,75	Tenang
6.	24 Juli 2002	13:13	15:13	52,00	Tenang
7.	27 Juli 2002	14:43	16:28	20,29	Tenang
8.	29 Juli 2002	6:43	9:25	Tidak bisa ditentukan	Tenang
9.	30 Juli 2002	12:43	15:28	Tidak bisa ditentukan	Tenang
10.	5 Agustus 2002	10:58	14:58	11,27	Tenang
11.	8 Agustus 2002	12:28	16:28	25,00	Tenang
12.	10 Agustus 2002	9:13	12:13	Tidak bisa ditentukan	Tenang
13.	14 Agustus 2002	14:13	17:43	Tidak bisa ditentukan	Tenang
14.	4 Oktober 2002	12:13	15:28	33,82	Badai
15.	8 Oktober 2002	14:43	15:28	Tidak bisa ditentukan	Badai
16.	22 November 2002	11:43	14:58	37,35	Tenang

### 3 PEMBAHASAN

Plot persentase kemunculan lapisan E sporadis pada Gambar 2-1 menunjukkan adanya variasi musiman pada kejadian lapisan tersebut. Maksimum kejadian adalah pada bulan Desember-Januari dan Juli-Agustus sedangkan minimum pada bulan Maret - April dan Oktober-November. Puncak kemunculan lapisan E sporadis pada tahun 2001 terjadi pada bulan Juli 2001 yaitu sebesar 95%, sementara untuk tahun 2002 pada bulan Januari sebesar 88.9%. Persentase kemunculan lapisan Es yang cukup besar ini berpotensi menjadi gangguan bagi komunikasi radio HF, terutama ketika foEs-nya juga besar. Besarnya foEs yang diplot pada Gambar 2-2 menunjukkan secara umum foEs mempunyai nilai antara 3 sampai 6 MHz, namun ada beberapa kejadian dimana foEs > 10 Mhz. Salah satu contohnya adalah kejadian pada tanggal 24 Juli 2002, dimana foEs mencapai 18.15 MHz. Kejadian foEs yang sangat besar ini menunjukkan adanya penumpukan elektron yang sangat besar pada ketinggian lapisan E, bahkan melebihi kerapatan elektron di lapisan F. Kondisi ini dapat menyebabkan komunikasi radio yang menggunakan frekuensi HF terputus karena gelombang radio dipantulkan oleh lapisan Es, sehingga tidak mencapai sasaran yang diinginkan. Untuk komunikasi menggunakan gelombang VHF, Suhartini (2007), dengan perhitungan geometri sederhana menunjukkan bahwa foEs ~ 6 MHz, dan h'Es - 100 km, dapat memantulkan gelombang radio dengan frekuensi 144 MHz untuk jarak komunikasi • 4500 km, sementara foEs > 10 MHz dapat digunakan untuk jarak komunikasi - 2500 km untuk satu kali pantulan oleh ionosfer dan sampai > 5000 km untuk dua kali pantulan, dengan frekuensi yang sama.

Diketahui adanya fenomena pembentukan lapisan E sporadis bertahap yang teramati sebanyak 3 kali pada tahun 2001 dan 16 kali pada tahun 2002 dari data Tanjungsari. Prosesnya diawali dengan terbentuknya lapisan transisi pada ketinggian lapisan F. Lapisan transisi ini kemudian bergerak ke bawah, dan

ketika mencapai ketinggian lapisan E membentuk lapisan E sporadis cukup panjang selama beberapa saat, kemudian berangsur menghilang. Plot ketinggian lapisan F (h'F), lapisan E sporadis (h'Es) dan lapisan transisi (h' transisi) pada kejadian tanggal 24 Juli 2002 ditunjukkan dalam Gambar 2-4, sementara plot frekuensi kritis lapisan Es (foEs) dan lapisan transisinya (fo transisi) pada Gambar 2-5. Kejadian yang sama juga teramati di Delhi (Jayachandmn dkk., 1999) dengan jumlah kejadian 17 kali antara bulan November 1990 sampai Oktober 1991. Menurut Jayachandran dkk, penyebab kejadian ini adalah *vertical shear* dari angin netral horisontal.

Berdasarkan Tabel 2-1 diketahui bahwa kecepatan penurunan lapisan transisi bervariasi dari 11 sampai 80 km/jam, sementara hasil penelitian Jayachandran dkk di Delhi kecepatannya 12 - 50 km/jam. Beberapa kejadian tidak dapat diketahui kecepatannya karena ketinggian lapisan tidak dapat ditentukan. Seluruh kejadian yang teramati di Delhi oleh Jayachandran dkk terjadi pada kondisi geomagnet tenang, sedangkan di Tanjungsari, dari 19 kejadian 17 terjadi pada kondisi geomagnet tenang dan 2 kejadian terjadi pada hari-hari badai magnetik. Nilai maksimum foEs dari 19 kejadian tersebut adalah:

4 kejadian : foEs maksimum < 6 MHz

7 kejadian: 6 MHz < foEs maks. < 8 MHz (termasuk saat badai magnetik)

8 Kejadian: foEs maks > 8 MHz

Hasil pengamatan ini memberikan indikasi bahwa aktivitas geomagnet tidak berpengaruh pada kejadian ini, baik pada proses pergerakan lapisan transisi maupun besarnya foEs yang terjadi setelah lapisan tersebut sampai pada ketinggian lapisan E.

### 4 KESIMPULAN

Hasil pengamatan lapisan E sporadis di Tanjungsari tahun 2001 - 2002 menunjukkan adanya variasi musiman terjadinya lapisan E

sporadis. Maksimum terjadi pada bulan Januari-Februari dan Juli-Agustus, sedangkan minimum pada bulan Maret - April dan Oktober-November. Besarnya foEs secara umum antara 3 - 6 MHz, dengan beberapa kejadian >10 MHz.

Dari 19 kali kejadian pembentukan lapisan E sporadis bertahap yang teramati di Tangungsari, 17 kali terjadi pada kondisi geomagnet tenang dan hanya 2 kali pada hari badai magnetik. Kecepatan penurunan lapisan transisi bervariasi dari 11 sampai 80 km/jam, sedangkan nilai maksimum foEs dari 19 kejadian tersebut adalah < 6 MHz untuk 4 kali kejadian, 6 MHz < foEs maks. < 8 MHz (termasuk saat badai magnetik) sebanyak 7 kali kejadian, dan 8 kali kejadian sisanya mempunyai foEs maksimum > 8 MHz. Tidak terlihat pengaruh aktivitas geomagnet pada kejadian pembentukan lapisan E sporadis bertahap, baik pada proses kejadiannya maupun besarnya foEs yang terjadi.

Ucapan terimakasih

Terimakasih kepada sdr. Nina Kristini, AMd yang telah melakukan seleksi dan pengolahan data awal untuk penulisan makalah ini'.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Grassmann V., 2003. *Very Long Distance Propagation in the 144 MHz band*, <http://www.df5ai.net> download Juli 2004.
- Jayachandran P.T.; P. Sri Ram; P.V.S. Rama Rao; and V.V. Somayajulu, 1999. *Sequential Sporadic E Layers at Low Latitudes in the Indian Sector*, *Annales Geophysicae* 17, 519-525, Springer Verlag.
- McNamara, L.F., 1991. *The Ionosphere: Communications, Surveillance, and Direction Finding*, Krieger Publishing Company.
- Suhartini S., 2007. *Komunikasi Jarak Jauh Menggunakan 2 Meteran*, *Berita Dirgantara* Vol 8 No.3 tahun 2007.