

# LAPISAN E IONOSFER INDONESIA

Sri Suhartini

Peneliti Bidang Ionosfer dan Telekomunikasi, LAPAN

## RINGKASAN

Karakteristik lapisan ionosfer, baik variasi harian, musiman, maupun variasi yang berkaitan dengan aktivitas matahari perlu diketahui untuk dapat dimanfaatkan secara optimal. Salah satu lapisan ionosfer adalah lapisan E yang berada pada ketinggian sekitar 100 km. Karakteristik lapisan E ionosfer diteliti untuk pengembangan model gangguan ionosfer terhadap propagasi gelombang radio. Makalah ini membahas karakteristik lapisan ionosfer dari 3 stasiun pengamat dirgantara LAPAN di Tanjungsari - Sumedang (6.5° IS, 107.47° BT, Kototabang (0.2° LS, 100.3° BT), dan Biak (1.2°LS, 136.00° BT). Data yang digunakan masing-masing adalah data Tanjungsari tahun 2001 - 2006, Kototabang tahun 2005 - 2006, dan Biak tahun 2005. Data pendukung yang digunakan adalah indeks T, sebagai indikator aktivitas matahari.

Hasil penelitian menunjukkan maksimum frekuensi kritis lapisan E (foE) tercapai pada pukul 12:00, yang menunjukkan pengaruh posisi matahari (sudut zenith) pada pembentukan lapisan E. Besarnya foE bervariasi antara 2.2 - 4.5 MHz. Variasi musiman nampak lebih jelas pada saat aktivitas matahari tinggi (tahun 2001 - 2003), dimana foE tinggi pada bulan Oktober sampai Maret dan rendah pada bulan April sampai September. Pada saat aktivitas matahari rendah, variasi musiman ini kurang jelas. Variasi aktivitas matahari tidak terlalu jelas dampaknya pada frekuensi kritis lapisan E ionosfer. Korelasi antara median foE dengan indeks T juga rendah ( $R = 0,2638$ ). Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah lapisan ionosfer, pengaruh aktivitas matahari semakin kecil. Perbandingan karakteristik antar stasiun pengamatan menunjukkan bahwa pada tingkat aktivitas matahari rendah pada tahun 2005, ketiga stasiun (Biak, Tanjungsari, dan Kototabang) mempunyai karakteristik foE yang hampir sama. Nilai maksimum median foE sekitar 3.7 MHz, sedangkan nilai minimumnya sekitar 2.15 MHz.

## 1 PENDAHULUAN

Lapisan E yang teramati dengan ionosonde pada siang hari berada pada ketinggian sekitar 100 km. Lapisan E ionosfer adalah lapisan yang terjadi secara regular pada siang hari, pada ketinggian sekitar 100 km dari permukaan Bumi. Lapisan ini bermanfaat bagi komunikasi radio HF karena lapisan ini mendukung penggunaan frekuensi yang relatif rendah (3-7 MHz) yang biasanya digunakan untuk komunikasi radio di dalam wilayah kabupaten. Pembentukan lapisan E didominasi oleh proses fotoionisasi (Rishbeth & Garriok, 1969, Bilitza, 2000), sehingga lapisan ini hanya teramati pada siang hari. Setelah matahari terbenam lapisan E tidak teramati lagi pada ionogram karena kerapatan elektronnya sangat rendah.

Variasi harian dan musiman lapisan E terjadi karena ketergancungan pembentukannya pada radiasi matahari. Secara umum hubungan antara frekuensi kritis lapisan E dengan sudut zenith matahari  $\theta$  adalah:

$$f_oE = f_{min} - \cos \theta \quad (1-1)$$

dimana harga  $f_{min}$  bervariasi terhadap lintang geografis.

Prabotosari S. K., (1982) dalam Presiding Penelitian Dirgantara LAPAN telah membahas prediksi foE dengan metode Edinburg. Menurut metode Edinburg median bulanan frekuensi kritis lapisan E terganrung pada aktivitas matahari, musim, posisi geografis, dan waktu. Dalam makalahnya Prabotosari S.K. membahas tentang penggunaan metode Edinburg di 54 stasiun ionosfer (semuanya di luar Indonesia).

Hasilnya menunjukkan bahwa dengan mengklasifikasikan ke 54 stasiun tersebut dalam 3 daerah menurut lintang magnetiknya, yaitu  $0^\circ < |\lambda_m| < 30^\circ$ ,  $30^\circ \leq |\lambda_m| < 60^\circ$ , dan  $60^\circ \leq |\lambda_m| < 90^\circ$ , metode ini memberikan ketelitian 0.10 - 0.12 MHz.

Korelasi frekuensi kritis lapisan ionosfer dengan sudut zenith matahari dan bilangan *sunspot* yang pernah dilakukan oleh Prabotosari dkk pada tahun 1982 menggunakan rumusan  $f_oE = [(A + B R) \cos x]^{1/4}$  dan data foE pada pukul 12:00 dari SPD Pameungpeuk bulan Januari-Desember 1981 memberikan hasil  $A = 278.2072$  dan  $B = 0.5146$ ,

Untuk pemanfaatan lapisan E secara optimal dan pengembangan model gangguan ionosfer terhadap propagasi gelombang radio, perlu diketahui karakteristik regular dan iregular lapisan ionosfer, baik variasi harian, musiman, maupun variasi yang berkaitan dengan aktivitas matahari. Makalah ini membahas lapisan E ionosfer dari tiga stasiun pengamatan di Indonesia.

## 2 DATA, PENGOLAHAN DATA, DAN PEMBAHASAN

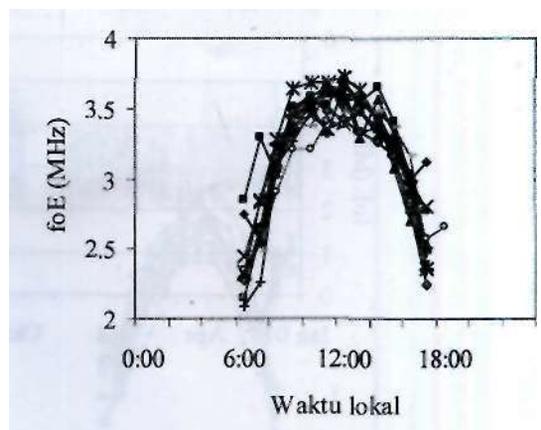
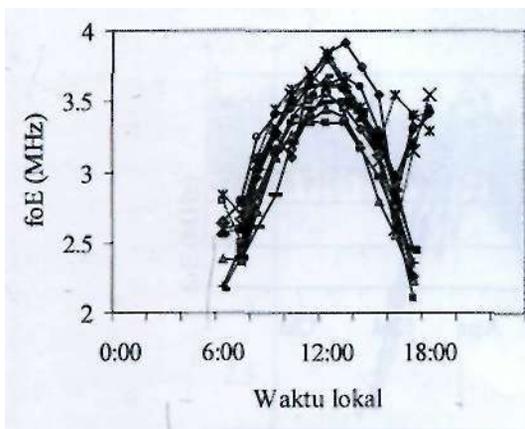
Data yang digunakan adalah ionogram hasil pengamatan dari Stasiun Pengamat Dirgantara Tanjungsari, Kototabang, dan Biak. Dari ionogram ini telah dilakukan pengolahan data mentah (*scaling* ionogram) untuk parameter foE Tanjungsari tahun 2001 - 2006, Kototabang tahun 2005 - 2006, Biak tahun 2005. Data pendukung yang digunakan adalah indeks T sebagai indikator aktivitas matahari. Pengolahan data yang dilakukan selanjutnya adalah penghitungan median bulanan foE, dan plot foE sebagai fungsi waktu dan foE sebagai fungsi indeks T untuk mempelajari kaitan antara frekuensi kritis lapisan dengan tingkat aktivitas matahari.

Gambar 2-1 adalah plot median bulanan foE di Biak dan Tanjungsari pada saat aktivitas matahari rendah (tahun 2005-2006), yang

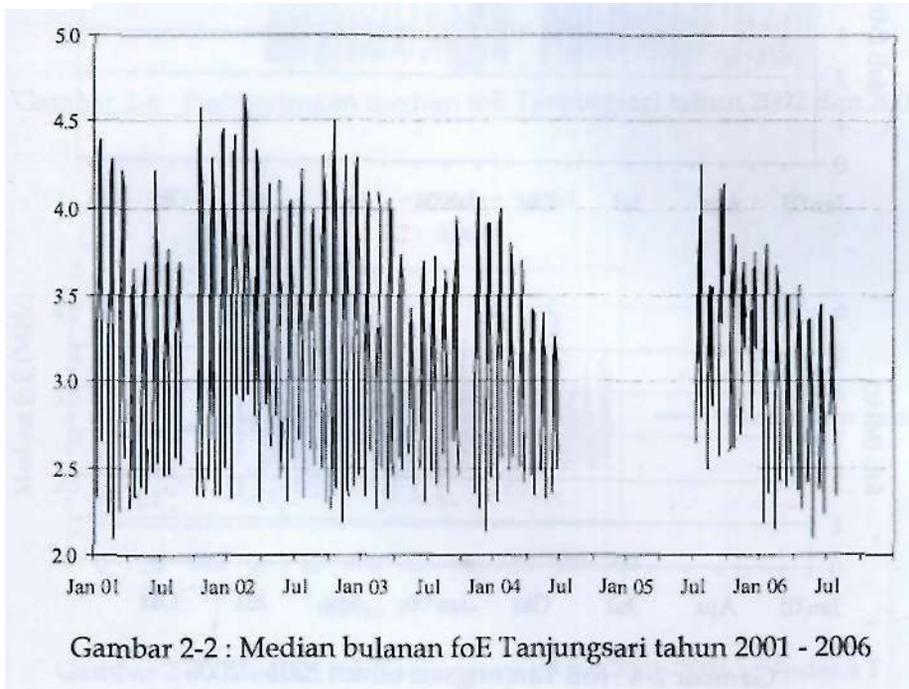
menunjukkan variasi harian lapisan E di kedua stasiun itu. Nilai maksimum median foE  $< 4$  MHz di kedua lokasi pada saat tersebut. Maksimum tercapai sekitar pukul 12 siang hari. yang menunjukkan pengaruh posisi matahari (sudut zenith) pada pembentukan lapisan E. Dari semua hasil pengamatan, diketahui besarnya foE bervariasi antara 2.2 - 4.5 MHz.

Variasi musiman nampak pada Gambar 2-2, dimana variasi nampak lebih jelas pada saat aktivitas matahari tinggi (tahun 2001 - 2003). foE tinggi pada bulan Oktober sampai Maret dan rendah pada bulan April sampai September. Pembentukan lapisan E didominasi oleh proses fotoionisasi dengan sumber energi pengionisasi adalah sinar EUV yang berasal dari radiasi matahari. Posisi Tanjungsari menyebabkan foE tinggi pada bulan-bulan dimana matahari berada di atas belahan Bumi bagian selatan. Pada saat aktivitas matahari rendah, variasi musiman ini kurang jelas. Hal ini dapat dilihat pada plot median bulanan foE dari stasiun Biak, Tanjungsari, dan Kototabang tahun 2005 pada Gambar 2-3.

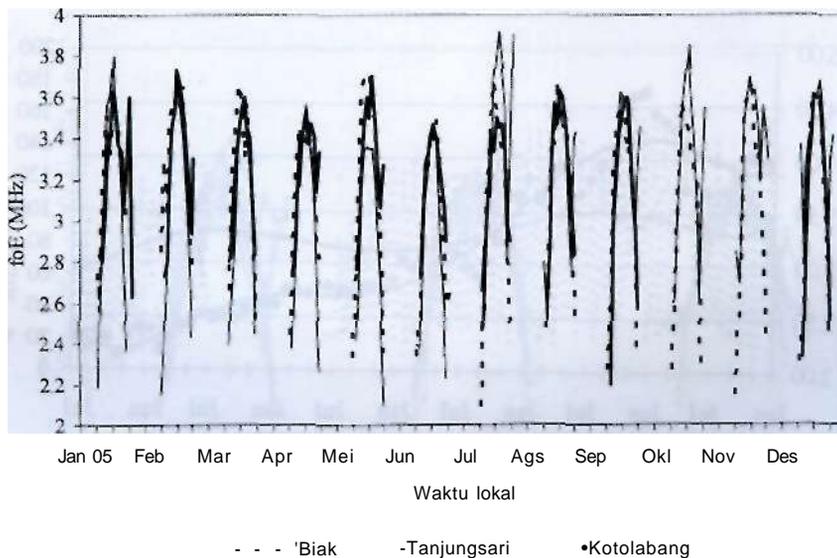
Plot foE Tanjungsari tahun 2001 - 2006 dalam Gambar 2-4 menunjukkan bahwa tidak terjadi penurunan yang signifikan dari besarnya foE sesuai penurunan tingkat aktivitas matahari. Plot median foE dan indeks T pada Gambar 2-5 juga tidak menunjukkan kaitan yang jelas antara kedua besaran tersebut, meskipun plot median bulanan foE Tanjungsari tahun 2002 dan 2005 pada Gambar 2-6 menunjukkan adanya perbedaan nilai sekitar 0.7 MHz pada nilai maksimum median foE. Puncak median foE tahun 2002 sebesar 4 - 4.65 MHz sementara tahun 2005 sebesar 3.3 - 3.9 MHz. Korelasi antara median foE dan indeks T yang ditunjukkan dalam Gambar 2-7 memberikan koefisien korelasi 0.2638 ( $\ll V 0.0696$ ). Korelasi yang rendah ini menunjukkan bahwa semakin rendah lapisan ionosfer, pengaruh aktivitas matahari semakin kecil.



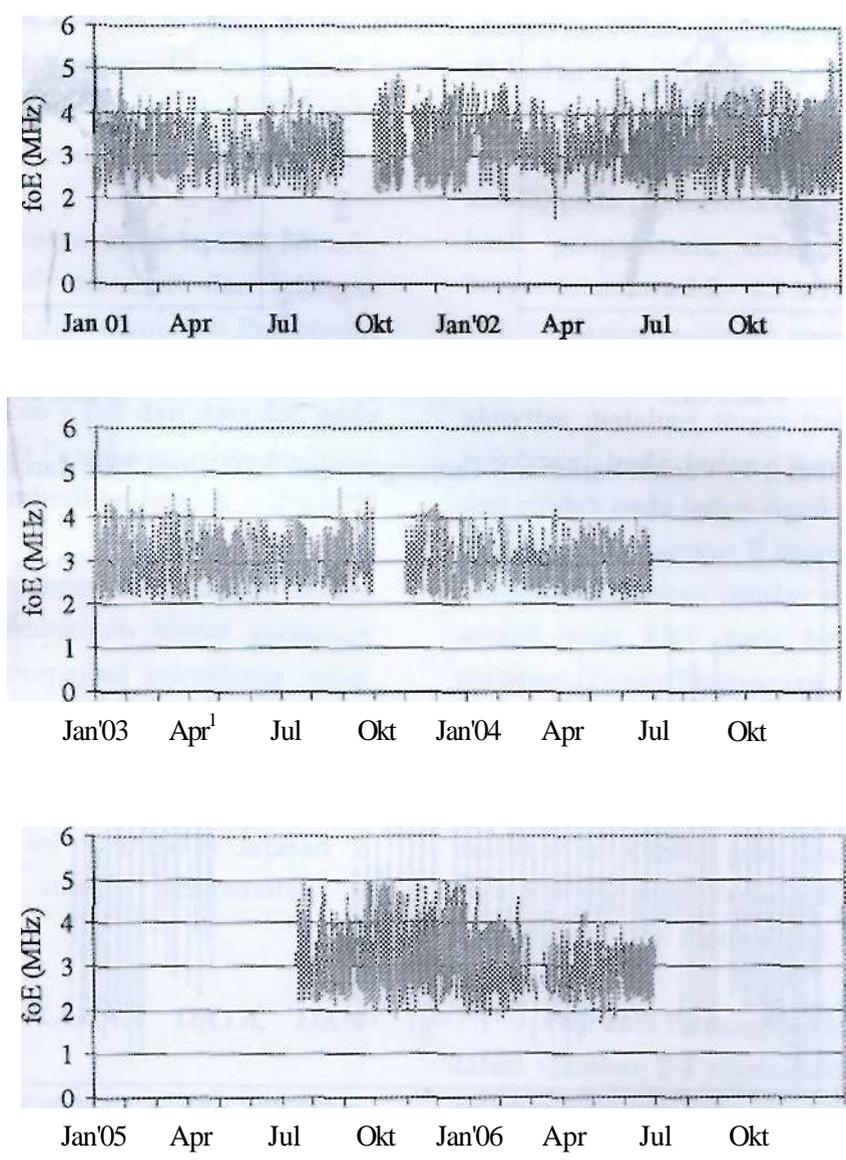
Gambar 2-1: Variasi harian foE Tanjungsari Juli 2005 - Juni 2006 dan Biak 2005



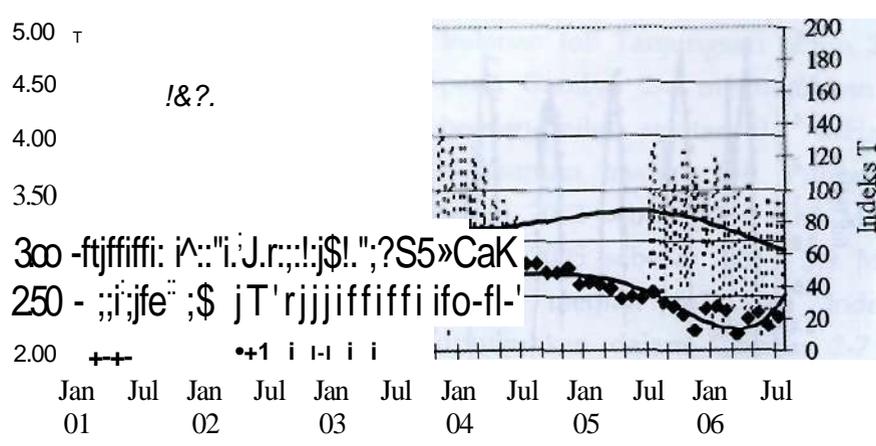
Gambar 2-2 : Median bulanan foE Tanjungsari tahun 2001 - 2006



Gambar 2-3 : Median bulanan foE Biak, Tanjungsari, dan Kototabang tahun 2005

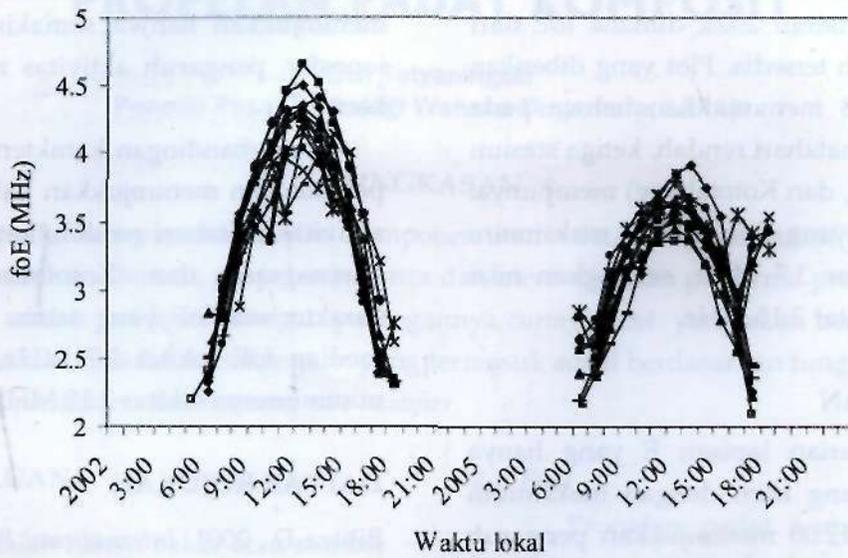


Gambar 2-4 : foE Tanjungsari tahun 2001 - 2006

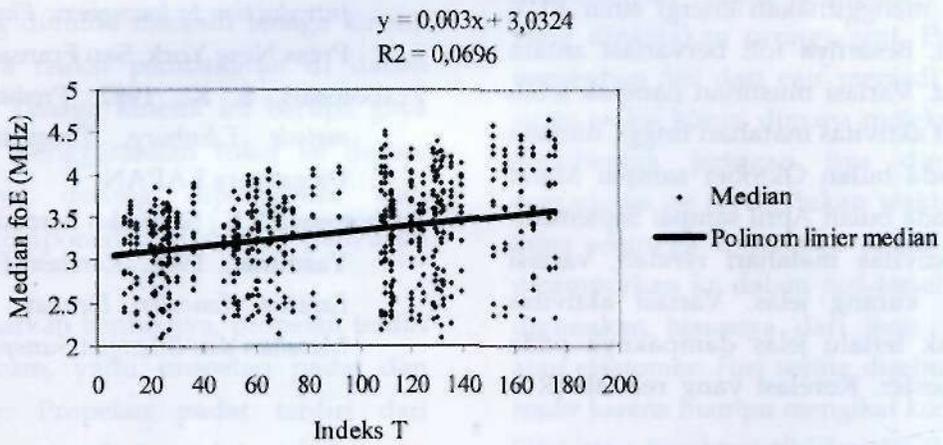


Median foE      -indeks T      •Poly. (Median foE)      •Poly. (indeks T)

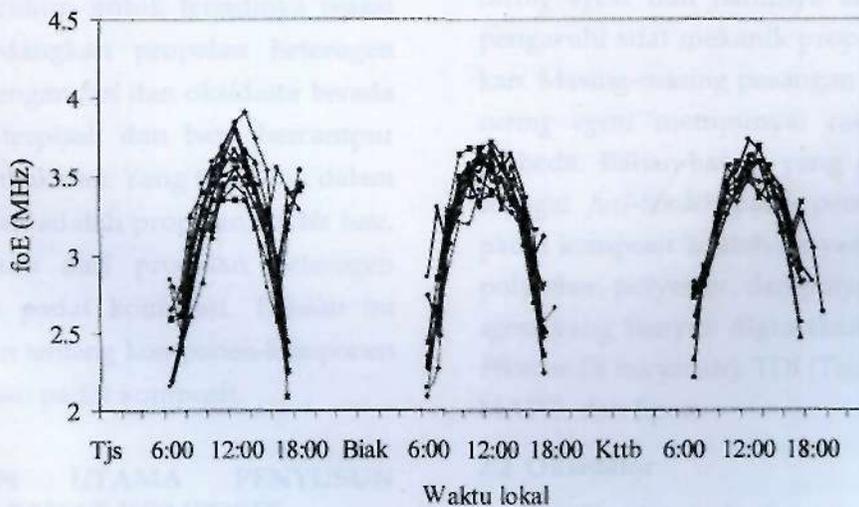
Gambar 2-5 : Median foE Tanjungsari 2001 - 2006 dan indeks T



Gambar 2-6 : Perbandingan median foE Tanjungsari tahun 2002 dan 2005



Gambar 2-7 : Median foE Tanjungsari tahun 2001-2006 vs Indeks T



Gambar 2-8 : Perbandingan median bulanan foE Tanjungsari, Biak, dan Kototabang tahun 2005

Perbandingan karakteristik antar stasiun dilakukan untuk tahun 2005, dimana foE dari ketiga stasiun telah tersedia. Plot yang diberikan pada Gambar 2-8 menunjukkan bahwa pada tingkat aktivitas matahari rendah, ketiga stasiun (Biak, Tanjungsari, dan Kototabang) mempunyai karakteristik foE yang sama. Nilai maksimum median foE sekitar 3.7 MHz, sedangkan nilai minimumnya sekitar 2.15 MHz.

### 3 KESIMPULAN

Variasi harian lapisan E yang hanya teramati pada siang hari, dengan maksimum foE pada pukul 12:00 menunjukkan pengaruh posisi matahari (sudut zenith) pada pembentukan lapisan E. Hal ini disebabkan pembentukan lapisan E terutama dari proses fotoionisasi yang menggunakan energi sinar EUV dari matahari. Besarnya foE bervariasi antara 2.2 - 4.5 MHz. Variasi musiman nampak lebih jelas pada saat aktivitas matahari tinggi, dimana foE tinggi pada bulan Oktober sampai Maret dan rendah pada bulan April sampai September. Pada saat aktivitas matahari rendah, variasi musiman ini kurang jelas. Variasi aktivitas matahari tidak terlalu jelas dampaknya pada lapisan E ionosfer. Korelasi yang rendah ( $R =$

0,2638) antara median foE dengan indeks T menunjukkan bahwa semakin rendah lapisan ionosfer, pengaruh aktivitas matahari semakin kecil.

Perbandingan karakteristik antar stasiun pengamatan menunjukkan bahwa pada tingkat aktivitas matahari rendah, ketiga stasiun (Biak, Tanjungsari, dan Kototabang) mempunyai karakteristik foE yang sama. Nilai maksimum median foE sekitar 3.7 MHz, sedangkan nilai minimumnya sekitar 2.15 MHz.

### DAFTAR RUJUKAN

- Bilitza D., 2001. *International Reference Ionosphere 2000*, Radio Science, volume 36, number 2, pages 261 - 275.
- Henry Rishbeth, Owen K. Garriott, 1969, *Introduction to Ionospheric Physics*, Academic Press New York, San Fransisco, London.
- Prabotosari, S. K., 1982. *Prediksi foE dengan metode Edinburg*, Prosiding Penelitian Dirgantara LAPAN.
- Prabotosari, S.K.; Sarmoko Saroso; Sri Suhartini; Yasminai, 1982. *Korelasi Frekuensi Kritis Lapisan Ionosfer Dengan Sudut Zenith Matahari dan Bilangan Sunspot*