

STUDI KOMPARATIF KEMUNCULAN *POST-SUNSET* DAN *POST-MIDNIGHT EQUATORIAL SPREAD-F* DI ATAS KOTOTABANG SELAMA FASE AKTIVITAS MATAHARI MENURUN (2008-2009)

Ednofri

Loka Pengamatan Atmosfer Kototabang
ednofri_lapan@yahoo.com

Abstract

Equatorial Spread-F (ESF) is an important component of space weather because it can interfere with satellite communications systems, satellite-based navigation and radio communications. The emergence of ESF after sunset (post sunset) and after midnight (post midnight) will be studied by looking at the percentage the intensity of appearance and temporal variations in the monthly maximum during the solar minimum activity (2008-2009) over Kototabang. ESF data obtained from the FMCW ionosonde every 5 minutes. Identification of ESF events are divided into two events, namely post sunset between the hours of 18 - 00 LT and post midnight between the hours of 00 - 06 LT during the year 2008-2009. From the observation, obtained an average percentage of ESF occurrence during the year 2008 was 52,28% with 36,31% post sunset and 15,97% post midnight occurrence, while the average intensity of ESF occurrence during 2009 amounted to 56,68% with 39,49% post sunset and 17,18% post midnight occurrence. Temporal variations in the appearance of post sunset ESF maximum in May 2008 and June 2009, while the maximum for the post midnight show in May 2008 and April 2009.

Keywords: *ESF, FMCW, Solar minimum.*

Abstrak

Equatorial Spread-F (ESF) merupakan komponen penting dari cuaca antariksa karena dapat mengganggu sistem komunikasi satelit, navigasi berbasis satelit, dan komunikasi radio. Kemunculan ESF setelah matahari terbenam (post sunset) dan setelah tengah malam (post midnight) akan dipelajari dengan melihat persentase kemunculan serta variasi temporal maksimum akan dipelajari dengan melihat persentase kemunculan serta variasi temporal maksimum (2008-2009) di atas Kototabang. Data ESF bulanannya selama fase aktivitas matahari minimum (2008-2009) di atas Kototabang. Data ESF bulanannya selama fase aktivitas matahari minimum (2008-2009) di atas Kototabang. Data ESF diperoleh dari pengamatan menggunakan ionosonda FMCW setiap 5 menit. Identifikasi kejadian ESF dibagi atas dua kejadian, yaitu post sunset antara pukul 18 – 00 LT dan post midnight antara pukul 00 – 06 LT sepanjang tahun 2008-2009. Dari hasil pengamatan, diperoleh persentase rata-rata kemunculan ESF selama tahun 2008 sebesar 52,28% dengan 36,31% kemunculan post sunset dan 15,97% post midnight, sedangkan intensitas rata-rata kemunculan ESF selama tahun 2009 sebesar 56,68% dengan 39,49% kemunculan post sunset dan 17,18% post midnight. Variasi temporal kemunculan ESF post sunset maksimum pada bulan Mei 2008 dan Juni 2009, sedangkan untuk post midnight menunjukkan maksimum pada bulan Mei 2008 dan April 2009.

Kata Kunci: *ESF, FMCW, Matahari minimum.*

1. PENDAHULUAN

Salah satu bentuk iregularitas kerapatan *plasma* yang terjadi di lapisan F ionosfer setelah matahari terbenam adalah kejadian yang dikenal dengan *Equatorial Spread-F* (ESF). ESF merupakan komponen penting dari cuaca antariksa karena dapat mengganggu sistem komunikasi satelit, navigasi berbasis satelit, dan komunikasi radio. ESF teramati pada ionogram sebagai penyebaran jejak lapisan F. Salah satu penyebab terjadinya ESF adalah ketidakstabilan *Rayleigh-Taylor* (RT), yang mengakibatkan adanya gelembung plasma (*plasma bubble*).

Kejadian ESF di stasiun-stasiun ekuatorial sering dikaitkan dengan perubahan ketinggian lapisan F setelah matahari terbenam (Chandra dan Rastogi, 1972). Perubahan ketinggian lapisan F mendorong pertumbuhan iregularitas ionosfer melalui mekanisme ketidakstabilan RT. Anomali variasi ketinggian lapisan ionosfer malam hari mempunyai korelasi positif dengan waktu terjadinya ESF. Ketinggian lapisan ionosfer meningkat segera setelah matahari terbenam dan mencapai maksimum pada waktu ESF mulai muncul. Pada saat kejadian ESF setelah matahari terbenam, ketinggian lapisan F ($h'F$) meningkat antara 10 – 50 km dibandingkan ketinggian lapisan F pada saat tidak terjadi ESF (Ednofri, 2011).

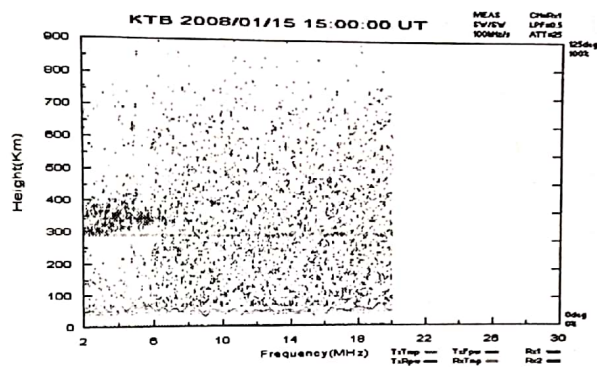
Subba Rao dan Krishna Murthy (1994) menyelidiki terjadinya Spread-F di Trivandrum India selama fase aktivitas matahari naik dan turun serta menafsirkan perilaku musiman dalam hal mekanisme ketidakstabilan RT. Selama fase aktivitas matahari naik, puncak terjadinya Spread-F adalah setelah matahari terbenam (*post sunset*) dan lebih banyak muncul selama musim *equinox*. Selama *summer solstice* saat aktivitas matahari menurun, puncak kemunculan terlihat setelah tengah malam (*post midnight*), didahului oleh kenaikan ketinggian lapisan F secara abnormal. Puncak kemunculan ESF setelah tengah malam pernah dilaporkan di Brasil saat aktivitas matahari menurun (MacDougall *et al.*, 1998).

Studi ini membahas kemunculan ESF *post sunset* dan ESF *post midnight* dari hasil pengamatan ionosonda FMCW untuk memperoleh informasi variasi temporal maksimum kemunculannya dan variasi musiman di atas Kototabang selama fase aktivitas matahari menurun (2008-2009).

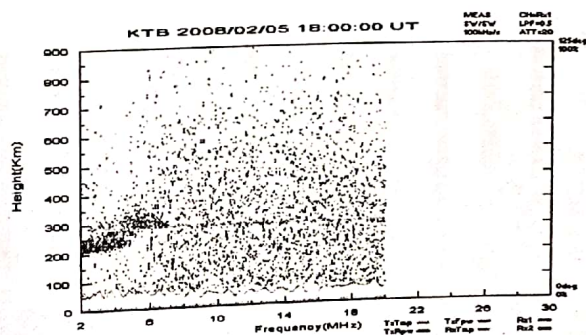
2. DATA DAN METODE

Dalam penelitian ini digunakan hasil pengamatan ionosonda FMCW di Loka Pengamatan Atmosfer Kototabang ($0,2^{\circ}S$, $100,3^{\circ}E$) selama tahun 2008-2009. Data kemunculan ESF setelah matahari terbenam dan setelah tengah malam dipisahkan dan diamati untuk memperoleh informasi variasi temporal maksimum kemunculannya dengan menghitung persentase kemunculan serta variasi nilai maksimum bulannya selama fase aktivitas matahari menurun (2008-2009).

Identifikasi kejadian ESF dibagi atas dua kelompok yaitu kejadian ESF yang kemunculannya setelah matahari terbenam (ESF *post sunset*) antara pukul 18 – 00 LT (UT+7) dan kejadian ESF yang muncul setelah tengah malam (ESF *post midnight*) antara pukul 00 – 06 LT (UT+7). Penentuan kelompok kejadian ESF mengacu kepada awal kemunculannya. Rangkaian kejadian ESF yang awal kemunculannya pada rentang waktu pukul 18 – 00 LT dikelompokkan kedalam ESF *post sunset*, termasuk ESF yang muncul pada lewat tengah malamnya. Jadi, jika dalam satu malam muncul ESF sebelum tengah malam, maka seluruh ESF yang muncul pada malam itu adalah ESF *post sunset*. Jika awal kemunculannya pada rentang waktu pukul 00 – 06 LT dikelompokkan kedalam ESF *post midnight*. Contoh kemunculan ESF di ionogram pada kedua kejadian tersebut ditunjukkan dalam Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Contoh kemunculan ESF di ionogram pada *post sunset*.



Gambar 2. Contoh kemunculan ESF di ionogram pada *post midnight*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

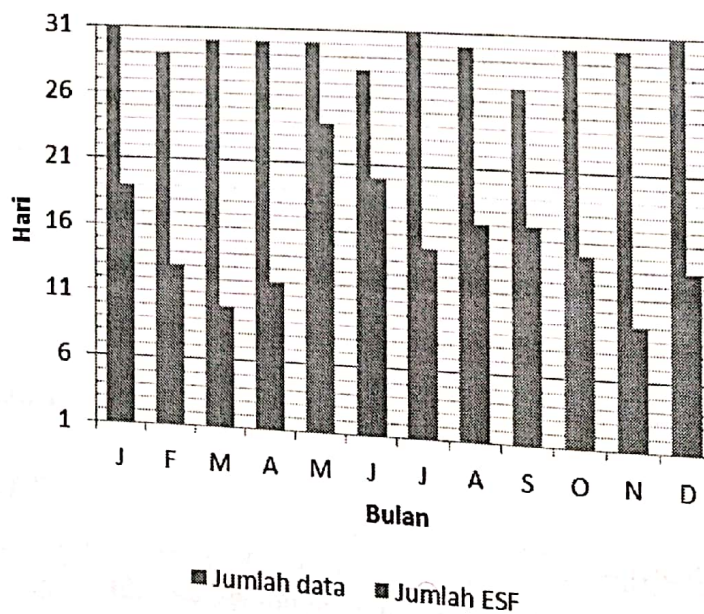
Hasil pengolahan awal ketersediaan data, kemunculan ESF *post sunset* dan ESF *post midnight* setiap bulan selama tahun 2008-2009 ditunjukkan pada Tabel 1. Bulan November 2009 hanya ada 5 hari data pengamatan, sehingga tidak dapat digunakan dalam penelitian ini. Banyaknya

kekosongan data pengamatan selama November 2009 disebabkan oleh kerusakan pada sistem transmit dari ionosonda FMCW.

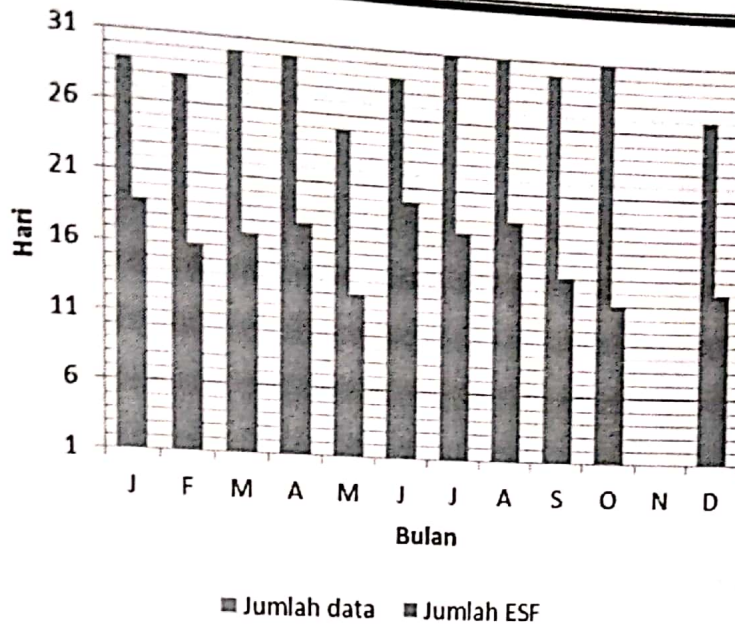
TABEL 1. KETERSEDIAAN DATA PENGAMATAN SELAMA TAHUN 2008-2009

Bulan/Tahun	2008			2009		
	data	post sunset	post midnight	data	post sunset	post midnight
Januari	31	13	6	29	14	5
Februari	29	9	4	28	12	4
Maret	30	6	4	30	11	6
April	30	8	4	30	11	7
Mei	30	15	9	25	8	5
Juni	28	14	6	29	15	5
Juli	31	9	6	31	12	6
Agustus	30	12	5	31	13	6
September	27	13	4	30	12	3
Oktober	30	12	3	31	10	3
November	30	8	2			
Desember	31	10	4	27	9	5

Dari hasil pengolahan jumlah ketersediaan data diperoleh kemunculan ESF setiap bulannya selama tahun 2008-2009 seperti yang terlihat pada Gambar 3 dan 4.

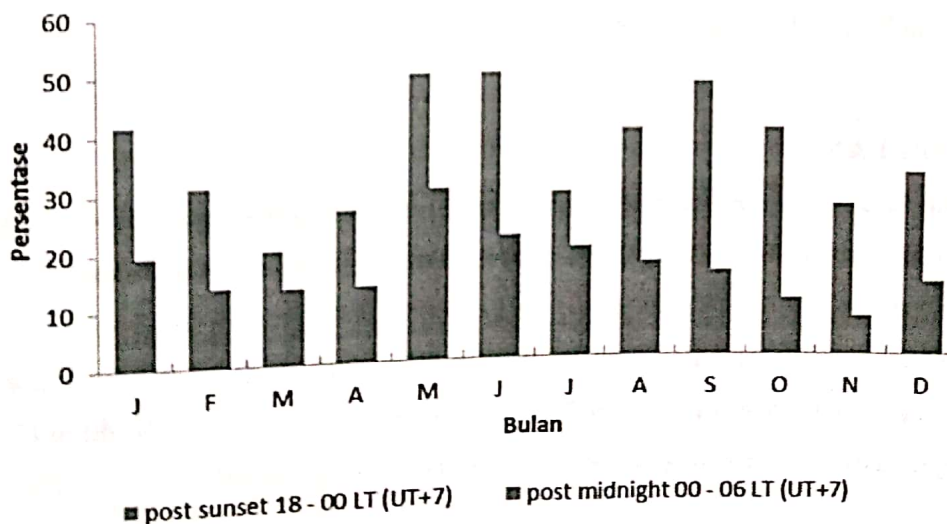


Gambar 3. Jumlah data dan kemunculan ESF setiap bulannya tahun 2008.

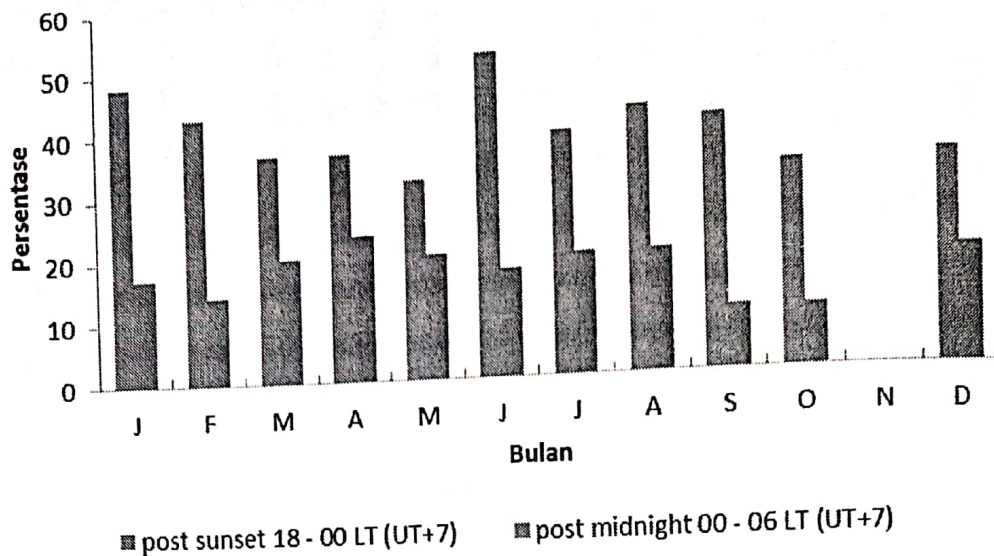


Gambar 4. Jumlah data dan kemunculan ESF setiap bulannya tahun 2009.

Dari perhitungan yang dilakukan diperoleh rata-rata untuk kemunculan ESF selama tahun 2008-2009 adalah sebesar 52,28% dan 56,68%. Hal ini menunjukkan bahwa ESF lebih banyak muncul pada tahun 2009 dibandingkan tahun 2008 selama fase aktivitas matahari menurun. Selama tahun 2008, rata-rata persentase untuk kemunculan ESF *post sunset* adalah sebesar 36,31% dan ESF *post midnight* sebesar 15,97%; dan selama tahun 2009 kemunculan ESF *post sunset* adalah sebesar 39,49% dan ESF *post midnight* adalah 17,18%. Persentase kemunculan ESF *post sunset* dan *post midnight* setiap bulannya selama tahun 2008-2009 ditunjukkan pada Gambar 5 dan 6 berikut ini.



Gambar 5. Persentase kemunculan ESF untuk *post sunset* dan *post midnight* selama tahun 2008.



Gambar 6. Persentase kemunculan ESF untuk *post sunset* dan *post midnight* selama tahun 2009.

Pada Gambar 5 dan 6 di atas, variasi temporal kemunculan ESF *post sunset* menunjukkan maksimum pada bulan Mei 2008 dan Juni 2009, sebesar 50% dan 51,72%, sedangkan untuk *post midnight* menunjukkan maksimum pada bulan Mei 2008 dan April 2009, sebesar 30% dan 23,33%. Kemunculan ESF setelah matahari terbenam terlihat lebih dominan untuk setiap bulannya dibandingkan kemunculan setelah tengah malam baik untuk tahun 2008 maupun 2009. Hal ini berlaku umum bahwa mekanisme ketidakstabilan Rayleigh Taylor (RT) mendorong pertumbuhan iregularitas ESF, dimana terjadinya *spread-F* di ekuatorial berkaitan dengan meningkatnya ketinggian lapisan F setelah matahari terbenam (Chandra and Rastogi, 1972).

4. KESIMPULAN

Kejadian *Equatorial Spread-F* setelah matahari terbenam (*post sunset*) lebih banyak muncul dibandingkan kemunculan setelah tengah malam (*post midnight*) di atas Kototabang, hal ini terlihat setiap bulannya selama aktivitas matahari menurun (2008-2009). Variasi bulanan kemunculan ESF *post sunset* maksimum pada bulan Mei 2008 dan Juni 2009, sedangkan untuk *post midnight* menunjukkan maksimum pada bulan Mei 2008 dan April 2009. Hal ini perlu diteliti lebih lanjut berkaitan dengan faktor-faktor penyebab terjadinya *Equatorial Spread-F*.

UCAPAN TERIMA KASIH. Penulis mengucapkan terimakasih pada pihak NICT Japan yang telah mengizinkan penggunaan data ionosonda FMCW untuk penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Chandra, H., and Rastogi, R. G., “*Equatorial spread-F over a solar cycle*”, Ann. Geophysicae, 28, 37–44, 1972.
- Ednofri., “*Hubungan antara Perubahan Ketinggian Ionosfer dan Kemunculan Equatorial Spread-F di atas Kototabang (0.2°S, 100.3°E)*”, Prosiding SNSAA 2011, Hal. 388, 978-979-1458-53-5, 2011.
- Fagundes, P.R., Sahai, Y., Batista, I. S., Abdu, M. A., Bittencourt, J. A., Takahashi, H., “*Observations of day-to-day variability in precursor signatures to equatorial F-region plasma depletions*”, Annales Geophysicae 17, 1053 – 1063, 1999.
- MacDougall, J.W., Abdu, M. A., Jayachandran, P. T., Cecile, J. F., and Batista, I. S., “*Pre sunrise spread-F at Fortaleza*”, J. Geophys. Res., 97, 13 865–13 876, 1998.
- Subba Rao, K. S.V. and Krishna Murthy, B.V., “*Seasonal Variations of Equatorial spread-F*”, Ann. Geophysicae, 12, 33–39, 1994.