

## ANALISIS KEMUNCULAN SPREAD F DI ATAS KUPANG

**Adrianus Marselus Seran, Ali Warsito dan Jehunias L. Tanesib**

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto Penfui, Kupang, Indonesia

E-mail: ali.warsito@staf.undana.ac.id

### Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang kemunculan spread F di atas Kupang dengan menggunakan data hasil scalling ionogram pada tahun 2013 hingga 2015. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kejadian spread F dan variasi tipe kemunculan spread F berdasarkan klimatologi kemunculannya yang berdampak pada perambatan gelombang radio High Frequency (HF; 3-30 MHz) dan sistem navigasi berbasis satelit yang dikenal Global Navigation Satelit System (GNSS). Kemunculan spread F mempunyai korelasi dengan kejadian sintilasi yang bersumber dari aktivitas matahari dan gelombang gravitasi yang umumnya terjadi pada malam hari (18.00-06.00) LST. Hasil analisis kemunculan Spread F pada periode tahun 2013-2015 menunjukkan bahwa kemunculan spread F tertinggi di tahun 2014 dengan tipe spread F frekuensi karena pada periode tahun 2014 masih merupakan puncak siklus matahari ke 24 meskipun dikatakan siklus terlemah atau aktivitas matahari sangat minimum namun gangguan aktivitas matahari seperti flare dan CME awal bulan pertengahan bulan tahun 2014 sangat tinggi intensitasnya yang menimbulkan gangguan geomagnet pada lapisan ionosfer sangat besar dimana tipe spread F frekuensi disebabkan oleh gangguan geomagnet. Intensitas kejadian spread F terjadi di pertengahan tahun yakni bulan Juni dibandingkan dengan bulan-bulan awal dan akhir tahun yang tingkat kemunculannya rendah terutama pada fase ekuinoks. Jumlah kemunculan spread F maksimum terjadi pada tengah malam (22.00-03.00) LST dan minimum di awal dan di akhir malam. Analisis dalam domain frekuensi dengan menggunakan metode Fast Fourier Transform (FFT), menunjukan adanya kemunculan spread F selama 3 tahun (36 bulan) terjadi rentang waktu 200 hingga 600 hari. Frekuensi kemunculan spread F untuk tiap tahunnya adalah 0,1 sampai 0,2 perhari. Informasi ini menunjukkan bahwa intensitas kemunculan spread F yang dapat mengganggu perambatan gelombang radio pada lapisan ionosfer di atas wilayah Kupang masih rendah dengan periode kejadian yaitu 365 hari atau 1 tahun selama 3 tahun (2013-2015) dan dapat digunakan sebagai indicator peluang kejadian spread F setiap tahunnya.

**Kata kunci:** Spread F; FFT; Kupang

### Abstract

Research has been conducted on the emergence of the distribution of F above Kupang by using scaling ionogram data from 2013 to 2015. This study aims to study the characteristics of F distribution events and variations in the type of occurrence of F distribution based on their climatology appearance used in High Frequency radio wave moorings (HF ; 3-30 MHz) and a satellite-based navigation system called the Global Navigation Satellite System (GNSS). The appearance of spread F has an interaction with the scintillation event that originates from the activity of the sun and the wave of release that occurs at night (18.00-06.00) LST. The results of the analysis of the emergence of the F spread in the period 2013-2015 indicate that the appearance of the highest F spread in 2014 with the type of spread F frequency in the period of 2014 is still the peak of the 24th solar cycle which is expected to be protected or used by the minimum sun to be used to monitor solar activity such as flares and CME at the beginning of the middle of 2014 is very high, which causes geomagnetic disturbances in the ionospheric layer to be very large where the frequency F type spread is related to geomagnetic interference. The intensity of diffuse F events occurs in the middle of the year in June compared to the initial and end of the year with a low rate of occurrence in the equinox phase. The maximum number of occurrences of the F spread occurs at midnight (10:00 p.m.: 00:00) LST and minimum at the beginning and end of the night. Analysis in the domain using the Fast Fourier Transform (FFT) method, showed that there were occurrences that spread F for 3 years (36 months) occurring in the range 200 to 600 days. The frequency of occurrence of spread F for each semester is 0.1 to 0.2 per day. This information shows that the intensity of the spread of occurrence of F that can be carried out by radio waves in the ionospheric layer above the Kupang region is still low

*with an event period of 365 days or 1 year for 3 years (2013-2015) and can be used as an Annual indicator.*

**Keywords:** *Spread F; FFT; Kupang*

## PENDAHULUAN

Di zaman yang semakin modern, kebutuhan sebuah informasi menjadi sangat penting atau sebuah kebutuhan yang tidak bisa dihindari. Kebutuhan informasi pada saat ini menjadi lebih penting pada Era sistem teknologi modern, antisipasi dan mitigasi dampak dari fenomena alam yang sangat diperlukan bagi kelangsungan hidup manusia.

Peningkatan aktivitas matahari memasuki puncak siklus yang ke 24 diperlukan antipasi untuk mengurangi dampak yang akan terjadi, sehingga sumber informasi tentang gangguan di bumi berperan sangat penting pada kemajuan teknologi satelit saat ini. Salah satunya adalah informasi mengenai kestabilan dan dampak pada lapisan ionosfer, hal ini dipengaruhi oleh aktivitas matahari.

Dampak aktivitas matahari seperti gangguan geomagnet dan gelombang gravitasi memberikan dampak pada lapisan ionosfer yang dapat mengalami ketidakaturan (*Irregularitas*). Dinamika perubahan lapisan ionosfer sangat dipengaruhi oleh kandungan elektron pada lapisan ionosfer akibat dari radiasi matahari atau proses ionisasi. Ionosfer merupakan salah satu lapisan atmosfer yang memiliki variasi spasial yang artinya mempunyai perbedaan ketinggian yaitu Lapisan D, E dan Lapisan F. Lapisan-lapisan tersebut selain ditinjau dari perbedaan temperatur terhadap ketinggian, dapat juga ditinjau dari perbedaan kerapatan elektron terhadap ketinggian [1]. Beberapa parameter pada lapisan F antara lain adalah frekuensi lapisan F2 ( $f^oF_2$ ), ketinggian semu lapisan F ( $h'F_2$ ), dan spread F [2].

Salah satu lapisan ionosfer yang paling sering terjadi gangguan yaitu lapisan F dimana lapisan ini selalu muncul baik siang hari maupun malam hari. Pada malam terjadi sebuah proses rekombinasi yang terjadi pada saat matahari mulai terbenam. Akibat dari proses rekombinasi tersebut muncul suatu lapisan yang terlihat menyebar di lapisan F ionosfer yang dikenal dengan spread F. Diketahui salah satu penyebab terjadinya gangguan pada komunikasi radio *high frequency* (HF) adalah spread F [3].

Hasil identifikasi spread F melalui pengamatan 15 menit ionogram vertical sounding keluaran ionosonda IPS71 sirkuit Sumedang sepanjang bulan februari sampai maret 2000 diperoleh 17 kejadian spread F untuk postmidnight dan 16 kejadian spread F untuk premidnight sehingga total keseluruhannya adalah 33 kejadian spread F [4].

Gangguan ionosfer ini umumnya terjadi pada malam hari. Pada siang hari lapisan E berkembang dengan baik sehingga dapat memperpendek pemisahan muatan yang diperlukan untuk pembentukan medan listrik di ionosfer. Pada malam hari terjadi rekombinasi lapisan E sehingga menurunkan konduktifitas daerah E. Akhirnya angin termosfer dapat menghasilkan medan listrik di daerah F [5].

Kejadian ESF pada awal malam (18.00 – 00.00) umumnya berbeda dengan fenomena ESF akhir malam (00.00 – 06.00 LT). Pada awal malam ESF biasanya memiliki tipe *range* yang dipicu oleh gelombang gravitasi, sedangkan pada akhir malam umumnya ESF tipe frekuensi yang disebabkan oleh gangguan geomagnet [6].

Probabilitas kemunculan spread F terjadi di dua daerah yaitu daerah lintang dan daerah sekitar equator magnetik. Indonesia merupakan daerah dengan tingkat gangguan komunikasi yang sangat tinggi. Hal ini disebabkan oleh posisi indonesia berada di daerah anomali equator (*Equator Ionosphere Anomaly* (EIA) yaitu kerapatan electron lebih tinggi jika di bandingkan dengan daerah lain. Anomali ionisasi ekuator juga merupakan salah satu daerah yang kondusif bagi pembentukan ESF [7].

Di dekat ekuator magnetik sintilasi ionosfer dan ESF selama Maret dan April 1989 selalu terjadi pada saat ketinggian lapisan F ionosfer ( $h'F_2$ ) mencapai lebih dari 400 km dan dengan kecepatan kenaikan lapisan F pada selang waktu 17.00 – 19.00 LT,  $dh'F_2/dt$  lebih besar dari 30 m/s. Sedangkan di lintang magnetik 21oLU sintilasi hanya terjadi pada malam di mana ketinggian lapisan F di atas 500 km. Dan nilai puncak-ke-

puncak dari fluktuasi memiliki korelasi positif dengan *ionospheric electron content* (IEC) pada jam 20.00 LT [8].

Variasi diurnal, musiman, spasial (lintang dan bujur) dan ketergantungan ESF dan intilasi ionosfer ekuator terhadap siklus matahari, gangguan geomagnet, medan listrik telah diketahui dan dapat dimodelkan. Tetapi model tersebut tidak meliputi variabilitas harian. Variabilitas harian dan pertanyaan mengapa ESF dan sintilasi terjadi pada hari tertentu dan tidak pada hari berikutnya pada semua kondisi siklus matahari baik saat kondisi geomagnet tenang maupun terganggu masih merupakan masalah yang belum banyak diketahui. Hal itu telah mendorong dibangunnya sistem yang disebut *Scintillation Network Decision Aid* (SCINDA) yang telah dikembangkan untuk memberikan spesifikasi regional *real time* dan prediksi sintilasi pada gelombang 250 MHz dengan bantuan model gelembung (*bubble*) global [9].

Menggunakan jaringan ionosonde dalam daerah yang luas di permukaan bumi selama tahun geofisika internasional telah ditunjukkan adanya ketergantungan kejadian *spread F* terhadap lintang geomagnetik yaitu bahwa probabilitas kejadian *spread F* terbesar berada pada dua daerah, pertama di daerah lintang tinggi dan kedua di daerah sekitar ekuator magnetik [10].

Fenomena ketidakmampuan plasma ini khususnya yang terjadi di daerah sekitar ekuator magnet disebut *equatorial spread F* (ESF). Rata-rata kejadian ESF dari pengamatan yang tersebar pada daerah bujur yang luas menunjukkan bahwa aktivitas ESF mencapai maksimum pada saat ekuinok [11].

Aktivitas matahari seperti *flare* Dan *coronalmassa ejection* (CME) yang tinggi yang dapat mempengaruhi perubahan cuaca antariksa salah satunya perubahan pada lapisan ionosfer yang mana dinamika ionosfer ini sangat berpengaruh pada sistem komunikasi.

Melihat pada dampak yang ditimbulkan pada sistem komunikasi begitu besar sehingga penulis melakukan penelitian mengenai intensitas kemunculan *spread F* dengan data ionogram tahun 2013 sampai 2015. Informasi mengenai kemunculan *spread F* dapat bermanfaat bagi pengguna radio HF khususnya di wilayah Kupang, sehingga pada tugas akhir ini penelitian mengenai kemunculan *spread F*

di wilayah Kupang guna mendapatkan informasi mengenai klimatologi kemunculannya atau bermanfaat bagi prediksi cuaca antariksa, sehingga diketahui distribusi kemunculannya di atas Kupang dalam 1 tahun pada puncak siklus matahari ke 24.

## METODE

Penelitian ini menggunakan data ionogram hasil pengamatan ionosfir dari peralatan ionosonda (CADI) di stasiun kerjasama LAPAN Bandung dengan Fisika UNDANA Kupang

### Pengolahan dan Analisis data

Adapun analisis data dalam penelitian ini adalah :

1. Pengolahan data
  - a. Identifikasi kemunculan *spread F* dari data ionogram yang diperoleh, dan dilakukan pengelompokan data sesuai tipe kejadian *spread F* berdasarkan waktu kemunculan (*spread F* (t)) setiap jam perhari sehingga terdapat berapa banyak kemunculan *Spread F* dalam 1 bulan dan persentasinya dalam 1 tahun.
  - b. Membuat grafik perbandingan antara grafik kejadian waktu kemunculan dan waktu kejadian *spread F* berdasarkan pengelompokan data kejadian *Spread F* dengan menggunakan Microsoft Excel.
  - c. Pengelompokan data kemunculan tiap hari selama tiga tahun dan dilakukan plotting grafik dengan metode FFT yang tools sudah ada di Matlab.
2. Analisis data
  1. Menganalisis kejadian *Spread F* berdasarkan tipe *Spread F*.
  2. Menganalisis kejadian *Spread F* berdasarkan grafik kemunculannya selama 3 tahun (2013-2015).

Analisis grafik FFT yang didapat untuk mengetahui frekuensi kemunculan selama 3 tahun

## HASIL DAN PEMBAHASAN

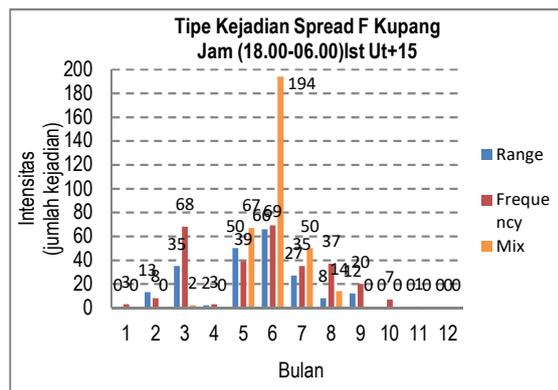
*Spread F* merupakan sebuah lapisan yang muncul di di lapisan F ionosfer akibat ketidakaturan lapisan ionosfer atau terjadi karena proses rekombinasi pada malam hari dan juga adanya perubahan ketinggian ionosfer di lintang rendah saat matahari terbenam.

Dalam Martiningrum [12] spread F disebabkan oleh aktivitas di matahari, gangguan geomagnet dan gravitasi. Untuk tipe *rangedi* sebakn oleh gelombang gravitasi dimana gelombang gravitasi itu bersumber dari atmosfer bawah yang menjalar sampai ionosfer, hal ini menimbulkan ketidakstabilan Rayleigh-Taylor yang dapat berperan dalam pembentukan spread F di daerah ekuator.

Kemunculan spread F dapat dikategorikan menjadi tiga tipe kejadian yaitu kejadian spread F terhadap ketinggian, frekuensi dan campuran yaitu kemunculan spread F baik terhadap ketinggian maun terhadap frekuensi. Berikut adalah kemunculan spread F dalam kurung waktu selama 3 tahun (2013-2015).

### Kemunculan Spread F pada tahun 2013

Data kemunculan spread F pada tahun 2013 ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik spread F berdasarkan tipe kemunculannya pada tahun 2013.

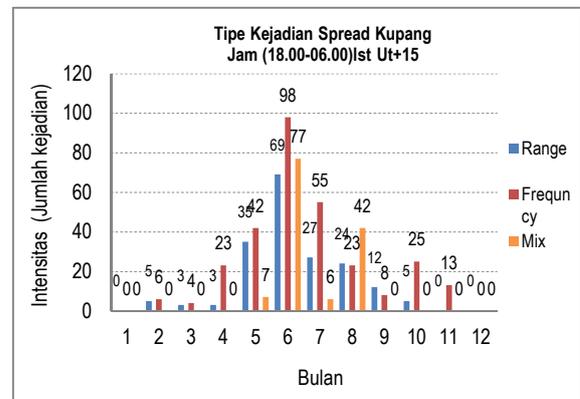
Kemunculan spread F tahun 2013 pada Gambar 1 menunjukkan tingginya kemunculan spread F dalam satu tahun pengamatan lebih sering terjadi bulan Mei sampai Agustus dan kemunculannya terjadi pada pertengahan malam mulai dari jam 22.00-04.00 dan diperoleh data bahwa tipe frekuensi dan campuran lebih signifikan kemunculannya dibandingkan dengan tipe ketinggian.

Maksimumnya kemunculan spread F terjadi pada matahari setelah terbenam yang mana perubahan kerapatan elektron pada sore hari sampai sebelum tengah malam sangat tinggi mengingat adanya proses rekombinasi dan lebih sering terjadi pada bulan-bulan ekuionoks yaitu pada bulan Maret-April dan September-Oktober. Ekuinoks merupakan fenomena cuaca antariksa dimana posisi

matahari sejajar dengan garis equator. Tetapi menurut penelitian sebelumnya pengamatan ionosonda di India menunjukkan meskipun aktivitas matahari menurun puncak kejadian spread F maksimum terjadi juga setelah tengah malam di bulan Juni [13], sehingga tampak pada Gambar 1 pada bulan Juni terjadi maksimum Spread F aktivitas geomagnet yang berkontribusi dalam kemunculan spread F sehingga pada bulan Juni 2013 lebih besar dan pada bulan Agustus dan seterusnya cenderung menurun.

### Kemunculan Spread F pada tahun 2014

Data kemunculan spread F pada tahun 2014 ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik spread F berdasarkan tipe kemunculannya pada tahun 2014.

Puncak siklus matahari terakhir terjadi pada awal tahun 2014 dimana Pada bulan Juni 2014 kemunculan spread F sangat tinggi di sebakn oleh gangguan geomagnet yang timbulkan oleh CME dan *flare* yang sangat kuat ditandai dengan beberapa peristiwa aktivitas matahari pada awal bulan Juni.

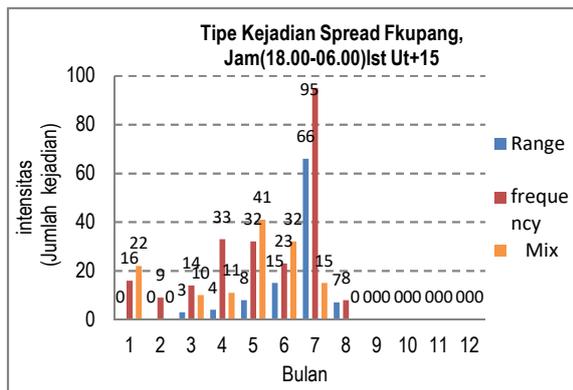
Prakiraan bintang matahari pada bulan Januari hingah Agustus 2014 sangat besar. Aktivitas geomagnet dan gelombang gravitasi yang dipicu oleh aktivitas matahari pada bulan Juni sangat besar dan terjadi pada awal malam sampai tengah akhir malam. Hal ini dapat mempengaruhi kerapatan elektron pada lapisan ionosfer, penambahan elektron secara tiba-tiba menimbulkan gangguan ionosfer secara tiba-tiba juga sehingga dengan melihat pada data banyaknya kejadian spread F terjadi pada awal juni sampai akhir juni. Pada bulan-bulan akhir tahun juga terjadi beberapa peristiwa aktivitas matahari yang sangat kuat tetapi tidak mempengaruhi kemunculan spread F dimana pada Gambar 2 menunjukkan kemunculan

spread F di bulan-bulan akhir tahun 2014 semakin menurun.

Pada awal bulan Januari 2014 kemunculan spread F sangat sedikit meskipun ada gangguan geomagnet pada 7 Januari 2014 pada pukul 18:24:05 UT namun tidak memicu adanya spread F yaitu sangat minimum dibandingkan dengan bulan lainnya.

### Kemunculan Spread F pada tahun 2015

Data kemunculan spread F pada tahun 2015 ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik spread F berdasarkan tipe kemunculannya pada tahun 2015

Aktivitas matahari pada tahun 2015 menunjukkan tingkat gangguannya terjadi pada bulan Juli 2015 sangat besar dimana ditandai dengan terjadi badai matahari dan beberapa group bintik matahari yang tidak terlalu besar namun kompleks menghasilkan flare yang kuat namun pada gambar Gambar 3 memperlihatkan bahwa kejadian spread F pada tahun ini intensitas kemunculannya dengan tipe frekuensi paling banyak di bulan Juli dibanding bulan Juni hal ini dikarenakan pada bulan Juli terjadi aktivitas matahari ditandai dengan adanya flare yang sangat besar.

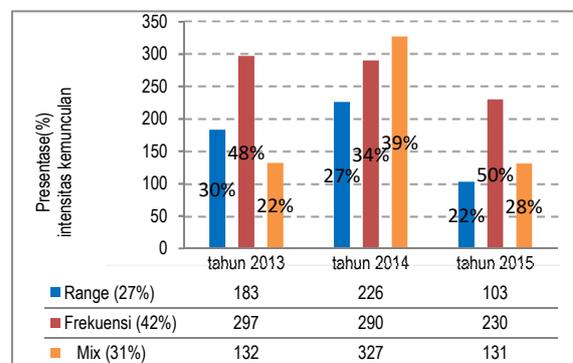
Flare dapat menyebabkan adanya gangguan geomagnet dan untuk tipe frekuensi disebabkan oleh gangguan geomagnet sehingga pada tahun 2015 tipe frekuensi lebih tinggi kemunculannya. Pada saat matahari maksimum akan terjadi flare yang lebih sering dan lebih kuat dibandingkan pada saat matahari minimum, sehingga gangguan medan magnet bumi pada matahari maksimum juga semakin besar. Apabila medan magnet bumi terganggu maka ionosfer juga akan terganggu. Setelah terjadi gangguan geomagnet, secara kualitatif dapat dilihat data Spread F pada

Gambar 3 tipe frekuensi lebih besar dibandingkan dengan awal bulan dan akhir bulan.

Aktivitas matahari tidak berpuncak pada tahun 2015 sudah mengalami penurunan namun tingkat gangguan aktivitas matahari yang berdampak pada lapisan ionosfer dimana peningkatan electron pada malam hari yang picu oleh proses rekombinasi tetap kuat sehingga di lihat pada Gambar 4 tahun 2015 intensitas kemunculan spread F kembali meningkat.

### Jumlah Presentase Kemunculan Spread F selama 3 tahun

Data kemunculan spread F selama 3 tahun ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik presentase kemunculan spread F selama 3 tahun

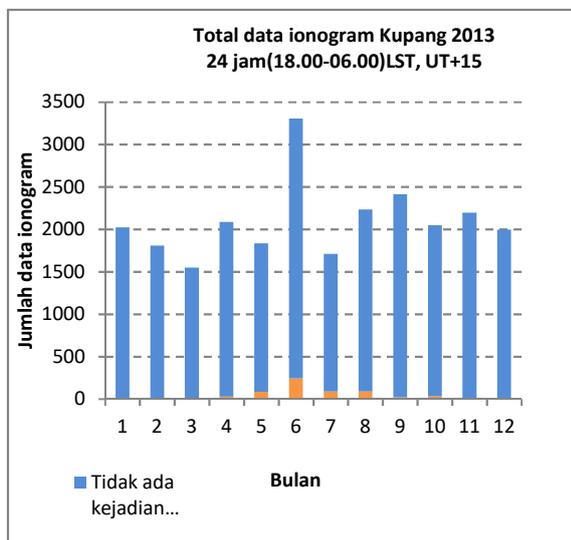
Pada Gambar 4 menunjukkan grafik presentase kemunculan spread F dalam 3 tahun berdasarkan tipe kemunculannya dengan tingkat kemunculan spread F tertinggi yaitu tipe campuran terjadi pada tahun 2014 dengan banyak kemunculan 327, tahun 2013 banyaknya kemunculan 132 dan tahun 2015 kemunculan spread F hanya terdapat 131.

Kemunculan spread F berdasarkan tipenya tertinggi pada tahun 2014 yaitu 42% dengan tipe frekuensi, tahun 2013 terdapat 27% dengan tipe range dan tahun 2015 terdapat 31% dengan tipe campuran. Data kemunculan spread F tampak pada Gambar 4.4 menunjukkan tingkat presentase kemunculan Spread F dari data total jumlah ketiga tipe Spread F dalam waktu 24 jam (18.00-06.00) LST.

Intensitas kemunculan dalam tahun 2013 lebih sedikit jika dibandingkan dengan yang tidak ada kemunculan dimana tahun 2013 kemunculan Spread F hanya terdapat 244 kemunculan yaitu pada bulan Juni sedangkan

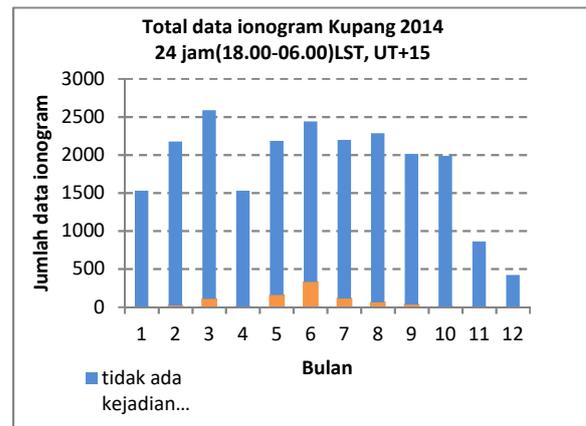
tidak ada kemunculan presentasinya sangat tinggi yaitu 3063 data, juga tertinggi pada bulan Juni. Pada Gambar 4 menjelaskan bahwa kejadian spread F dalam 3 tahun tersebut dengan tipe kemunculannya sangat bervariasi hal ini di pengaruhi oleh aktivitas matahari terhadap lapisan ionosfer yang mana puncak siklus aktivitas matahari ke 24 merupakan puncak siklus matahari terendah. Meskipun aktivitas matahari menurun tetapi tingkat gangguan geomagnetnya tinggi dan jika tingkat gangguan geomagnetnya meningkat maka intensitas kejadian spread F menurun.

Total data ionogram di atas Kupang untuk tahun 2013, 2014 dan 2015 ditampilkan pada Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7 secara berturut-turut.

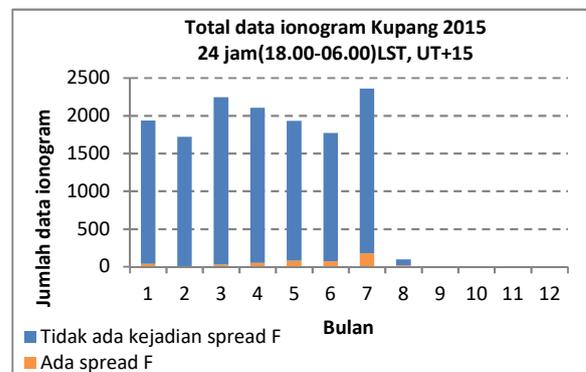


Gambar 5. Total data ionogram di atas Kupang tahun 2013

Intensitas kemunculan dalam tahun 2013 yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan yang tidak ada kemunculan dimana tahun 2013 kemunculan Spread F hanya terdapat 244 kemunculan yaitu pada bulan Juni sedangkan tidak ada kemunculan presentasinya sangat tinggi yaitu 3063 data, juga tertinggi pada bulan Juni. Pada tahun 2013 tingkat kemunculan spread F terdapat 612 (32%) dari total 3 tipe spread F yang ada kemunculan sehingga dari total seluruh data dalam tahun 2013 terlihat pada Gambar 5 terdapat 68 % data kejadian spread F tidak ada kejadian dan data kosong dimana Gambar 1 menunjukkan bulan Januari dan Desember tidak ada kejadian spread F dan pada awal tahun bulan Februari dan Maret kejadian spread F sangat sedikit.



Gambar 6. Total data ionogram di atas Kupang tahun 2014



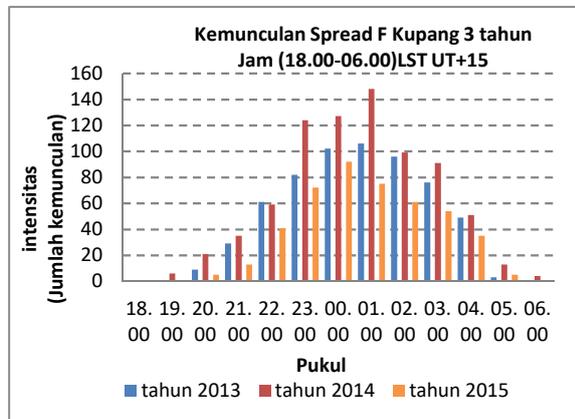
Gambar 7. Total data ionogram di atas Kupang tahun 2015

Intensitas kemunculan spread F pada tahun 2014 dilihat pada Gambar 6 dengan kemunculan tertinggi dari bulan Maret, Mei sampai Juli dan maksimum pada bulan Juni yaitu terdapat 329 kemunculan dan minimum pada akhir tahun yaitu pada bulan November, Desember dan pada bulan Januari dan April. Namun hasil tersebut tak sebanding dengan data yang tidak ada kejadian spread F dimana data kejadian yang tidak ada kemunculan spread F tertinggi pada bulan Maret yaitu 2482 datadan terendah pada bulan November dan Desember.

Tahun 2015 banyaknya kejadian spread F hanya terdapat 8 bulan saja yaitu dari bulan Januari sampai bulan Agustus dan bulan berikutnya sampai bulan Desember data kejadian spread F kosong. Maksimum kemunculannya spread F pada bulan Juli yaitu ada 176 kejadian dan minimumnya pada bulan Februari yaitu 9 kejadian. Sedangkan data yang tidak ada kejadian spread F maksimum

pada bulan Maret yaitu 2216 data dan terendah pada bulan Agustus terdapat 81 data.

Data kemunculan spread F di Kupang untuk tahun 2013, 2014 dan 2015 pada awal malam sampai akhir malam ditampilkan pada Gambar 8.

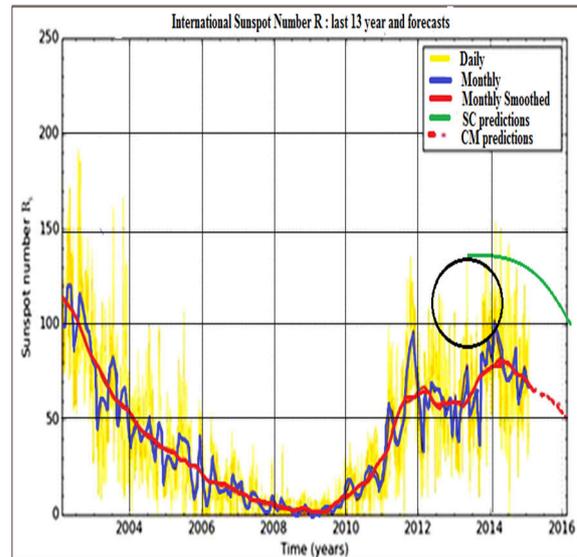


Gambar 8. Kemunculan spread F dari awal malam (18.00-00.00) LST sampai dengan akhir malam (00.00-06.00) LST

Data ada kemunculan spread F pada awal dan akhir tahun sangat minimum kejadiannya dibandingkan dengan kemunculan spread F pada pertengahan tahun yaitu dari Maret sampai Agustus dibagi dengan keseluruhan jam kejadian (24 jam) perbulan. Hal dipengaruhi oleh salah satu faktor yaitu fluktuasi sering terjadinya pemadaman listrik sehingga mempengaruhi Alat Pengamatan dalam merekam data. Kemunculan tipe *range* spread F maksimum terjadi pada waktu tengah malam seperti tampak Gambar 8 yaitu intensitas kemunculan dari jam 22.00-03 LST.

Intensitas kemunculan spread F tertinggi di tahun 2014 dengan banyak kemunculan 148 kejadian pada pukul 01.00 LST dan kemunculan terendah pada pukul 06.00 LST dan dan pukul 18.00 LST tidak ada kemunculan. Pada tahun 2013 intensitas kemunculan tertinggi pada pukul 01.00 LST dengan banyak kemunculan 106 kejadian dan kemunculan terendah terjadi pada pukul 05.00, dan juga pada awal malam pukul 18.00-19.00 LST tidak ada kemunculan. Sedangkan pada tahun 2015 intensitas kemunculan tertinggi pada pukul 00.00 LST dengan maksimumnya kemunculan 102 kejadian sedangkan kemunculan terendah pada pukul 20.00 LST dan 05.00 LST yaitu hanya 5 kejadian dan pada pukul 18.00-19.00 LST dan 06.0

Pada siklus matahari ke 24 yang terlihat pada gambar 9 seperti pada gambar puncak matahari berpuncak pada tahun 2013 tetapi aktivitas matahari masih rendah atau puncak siklus matahari terlemah dimana disatu fase siklusnya terdapat sedikit sekali bintik matahari tetapi aktivitas matahari maksimum pada bulan Mei sehingga tampak pada data Gambar 1 yang menunjukkan kemunculan spread F paling banyak mulai dari bulan Mei sampai bulan Agustus artinya kandungan elektron pada malam hari di bulan-bulan tersebut terjadi peningkatan tetapi hal ini berbeda dimana indonesia berada di daerah lintang rendah artinya kemunculan spread F tertinggi terjadi pada bulan ekuinoks.



Gambar 9. Siklus matahari ke 24 dengan puncak berada pada tahun 2013.

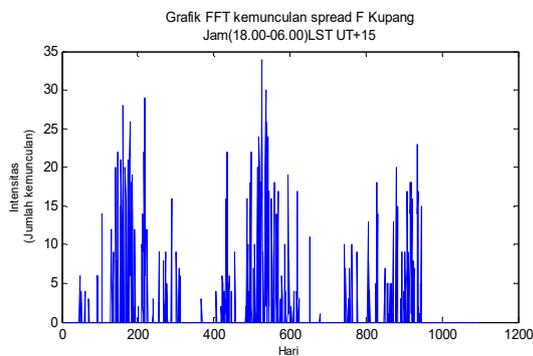
Pada saat matahari maksimum akan terjadi *flare* yang lebih sering dan lebih kuat dibandingkan pada saat matahari minimum, sehingga gangguan medan magnet bumi pada matahari maksimum juga semakin besar. Apabila medan magnet bumi terganggu maka ionosfer juga akan terganggu [14]

### Kemunculan Spread F dengan metode FFT

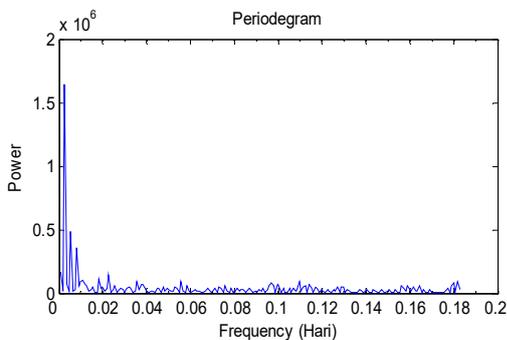
Hasil pengolahan data kemunculan spread F yang sudah diklasifikasi berdasarkan harian dilanjutkan analisis dengan metode FFT pada software software Matlabselama 3 tahun (2013-2015). Gambar 10 merupakan bentuk sinyal dari data kejadian Spread F di atas Kupang. Sumbu *x* menyatakan Hari selama 3 tahun sedangkan sumbu *y* menyatakan data

intensitas atau jumlah kemunculan. Terlihat pada grafik diperoleh data kejadian Spread F harian yang tertinggi mencapai 34 pada hari 525 yaitu pada bulan Juni 2014, dan terendah adalah 1 kemunculan yaitu pada hari ke 679 atau pada bulan November 2014.

Pada Gambar 11 merupakan hasil pemplotan frekuensi dan amplitudonya (*power*) berdasarkan hasil plotting besarnya jumlah kemunculan perhari guna mendapatkan hasil transformasi dari waktu menjadi frekuensi sehingga frekuensi kemunculan spread F yang diperoleh dalam 3 tahun tersebut dengan rentang frekuensi tertinggi 0,1 sampai 0,2 perhari.



Gambar 10. Grafik FFT kemunculan spread F di atas Kupang



Gambar 11. Periodegram kemunculan spread F di atas Kupang

Menurut Husni [15] tahun 2014 penurunan frekuensi rata-rata terjadi pada sore hari dan dini hari seiring berkurangnya aktivitas matahari dan aktivitas matahari menjadi faktor utama terjadinya peningkatan atau penurunan nilai frekuensi kritis dan juga variasi ketinggian di lapisan F ionosfer dimana Spread F terjadi karena perubahan ketinggian lapisan ionosfer di lintang rendah saat matahari terbenam dimana Indonesia berada di daerah lintang rendah.

Peran lapisan Es (E sporadic) dalam pembentukan spread F dalam Martiningrum [1] menunjukkan bahwa ketidakstabilan Lapisan E lemah apabila selama terjadi spread F di bulan-bulan ekuinoks sebaliknya jika terjadi peningkatan spread F pada bulan-bulan selain bulan ekuinoks maka lapisan Es sangat tinggi. Oleh karena itu dalam hasil penelitian Arien menunjukkan bahwa variasi kejelasan Es di atas Kupang sangat tinggi di bulan Mei sampai September sedangkan pada bulan-bulan ekuinoks intensitas kejadiannya sangat rendah. Sehingga terlihat jelas pada grafik kemunculan spread F selama 3 tahun tersebut, intensitas kemunculan spread F maksimum terjadi pada bulan selain bulan-bulan ekuinoks.

## SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang di peroleh dapat ditarik kesimpulan bahwa intensitas kemunculan spread F di Atas Kupang berdasarkan tipe kemunculan, maksimum terjadi pada tahun 2014 yaitu pada bulan Juni dengan tipe spread F campuran (*mix*), tahun 2013 dengan tipe spread F frekuensi pada bulan Juni dan minimum pada tahun 2015 yaitu kejadian dengan tipe spread F *range* (ketinggian) pada bulan Juli dengan rentang waktu kemunculan spread F untuk 3 tahun dan maksimum penyebaran pada tengah malam (22.00-03.00)LST. Selain itu, kemunculan spread F pada rentang waktu 3 tahun adalah pada periode bulan Mei hingga Agustus dengan maksimum kemunculan pada bulan Juni dengan tipe kemunculan frekuensi dimana pada periode bulan-bulan tersebut terjadi aktivitas matahari sangat kuat seperti *flare* dan lontaran massa koronal yang menimbulkan adanya gangguan geomagnetik terhadap medan magnet bumi. Apabila medan magnet bumi terganggu maka ionosfer ikut terganggu dan mengalami ketidakaturan sehingga terlihat jelas secara kualitatif pada data grafik kejadian spread F. Berdasarkan grafik presentase kemunculan spread F menunjukkan bahwa intensitas kejadian spread F di atas kupang sangat minimum dibagi dengan total data ionogram yang ada.

## DAFTAR PUSTAKA

- 1 Tarigan M, Muslim B. Variasi Ketinggian Lapisan F Ionosfer Pada Saat Kejadian Spread F Seminar

- Nasional Penelitian, Pendidikan, Dan Penerapan Mipa. Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta. Pp 487–92.
- 2 Pujiastuti, Dwi, Taufiqurrahman E, Saragih Rd, Daniati S, Mustafa B. Analisis Karakteristik Frekuensi Kritis ( Fof2 ), Ketinggian Semu ( H ' F ) Dan Spread F Lapisan Ionosfer Pada Kejadian Gempa Pariaman 30 September 2009 Analysis Of Ionospher ' S F-Layer Critical ( Fof2 ), F Layer Anomaly ( H ' F ) And Spread F Ionsphere Proc. Semirata 2015. Pp 279–93.
- 3 Dear V. 2010. Komunikasi Data Menggunakan Radio Hf Moda Olivia Pada Saat Terjadi Spread-F. Berita Dirgantara. **11**(1): 6.
- 4 Santoso A. 2007. Studi Pengaruh Spread F Terhadap Gangguan Komunikasi Radio. Majalah Sains Dan Teknologi Dirgantara. **2**(3): 117.
- 5 Miller, C.A., W.E. Swartz, M.C Kelly M, Mendillo, D. Nottingham Js Dan B, Reinish. 1997. Electrodynamics Of Midlatitude Spread F:1. Observations Of Unstable, Gravity Wave-Induced Ionospheric Electric Field At Tropical Latitudes. J. Geophys. **102**(No. A6): 11521.
- 6 J R. 1973. Influence Of Spread-F On Hf Radio System, Agard Conference Proceedings On Radio System And The Ionosphere,. (No. 173): 26.
- 7 Jayachandran Pt, Ram Ps, Somayajulu V V, Rao Pv sr. 1997. Effect Of Equatorial Ionization Anomaly On The Occurrence Of Spread-F. Annales Geophysicae. **15**(2): 255.
- 8 Dabbas, R.S., D.R. Lakshmi And Bm, Reddy. 1998. Day-To-Day Variability In The Occurrence Of Equatorial And Low-Latitude Scintillations In The Indian Zone. Radio Sci. **33**(1): 89.
- 9 Groves, K.M., S. Basu, E.J. Weber M, Smithan, H. Kuenzler, C.E. Valladares R, Sheehan, E. Mackenzie, J. A. Secan P, Ning, W.J Mcneill, D.W. Moonan Mj, Kendra. 1997. Equatorial Scintillation And System Support. Radio Science. **32**(N0.5): 2047.
- 10 Shimazaki T. 1962. A Statistical Study Of Occurrence Probability Of Spread F At High Latitudes. Journal Of Geophysical Research (1896-1977). **67**(12): 4617.
- 11 Maruyama T, Matuura N. 1984. Longitudinal Variability Of Annual Changes In Activity Of Equatorial Spread F And Plasma Bubbles. Journal Of Geophysical Research: Space Physics. **89**(A12): 10903.
- 12 Martiningrum Dr. 2012. Koping Antara Lapisan E Dan Lapisan F Ionosfer. Berita Dirgantara. **13**(3): 73.
- 13 Ednofri, Saito S, Otsuka Y. 2013. Studi Variasi Musiman Kemunculan Plasma Bubble Gps Sintilasi Di Atas Kototabang [ Study On Seasonal Variation Of Plasma Bubble Occurrences Observed By Gps Scintillation And Airglow Measurements Over Kototabang ]. Jurnal Sains Dirgantara. **11**(1): 49.
- 14 Muslim B, Saroso S, Liong Th. 2001. Variabilitas Harian Equatorial Spread F Di Atas Biak (01 Ls, 135 Bt). Kontribusi Fisika Indonesia. **12**(3): 81.
- 15 Husni H, Warsito A, Husin A. 2017. Analisis Variasi Frekuensi Kritis Dan Ketinggian Lapisan Ionosfer Di Atas Kupang. Jurnal Fisika Sains Dan Aplikasinya. **2**(2): 85.