

*Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA
Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, 16 Mei 2009*

RESPON IONOSFER TERHADAP GERHANA MATAHARI 26 JANUARI 2009 DARI PENGAMATAN IONOSONDA

Septi Perwitasari dan Buldan Muslim

Bidang Ionosfer dan Telekomunikasi Pusat pemanfaatan Sains Antariksa

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

Jl. Dr. Junjunan 133 Bandung 40173

Email: septiperwitasari@yahoo.com

Abstrak

Adanya peristiwa gerhana matahari tanggal 26 Januari 2009 yang melewati pulau Sumatera, Jawa dan Kalimantan merupakan kesempatan untuk mempelajari respon ionosfer terhadap terjadinya gerhana. Pengamatan dilakukan di 3 tempat menggunakan ionosonda yaitu dari Kotatabang, Pontianak dan Pameungpeuk. Gerhana terjadi mulai pukul 15:20 LT dan berakhir pukul 17:50 LT dengan puncak gerhana pada pukul 16:40 LT. Hasil dari pengamatan ionogram memperlihatkan (i) terlihatnya lapisan F1 yang pada hari biasa tertutup oleh lapisan E, (ii) tidak terjadinya kenaikan ketinggian dasar lapisan F (h'F) dan (iii) terjadinya penurunan foF2 pada saat terjadi gerhana sekitar pukul 16:00 LT sebesar ~2 MHz dari pengamatan ionosonda Pontianak dan ~0.5 Mhz dari ionosonda Kotatabang. Terlihatnya lapisan F1 pada saat terjadi gerhana merupakan efek dari berkurangnya intensitas radiasi matahari yang diterima, menyebabkan laju ionisasi berkurang sehingga kerapatan elektron di lapisan E berkurang. Berkurangnya kerapatan elektron di lapisan E ini menyebabkan sinyal dari ionosonda yang biasanya diserap dan atau dipantulkan oleh lapisan E dapat diteruskan dan dipantulkan oleh lapisan F1. Gerhana matahari 26 Januari 2009 tidak menyebabkan kenaikan h'F dikarenakan gravitasi bumi masih lebih dominan dibandingkan dengan gaya gravitasi bulan sehingga lapisan F tidak tertarik keatas. Nilai foF2 sebanding dengan kerapatan elektron di lapisan F sehingga penurunan intensitas radiasi menyebabkan penurunan foF2.

Kata kunci: *Gerhana Matahari, Ionosfer*

PENDAHULUAN

Ionosfer adalah bagian atmosfer bumi yang berada pada ketinggian sekitar 50 sampai 600 km dan terdiri dari ion-ion dan elektron-elektron (*McNamara, 1991*). Ionosfer terbentuk ketika *Extreme Ultra Violet* (EUV) dari matahari mengenai atom netral di atmosfer dan energi EUV ditransfer ke elektron atom sehingga elektron dapat melepaskan diri dari atom dan menjadi elektron bebas (*Kondrate'ev (Ed.), 1973*). Atom netral tersebut menjadi bermuatan positif dan dikenal sebagai ion positif. Lapisan yang melingkupi bumi yang terdiri dari ion-ion dan electron-elektron inilah yang kemudian diberi nama ionosfer.

Karena intensitas radiasi EUV bervariasi panjang gelombangnya dan atmosfer terdiri dari berbagai macam atom dan molekul (O₂, He, N, NO) maka ionosfer terbagi menjadi 4 lapisan yang berbeda dengan ketinggian yang berbeda juga. Lapisan pertama disebut lapisan D yang berada pada ketinggian sekitar 50-90 km. Pada ketinggian sekitar 100 km terdapat lapisan E, sedangkan lapisan F yang terbagi menjadi lapisan F1 dan F2 berada pada ketinggian 150-600 km. Pada malam hari, laju rekombinasi lebih dominan dari ionisasi sehingga lapisan D,E dan F1 hampir semuanya menghilang tetapi lapisan F2 dapat bertahan.

Pengamatan ionosfer dilakukan dengan menggunakan ionosonda, di mana alat ini memancarkan frekuensi radio sekitar 2-22 MHz (*David, 1998*). Dengan memancarkan frekuensi pada rentang ini dan mengukur waktu yang diperlukan untuk setiap pantulan frekuensi maka dapat diperkirakan kerapatan elektron dan ketinggian setiap lapisan ionosfer. Frekuensi terendah dimana gelombang dapat menembus lapisan ionosfer atau frekuensi tertinggi yang masih dapat dipantulkan ionosfer disebut frekuensi lapisan F2 ionosfer (foF2). Frekuensi kritis foF2 ini sebanding dengan kerapatan elektron maksimum ionosfer.

Ionosfer juga sering disebut sebagai satelit alam karena kemampuannya dalam memantulkan gelombang radio HF (3-30 MHz). Hal ini menjadikan gelombang HF banyak digunakan dalam bidang komunikasi di daerah-daerah maupun dalam bidang pertahanan dan keamanan. Apabila terjadi perubahan kerapatan elektron di ionosfer maka akan terjadi gangguan komunikasi HF. Perubahan kerapatan ionosfer dapat disebabkan oleh aktivitas matahari, geomagnet dan gelombang gravitasi atmosfer.

Peristiwa gerhana matahari tanggal 26 Januari 2009 yang melewati pulau Sumatera, Jawa dan Kalimantan memberikan kesempatan untuk mempelajari mengenai respon ionosfer terhadap terjadinya gerhana. Gerhana matahari terjadi mulai pukul 15:20 LT dan berakhir pada pukul 17:15 LT dengan puncak gerhana pada pukul 16:40 LT. Pengamatan respon ionosfer dilakukan dari ionosonda Kotatabang (0.2°S, 100.32°E), Pontianak (0°, 109.25° E) yang memancarkan frekuensi dari 2-19.95 MHz, dan Pameungpeuk dengan frekuensi 2-22.6 MHz.

Pada saat terjadi gerhana, posisi bulan berada diantara matahari dan bumi sehingga hal ini menyebabkan radiasi dari matahari terhalang. Dengan terhalangnya radiasi matahari sampai ke atmosfer bumi akan memberikan pengaruh terhadap proses ionisasi di ionosfer sehingga akan mempengaruhi kerapatan elektronnya.

Tulisan ini membahas respon ionosfer terhadap gerhana matahari dengan melihat parameter-parameter yang terukur pada ionogram. Parameter-parameter yang diamati adalah parameter standar ionogram yaitu $h'F$ dan $foF2$ yang masing-masing menyatakan ketinggian lapisan F dan frekuensi kritis lapisan F2 ionosfer.

DATA DAN METODOLOGI

Pengamatan ionosfer dilakukan dengan ionosonda dari tiga tempat yaitu dari Kotatabang, Pontianak dan Pameungpeuk. Posisi ketiga ionosonda tersebut berada di daerah yang dilewati oleh gerhana tanggal 26 Januari 2009. Data yang diambil adalah data ionogram bulan Januari 2009 terutama untuk tanggal 25 (sebagai *control day*) dan 26 Januari 2009.

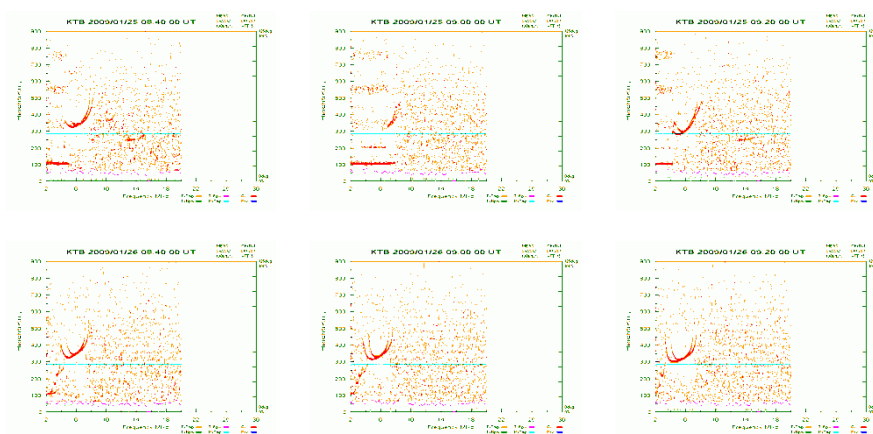
Data ionosfer hasil pengamatan ionosonda berupa ionogram yang kemudian discaling untuk menentukan parameter-parameter yang merepresentasikan informasi di lapisan-lapisan ionosfer. Parameter-parameter yang digunakan adalah ketinggian lapisan F dan frekuensi kritis lapisan F ($h'F$ dan $foF2$).

Data parameter $h'F$ dan $foF2$ bulan Januari dihitung median untuk tiap-tiap jam (LT) untuk satu bulan. Ionogram dari Kotatabang dihitung median untuk $h'F$ dan $foF2$, sedangkan untuk ionogram dari Pontianak dan Pameungpeuk hanya dapat dihitung median untuk $foF2$ saja karena keterbatasan data pengamatan yang telah discaling.

Untuk melihat pengaruh penurunan intensitas radiasi EUV yang disebabkan terjadinya gerhana maka kedua parameter ionogram tersebut pada tanggal 25 dan 26 Januari di bandingkan dengan median bulannya. Dengan melihat turun/naiknya parameter yang dibandingkan dengan hari sebelum gerhana maupun dengan mediannya maka akan diperoleh informasi mengenai respon ionosfer terhadap gerhana matahari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data ionosfer yang akan diamati adalah data ionosfer dari ionosonda Kotatabang dan Pontianak. Data diambil pada tanggal 25 dan 26 Januari 2009. Tanggal 25 dianggap sebagai *control day* dan tanggal 26 merupakan hari terjadinya gerhana.



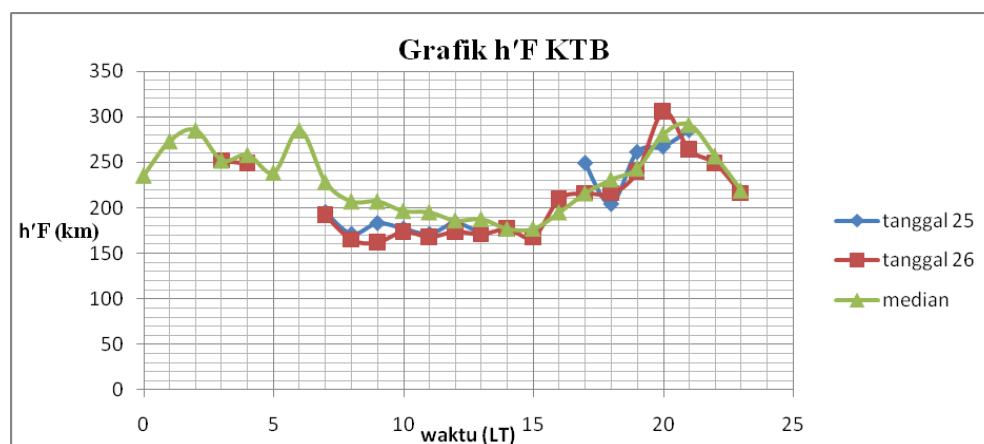
Gambar III-1. Perbandingan ionogram Kotatabang pada 25 Januari 2009 (atas) dan 26 (bawah) Januari 2009 pada pukul 15:40-16:40 LT

Gambar III-1 menunjukkan perbandingan ionogram pada 15:40 LT yaitu saat dimulainya gerhana sampai 16:40 LT sebagai puncak terjadinya gerhana. Pada tanggal 25 tampak munculnya lapisan E yang menutupi lapisan F1 sehingga hanya muncul lapisan F2 pada ionogram. Sedangkan pada tanggal 26 tampak muncul lapisan F1 dan F2 dan lapisan E yang sudah ada sebelum terjadi gerhana menjadi semakin tipis seiring terjadinya gerhana dan menghilang pada saat gerhana mencapai puncak.

Kemunculan lapisan F1 pada tanggal 26 ini merupakan efek gerhana dimana radiasi dari matahari terhalang menyebabkan ionisasi di lapisan E berkurang sehingga menyebabkan kerapatan elektron berkurang di lapisan tersebut. Berkurangnya kerapatan elektron di lapisan tersebut menyebabkan sinyal dari ionosonda yang pada hari biasa dipantulkan dan atau diserap oleh lapisan E dapat dipantulkan oleh lapisan F1.

III.1 Efek pada Lapisan F

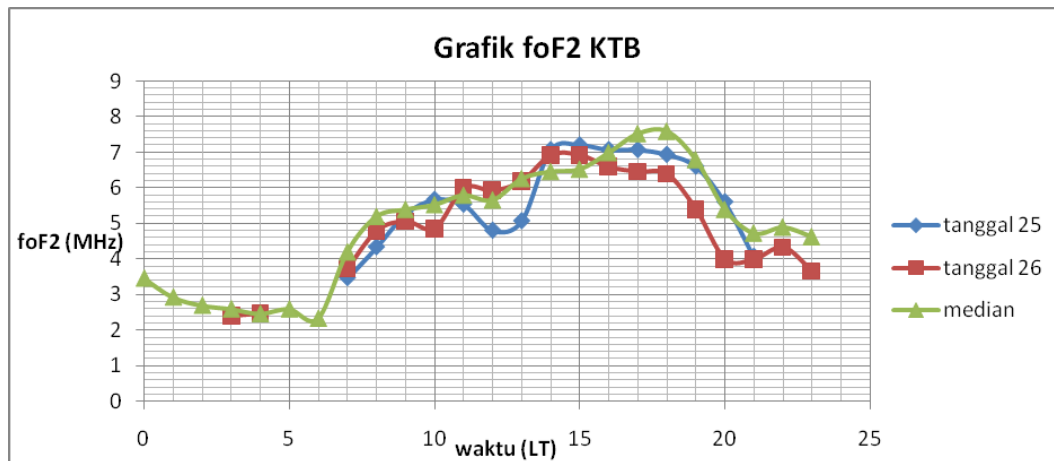
Untuk mempelajari efek gerhana terhadap lapisan F maka parameter yang paling representatif untuk dikaji adalah $h'F$ yang merupakan ketinggian awal lapisan F dan foF_2 yang merupakan frekuensi maksimum yang dipantulkan oleh ionosfer. Variasi $h'F$ dan foF_2 dari ionosonda Kotatabang pada tanggal 25 dan 26 Januari ditunjukkan oleh grafik pada Gambar III-2.



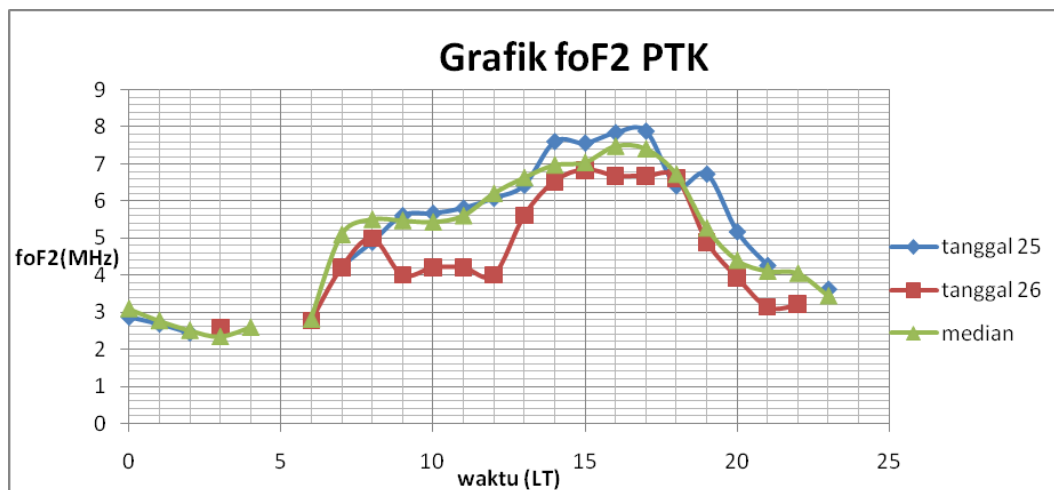
Gambar III-2. Grafik variasi $h'F$ pada tanggal 25 dan 26 Januari 2009 dibandingkan dengan mediannya untuk ionogram Kotatabang.

Pada grafik h'F tidak tampak adanya kenaikan ketinggian yang signifikan pada saat terjadi gerhana. Hal ini kemungkinan besar disebabkan karena pengaruh gaya gravitasi bumi masih lebih dominan dibanding gaya gravitasi bulan. Apabila efek gaya gravitasi bulan saat gerhana signifikan maka akan terjadi kenaikan ketinggian lapisan ionosfer tersebut tetapi dalam kasus ini tidak terjadi adanya kenaikan lapisan atmosfer sehingga bisa disimpulkan bahwa pengaruh perubahan gaya gravitasi pada ionosfer karena adanya gerhana matahari bulan sangat kecil.

Dari perbandingan foF2 dari ionogram Kotatabang pada Gambar III-3 tampak adanya penurunan foF2 pada saat terjadi gerhana dibanding hari biasa dan median. Penurunan frekuensi ini dimulai pada saat terjadi gerhana pukul 15:15 LT. Pola penurunan foF2 ini juga terlihat dari grafik foF2 dari ionogram Pontianak dan Pameungpeuk pada Gambar III-4 dan III-5

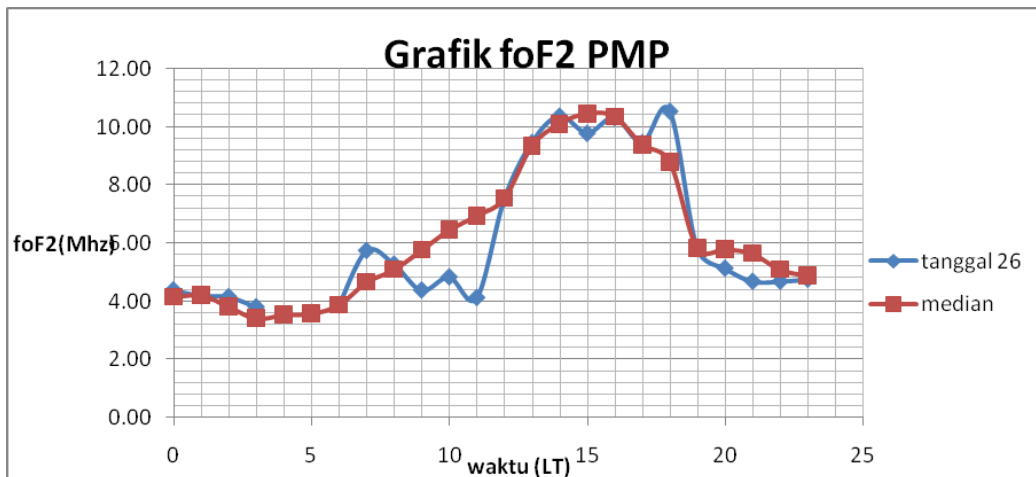


Gambar III-3. Grafik perbandingan foF2 tanggal 25 dan 26 Januari dengan median bulanan untuk ionogram Kotatabang.



Gambar III-4. Grafik perbandingan foF2 tanggal 25 dan 26 Januari dengan median untuk ionogram Pontianak.

Dari grafik foF2 Kotatabang terjadi penurunan frekuensi ~ 0,5 MHz dari hari biasa (tanggal 25), dari grafik foF2 Pontianak terjadi penurunan frekuensi sebesar ~ 2 MHz sedangkan dari grafik Pameungpeuk mengalami penurunan sebesar ~0,5 Mhz



Gambar III-5. Perbandingan foF2 pada tanggal 26 Januari 2006 dengan mediannya dari ionogram Pameungpeuk.

Frekuensi maksimum yang dapat dipantulkan oleh lapisan F (foF2) sebanding dengan kerapatan elektron pada lapisan tersebut. Sehingga penurunan foF2 mengindikasikan penurunan kerapatan elektron yang disebabkan oleh penurunan jumlah intensitas radiasi yang diterima lapisan ini.

Penurunan foF2 ini akan berakibat pada komunikasi radio HF dimana penurunan foF2 akan berakibat pada penurunan MUF (*Maximum Usable Frequency*) yaitu frekuensi maksimum yang dapat digunakan. Perubahan MUF ini akan menyebabkan frekuensi tertentu tidak dapat digunakan pada saat terjadi gerhana tersebut sehingga akan mempengaruhi komunikasi yang sedang dijalankan. Sebagai contoh, untuk wilayah Kalimantan Barat berdasarkan data foF2 Pontianak, frekuensi maksimum yang dapat digunakan pada hari biasa pukul 16:00 LT adalah sekitar 7 MHz atau band 40 meter, tetapi dengan penurunan foF2 sampai sekitar 2 MHz maka frekuensi sekitar 7 MHz yang sebelumnya dapat digunakan menjadi tidak dapat digunakan dan pengguna radio amatir perlu berpindah frekuensi ke frekuensi yang lebih rendah yaitu frekuensi 3,8 MHz atau band 80 meter.

KESIMPULAN

Gerhana matahari sebagian yang melewati beberapa wilayah Indonesia bagian barat menyebabkan keadaan ionosfer berbeda dari kondisi pada hari biasa. Perbedaan itu terlihat dari pengamatan ionogram dari 3 wilayah yaitu Kotatabang, Pontianak dan Pameungpeuk. Hasil dari pengamatan ionogram memperlihatkan (i) terlihatnya lapisan F1 yang pada hari biasa tertutup oleh lapisan E, (ii) tidak terjadinya kenaikan ketinggian dasar lapisan F (h'F) dan (iii) terjadinya penurunan foF2 pada saat terjadi gerhana sekitar pukul 16:00 LT sebesar ~2 MHz dari pengamatan ionogram Pontianak dan ~0,5 Mhz dari ionogram Kotatabang. Terlihatnya lapisan F1 pada saat terjadi gerhana merupakan efek dari berkurangnya intensitas radiasi matahari yang diterima, menyebabkan laju ionisasi berkurang sehingga kerapatan elektron di lapisan E berkurang. Berkurangnya kerapatan elektron di lapisan E ini menyebabkan sinyal dari ionosonda yang biasanya diserap dan atau dipantulkan oleh lapisan E dapat diteruskan dan dipantulkan oleh lapisan F1. Gerhana matahari 26 Januari 2006 tidak menyebabkan kenaikan h'F dikarenakan gravitasi bumi masih lebih dominan dibandingkan dengan perubahan gaya gravitasi karena adanya gerhana matahari sehingga lapisan F tidak tertarik keatas. Nilai foF2 sebanding dengan kerapatan elektron di lapisan F sehingga penurunan intensitas radiasi menyebabkan penurunan foF2. Penurunan foF2 paling besar terjadi di atas Pontianak karena wilayah tersebut paling terakhir dilalui gerhana matahari sehingga efek gerhana matahari paling besar di daerah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Sidharan,R., devasia, C.V., Jyoti, N., Tiwari Diwakar,Viswanathan, K.S., and Subbarao, K.S.V. , 2002: Effects of Solar Eclipse on the Electrodynamic Processes of the Equatorial Ionosphere: a Case Study during 11 August 1999 Dusk Time total Solar Eclipse Over India, *Annales Geophysicae*.
- Mcnamara, L.F. *The Ionosphere: Communications, Surveillance, and Direction Finding*. Krieger Publishing Company, Florida, 1991.
- Davis, Chris. 1998. Basic Theory of Ionosonde, http://www.ukssdc.ac.uk/ionosondes/ionosonde_basics.html diakses pada tanggal 7 Mei 2009.
- Kondrate'ev, K Ya (Ed.), 1973. *Radiation Characteristics of the Atmosphere and Earth's Surface*. Amerind Publishing Co.Pvt.Ltd., New Delhi.