

# KAJIAN AWAL ABSORPSI IONOSFER DENGAN MENGGUNAKAN DATA FMIN (FREKUENSI MINIMUM) DI TANJUNGSARI

Prayitno Abadi

Peneliti Bidang Ionosfer dan Telekomunikasi, LAPAN

Email: prayabadi@bdg.lapan.go.id

## RINGKASAN

Absorpsi ionosfer merupakan gangguan pelemahan sinyal gelombang radio akibat terserapnya energi gelombang tersebut oleh elektron-elektron di lapisan ionosfer, terutama lapisan D. Penyebab utama peningkatan absorpsi ionosfer pada siang hari adalah sinar X *flare* Matahari. Dengan membandingkan data Fmin Ionosonda Tanjungsari dan data kejadian *flare*, kajian awal absorpsi ionosfer telah dapat dilakukan. Pada tanggal 23 Juli 2002, satelit GOES telah mencatat kejadian *flare* kelas X dengan intensitas  $4,8 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2$  pada pukul 07:35 waktu lokal Indonesia Barat. Beberapa menit setelah itu, ionosonda Tanjungsari telah merekam nilai Fmin sebesar 7,6 MHz pada pukul 07:43 waktu lokal Indonesia Barat. Dalam kondisi normal, nilai Fmin berkisar 2 MHz pada rentang pukul 00:00 – 09:00 waktu Indonesia Barat. Dari peristiwa tersebut, dapat diasumsikan ionosfer di atas Tanjungsari telah menyerap frekuensi di bawah 7,6 MHz pada pukul 07:43 waktu lokal Indonesia Barat.

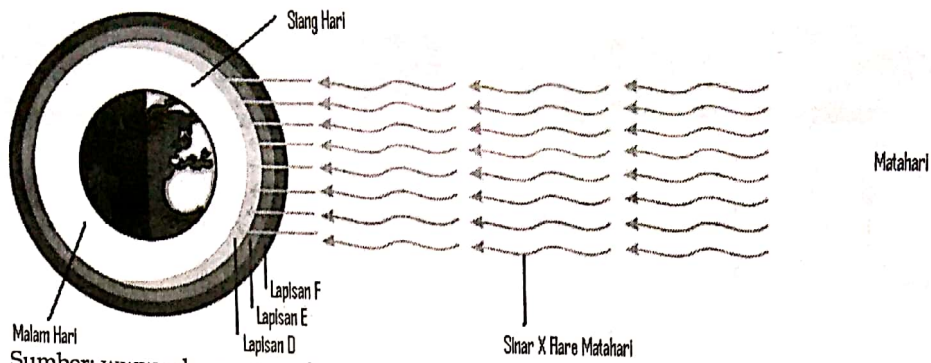
## 1 PENDAHULUAN

Absorpsi ionosfer merupakan gangguan pelemahan sinyal penjaralan *skywave* gelombang radio *high frequency*/HF (3–30 MHz). Absorpsi ionosfer utamanya terjadi ketika gelombang radio melewati lapisan D ionosfer, yaitu lapisan bagian bawah ionosfer. Interaksi antara gelombang radio dan elektron-elektron di lapisan itu menyebabkan perpindahan energi dari gelombang radio menuju elektron yang kemudian menggetarkan elektron-elektron tersebut. Hal ini ditunjukkan dengan berkurangnya kekuatan sinyal gelombang radio.

Seperti penjelasan sebelumnya, absorpsi ionosfer utamanya terjadi di lapisan D. Lapisan ini hanya terbentuk pada saat siang hari. Dalam keadaan tenang, tanpa terjadi badai Matahari, Matahari meradiasikan gelombang elektromagnetik dengan beberapa panjang gelombang, salah satunya gelombang Lyman- $\alpha$  ( $\lambda = 1216 \text{ \AA}$ ). Radiasi gelombang inilah yang mengionisasi molekul-molekul di bagian bawah ionosfer, sehingga terbentuklah lapisan D (Davies, 1965). Oleh karena itu, absorpsi ionosfer selalu terjadi selama terbentuknya lapisan D, yaitu pada siang hari.

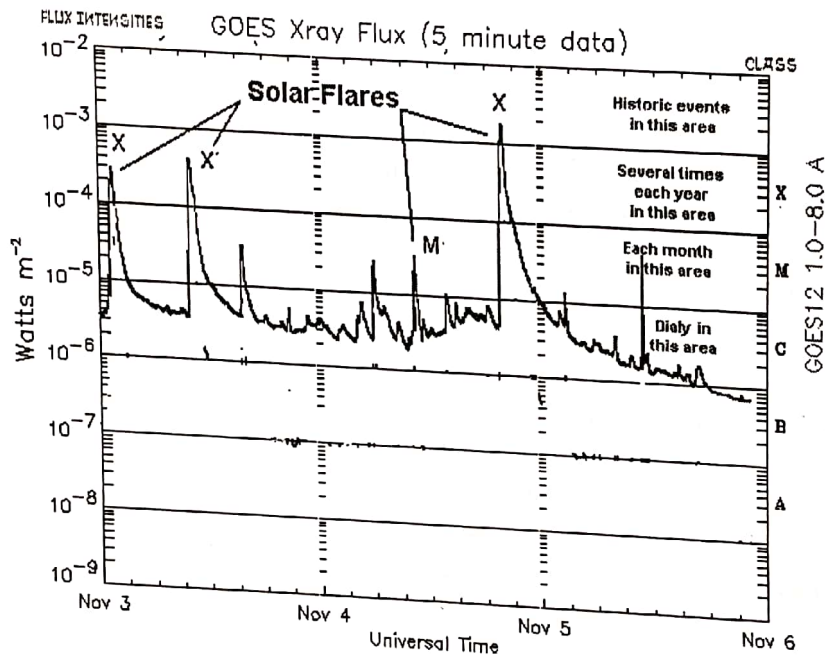
Absorpsi ionosfer berpengaruh pada frekuensi HF bagian bawah. Meskipun demikian, absorpsi ionosfer juga akan mempengaruhi frekuensi HF bagian atas ketika terjadi peningkatan ionisasi yang signifikan di lapisan D. Penyebab utama peningkatan ionisasi di lapisan D adalah radiasi gelombang pendek (0,1–0,8 nm) dari Matahari, yaitu sinar X yang berasal dari *flare*. Tentu saja, peristiwa peningkatan ionisasi karena sinar X *flare* hanya terjadi di belahan bumi yang mengalami siang hari. Sinar X *flare* mampu menembus hingga ke lapisan D, lalu mengionisasi molekul-molekul di lapisan tersebut. Hasil molekul-molekul yang terionisasi adalah terbentuknya ion-ion dan elektron-elektron. Kemudian, jumlah elektron yang meningkat di lapisan D menyebabkan peningkatan absorpsi ionosfer (Sahai *et al.*, 2007). Ilustrasi ionisasi lapisan D ionosfer oleh sinar X *flare* dapat dilihat pada Gambar 1-1.

Berdasarkan besarnya intensitas sinar X yang dideteksi oleh satelit GOES 12, *flare* diklasifikasikan menjadi kelas A, B, C, M, dan X. Setiap kelas mencirikan rentang intensitas sinar X *flare*. Untuk lebih jelasnya, klasifikasi *flare* dapat dilihat pada Gambar 1-2.



Sumber: www.srh.noaa.gov dengan pengubahan

Gambar 1-1: Sinar X flare mampu menembus hingga ke lapisan D ionosfer. Kemudian, sinar X flare mengionisasi molekul-molekul yang ada di lapisan tersebut, dan akhirnya menyebabkan peningkatan absorpsi ionosfer



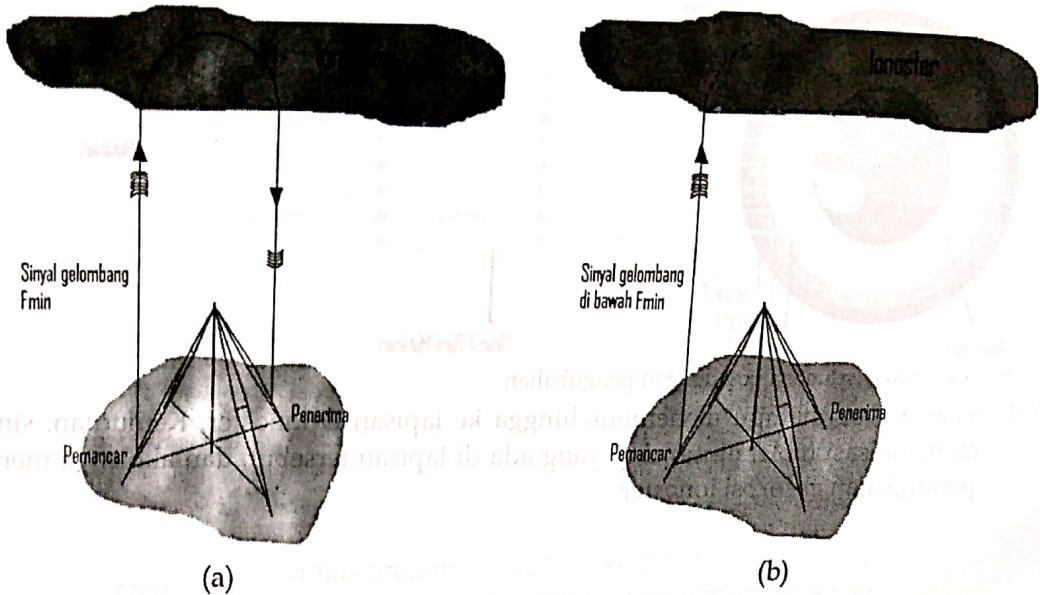
Gambar 1-2 : Satelit GOES 12 milik Amerika Serikat mendeteksi kekuatan intensitas fluks sinar X flare dengan panjang gelombang 0,1-0,8 nm (1-8 Å). Berdasarkan kekuatan intensitas sinar X, flare diklasifikasikan menjadi kelas A, B, C, M, dan X

NOAA/SEC Boulder, CO USA

Besar intensitas sinar X flare mempengaruhi kekuatan absorpsi ionosfer. Menurut Rodrigues *et al.* (2002), flare kelas C ( $1.10^{-6}$ - $1.10^{-5}$  W/ $m^2$ ), M ( $1.10^{-5}$ - $1.10^{-4}$  W/ $m^2$ ), dan X ( $\geq 1.10^{-4}$  W/ $m^2$ ) mampu menyebabkan absorpsi gelombang radio HF di lapisan ionosfer. Flare dengan kelas X, seperti yang terjadi pada 28 Oktober 2003 pukul 11:10 UT, mampu menyebabkan *sudden ionospheric disturbance* (SID), yaitu semua rentang frekuensi HF terabsorpsi oleh ionosfer selama 4 pukul setelah flare terjadi (Sahai *et al.*, 2007).

Ionosonda dapat digunakan untuk monitoring terjadinya absorpsi ionosfer oleh

sinar X flare. Salah satu data atau parameter yang dihasilkan dari ionosonda yang dapat digunakan untuk pengamatan absorpsi ionosfer adalah  $F_{min}$  (frekuensi minimum).  $F_{min}$  merupakan frekuensi terendah yang dipancarkan ionosonda secara vertikal ke atas yang masih dapat dipantulkan oleh lapisan F ionosfer. Frekuensi di bawah  $F_{min}$  akan terserap oleh lapisan-lapisan di bawah lapisan F, terutama lapisan D (Davies, 1965). Gambar 1-3 menunjukkan ilustrasi pemancaran gelombang radio oleh ionosonda.



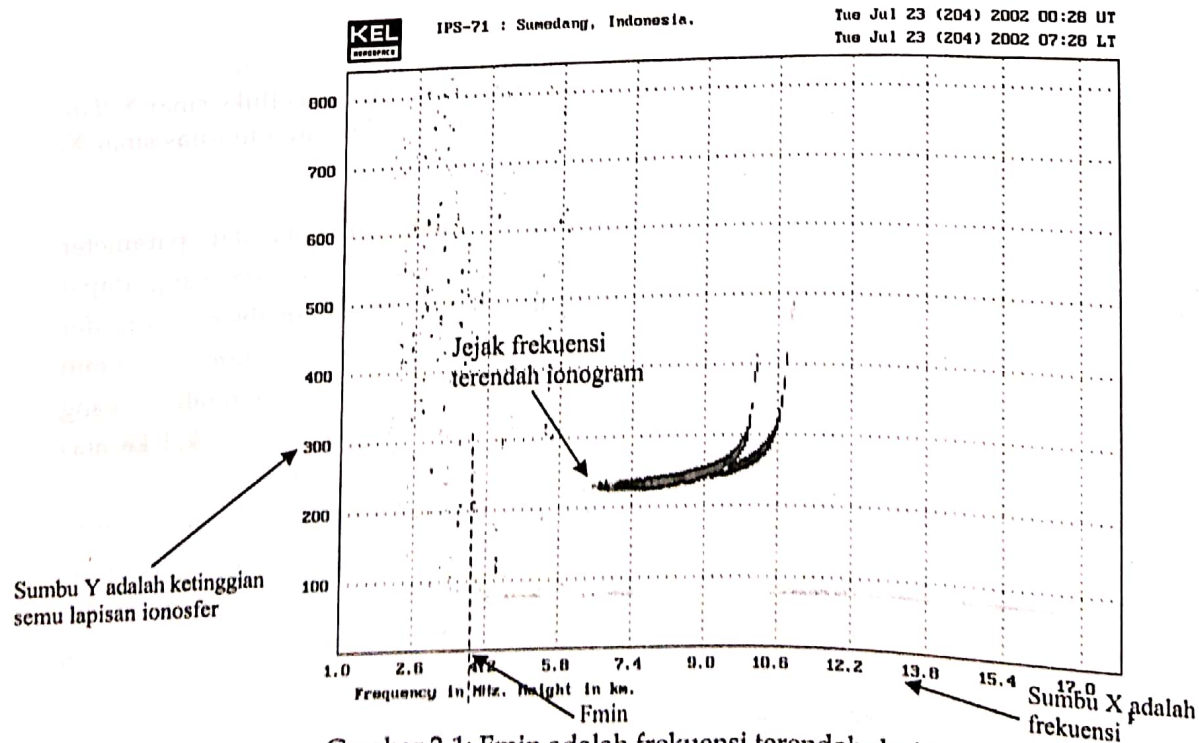
Sumber: www.radtelnetwork.com.au dengan perubahan

Gambar 1-3 Ilustrasi pemancaran gelombang Fmin oleh ionosonda. (a) Frekuensi terendah yang masih dipantulkan oleh lapisan ionosfer adalah Fmin. (b) Frekuensi di bawah Fmin akan terserap oleh lapisan ionosfer

## 2 METODOLOGI

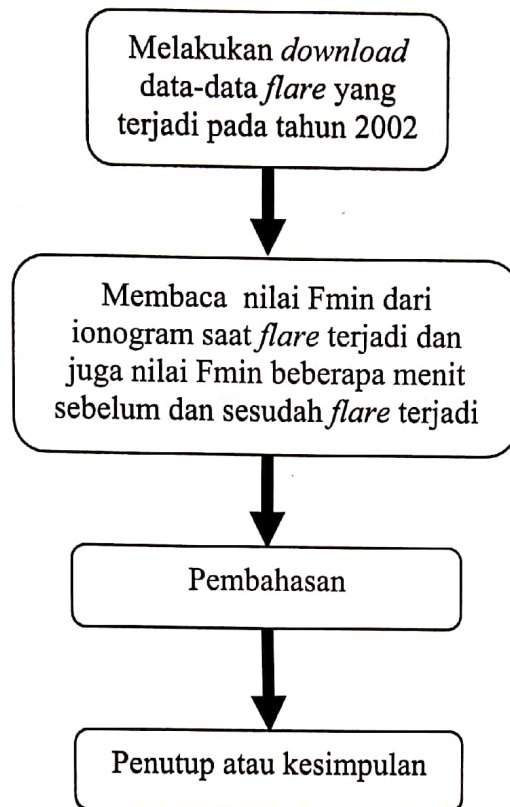
Metode yang digunakan untuk kajian awal absorpsi ionosfer menggunakan data Fmin ionosonda adalah pengamatan atau observasi. Pengamatan absorpsi ionosfer dilakukan dengan melihat data Fmin pada siang hari yang dihasilkan oleh ionosonda Tanjungsari. Ionosonda merekam nilai Fmin dalam bentuk

ionogram (Gambar 2-1). Kemudian, pengamatan terhadap intensitas sinar X flare dilakukan oleh satelit GOES 12. Data-data intensitas fluks sinar X flare dapat diperoleh dari situs <http://spidr.ngdc.noaa.gov/spidr/>. Dengan membandingkan data-data intensitas sinar X flare dengan data Fmin, kajian awal absorpsi ionosfer telah dapat dilakukan.



Gambar 2-1: Fmin adalah frekuensi terendah dari jejak ionogram

Berikut prosedur kajian awal absorpsi ionosfer akibat sinar X *flare*.



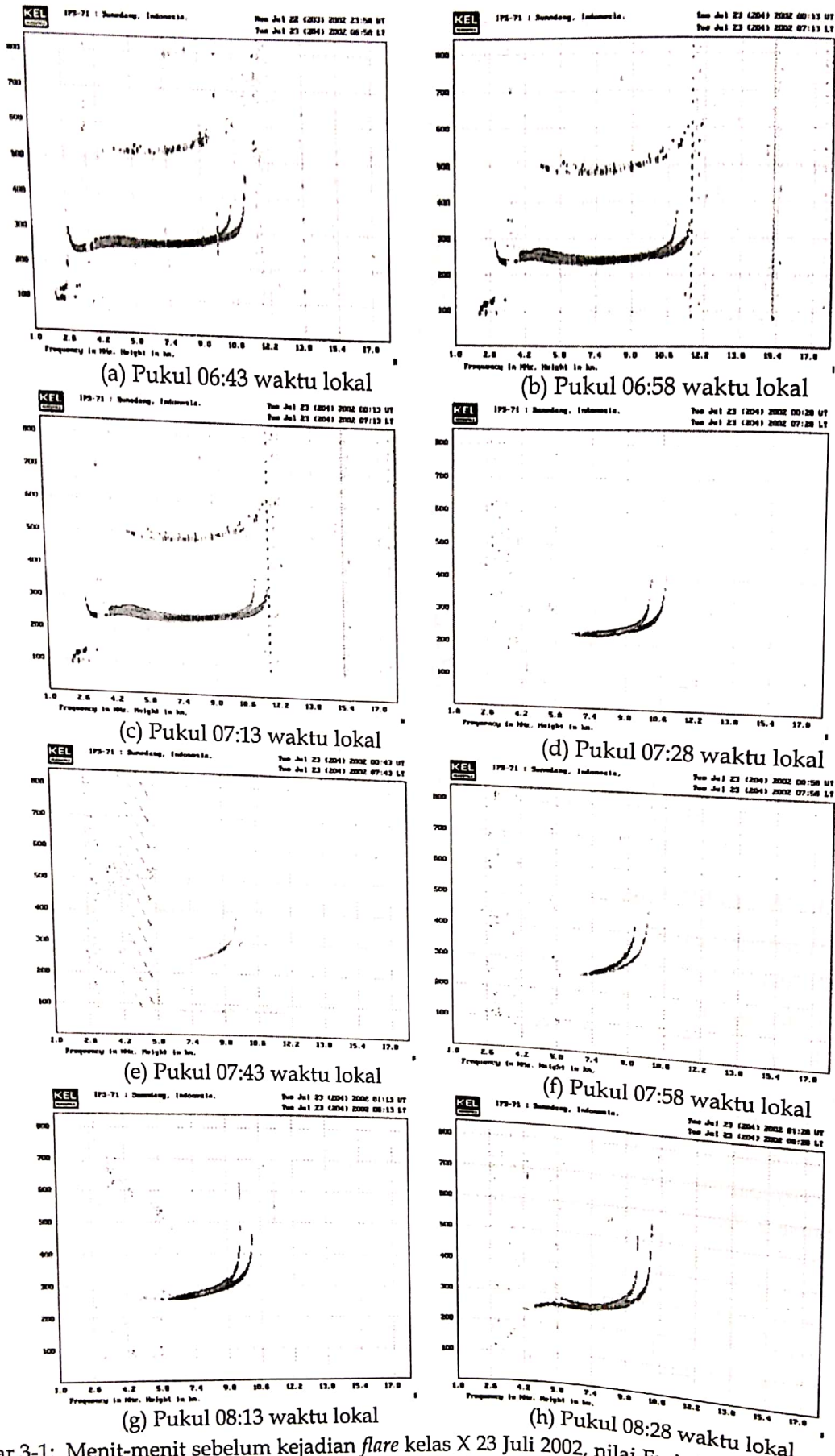
Gambar 2-2: Skema atau prosedur kajian awal absorpsi ionosfer menggunakan data Fmin ionosonda Tanjung Sari

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tanggal 23 Juli 2002 pukul 07:18 – 07:47 waktu lokal Indonesia Barat, terjadi *flare* kelas X di permukaan Matahari. Puncak *flare* terjadi pada pukul 07:35 waktu lokal Indonesia Barat dengan intensitas  $4,8 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2$ .

Sinar X yang dipancarkan dari kejadian *flare* di permukaan Matahari tidak akan langsung menyebabkan peningkatan ionisasi di ionosfer. Sinar X *flare* membutuhkan waktu 8

menit untuk sampai ke ionosfer Bumi. Lalu, sinar X *flare* mengionisasi molekul-molekul di ionosfer. Oleh karena itu, ionosfer di atas Tanjung Sari merespon kejadian *flare* tanggal 23 Juli 2002 setelah beberapa menit *flare* terjadi. Untuk lebih jelasnya, ionogram-ionogram pada Gambar 3-1 akan menunjukkan kenaikan nilai Fmin ionosonda Tanjung Sari setelah *flare* tanggal 23 Juli 2002 terjadi.



Gambar 3-1: Menit-menit sebelum kejadian flare kelas X 23 Juli 2002, nilai Fmin berkisar 2.8 MHz. Saat puncak pada pukul 07:43, yaitu 8 menit setelah puncak flare terjadi. Kenaikan Fmin mencapai 8 MHz. Saat puncak flare terjadi, nilai Fmin mulai kembali turun meskipun nilainya masih lebih besar dibandingkan pukul-pukul sebelum flare terjadi

Data-data Fmin ionosonda Tanjungsari pada tanggal 23 Juli 2002 menunjukkan kenaikan setelah terjadinya *flare* kelas X pada tanggal tersebut. Kenaikan nilai Fmin tercatat pada pukul 07:28 - 07:58 waktu lokal Indonesia Barat. Dari rentang waktu tersebut, ionogram ionosonda Tanjungsari mencatat nilai Fmin mencapai 7,6 MHz pada pukul 07:43. Hal tersebut telah menunjukkan perilaku ionosfer yang tidak biasa setelah terjadinya *flare* kelas X. Dalam kondisi normal, nilai Fmin berkisar 2 MHz pada pukul 00.00 - 09.00 waktu lokal Indonesia Barat.

Peristiwa tersebut menunjukkan bahwa ionosfer di atas Tanjungsari telah merespon *flare* kelas X. Sinar X *flare* kelas X mampu menembus hingga ke lapisan D, lalu mengionisasi molekul-molekul di lapisan tersebut sehingga meningkatkan kerapatan elektron secara signifikan. Oleh karena kerapatan elektron meningkat, absorpsi ionosfer semakin meningkat.

#### 4 PENUTUP

*Flare* kelas X telah terjadi pada tanggal 23 Juli 2002 pukul 07:18 - 07:47 waktu lokal Indonesia Barat. Puncak *flare* terjadi pada pukul 07:35 waktu lokal Indonesia Barat dengan intensitas  $4,8 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2$ . Beberapa menit setelah mulai kejadian *flare* tersebut, ionogram

ionosonda Tanjungsari merekam kenaikan Fmin pada pukul 07:28 - 07:58 waktu lokal Indonesia Barat. Dalam rentang waktu tersebut, kenaikan Fmin tertinggi terjadi pada pukul 07:43 dengan nilai 7,6 MHz.

Berdasarkan peristiwa di atas, dapat diasumsikan bahwa ionosfer di atas Tanjungsari merespon sinar X *flare* kelas X dengan terionisasinya molekul-molekul di ionosfer. Peningkatan ionisasi akan meningkatkan kerapatan elektron sehingga absorpsi meningkat. Akibatnya, nilai Fmin meningkat dibandingkan kondisi normal. Hasilnya adalah frekuensi di bawah 7,6 MHz akan terserap oleh lapisan-lapisan bawah ionosfer, terutama lapisan D, pada pukul 07:43 waktu lokal Indonesia Barat.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Davies, Ken., 1965. *Ionospheric Radio Propagation*. US. Government Printing Office, Washington DC.
- Rodrigues, F. S., et al., 2004. *A Commercial Radio Receiver for Lower Ionosphere Monitoring: Initial Results*. Geofisica International (2004), Vol. 43, Num. 2, pp. 193-198.
- Sahai, Y., et al., 2008. *Unusual Ionospheric Effects Observed during The Intense 28 October 2003 Solar Flare in The Brazilian Sector*. Ann. Geophys., 25, 2497 - 2502, 2007. European Geosciences Union.