



Warta

LAPAN

VOL. 3

NO. 4

DESEMBER 2001

- ANALISIS PERIODISITAS INTENSITAS RADIASI SINAR-X MATAHARI DAN PARAMETER LAPISAN E IONOSFER
Sity Rachyany, Suratno, dan Suprijanto 159 – 163
- KOMPARASI SISTEM STASIUN PELUNCURAN TETAP (FIXED) DAN BERGERAK (MOBILE)
Huspi Nakuiton dan Lutfi Zainuddin 164 – 175
- KAJIAN TENTANG KEABSAHAN UNCOPOUS DALAM PEMBENTUKAN HUKUM ANTARIKSA INTERNASIONAL
Mardjanih dan Diogenes 176 – 188
- TINGKAT PENCEMARAN UDARA NO_x DI JAKARTA PERIODE 1996 – 1998
Siti Apiati, Afif Budiyo, Desy Gusnita 189 – 194
- VERIFIKASI DAN MODIFIKASI MODEL TOTAL ELECTRON CONTENT IONOSFER INTIM-1
Bambang suhandi, Effendi, Asnawi, Nolly AH., Nana S. 195 – 199
- KERUSAKAN HUTAN MANGROVE DI PULAU LOMBOK MENGGUNAKAN DATA LANDSAT-TM DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)
Syarif B., Ratih D., Cecep K., Nining P. 200 – 210

DITERBITKAN OLEH :

LEMBAGA PENERBANGAN DAN ANTARIKSA NASIONAL

Jl. Pemuda Persil No. 1, Jakarta 13220, INDONESIA

| | | | | | |
|-------------|--------|-------|----------------|------------------------|----------------|
| Warta LAPAN | Vol. 3 | No. 4 | Hlm. 159 – 210 | Jakarta, Desember 2001 | ISSN 0126-9754 |
|-------------|--------|-------|----------------|------------------------|----------------|

Analisis Periodisitas Intensitas Radiasi Sinar-X Matahari Dan Parameter Lapisan E Ionosfer

Sity Rachyany, Suratno, dan Suprijanto

Pusat Sains Antariksa, LAPAN

ABSTRACT

The parameter condition of ionospheric E layer is influenced by radiation of solar X-ray. The parameter of ionospheric E layer is indicated by minimum frequency (f_{min}), critical frequency of ionospheric E layer (f_oE) and virtual height of ionospheric E layer ($h'E$). This paper discusses correlation between intensity radiation of solar X-ray (Soft X-ray) with parameter of ionospheric E layer. By analyzing data of ionospheric parameter over Biak (1.11° LS; 136.07° BT) and Soft X-ray during January to June 1993, it is obtained the indication of the greatest influence with the same period (about 6, 11, 15, and 23-33 days) between Soft X-ray and minimum frequency of ionospheric layer.

ABSTRAK

Kondisi parameter lapisan E ionosfer sangat dipengaruhi oleh radiasi sinar-X matahari. Parameter lapisan E ionosfer diindikasikan dengan frekuensi minimum (f_{min}), frekuensi kritis lapisan E (f_oE) dan ketinggian semu lapisan E ($h'E$) ionosfer. Makalah ini mengkaji keterkaitan antara intensitas radiasi sinar-X (Soft X-ray) matahari dengan parameter lapisan E ionosfer. Dengan menganalisis data parameter ionosfer di atas Biak ($1,11^\circ$ LS ; $136,07^\circ$ BT) dan Soft X-ray pada bulan Januari sampai dengan Juni 1993, diperoleh indikasi pengaruh yang paling besar ditunjukkan oleh periode yang sama (sekitar 6, 11, 15, dan 23-33 hari) antara Soft X-ray dan frekuensi minimum lapisan ionosfer.

1. PENDAHULUAN

Lapisan ionosfer merupakan lapisan plasma yang membentang dari ketinggian 50 km sampai 500 km dari atas permukaan bumi. Terbentuk melalui proses ionisasi oleh radiasi matahari terhadap atom-atom udara di atmosfer bumi. Didasarkan atas kandungan atau kerapatan plasma dan ketinggian lokasi, struktur ionosfer dibagi atas beberapa lapisan, yaitu lapisan D, lapisan E, dan lapisan F (F_1 dan F_2) yang masing-masing memiliki karakteristik tertentu (Ratcliff, 1972). Lapisan F paling berperan dalam komunikasi radio HF dan merupakan lapisan yang memantulkan gelombang radio frekuensi tinggi (Thompson, 1998)

Matahari secara kontinu memancarkan radiasi elektromagnetik dan partikel yang merupakan sumber utama energi bagi bumi dan atmosfernya. Aktivitas matahari bervariasi secara (hampir) periodik; yang paling dikenal

adalah variasi dengan periode 11 tahun. Variasi aktivitas tersebut mengakibatkan bervariasinya radiasi energi dan lontaran partikel yang akan berpengaruh pada komposisi, kondisi fisik, dan dinamika atmosfer bumi. Di samping bervariasi menurut skala waktu panjang sesuai dengan siklus aktivitas matahari, radiasi dan lontaran partikel juga bervariasi dalam skala pendek, yaitu menurut rotasi matahari (~27 hari). Radiasi matahari yang sangat berperan pada pembentukan dan perubahan kondisi lapisan ionosfer adalah radiasi sinar-X, Ultra-violet Ekstrem (EUV, $10 \text{ nm} \leq \lambda < 150 \text{ nm}$) dan Ultra-Violet (UV, $150 \text{ nm} \leq \lambda < 300 \text{ nm}$) (Hunt, 1988, Robinson, 1966, dan Ratcliff, 1972).

Komunikasi radio HF menggunakan media ionosfer, lapisan F berperan sebagai pemantulnya. Namun gelombang yang dipancarkan dari permukaan bumi masih harus menembus dua lapisan

sebelumnya yaitu lapisan D dan lapisan E. Lapisan D berperan sebagai absorpsi gelombang radio frekuensi tinggi, sementara lapisan E memantulkan gelombang radio yang dipancarkan dari bumi memiliki batas minimum frekuensi gelombang (f_{min}) dan frekuensi maksimum atau frekuensi kritis (f_oE).

Radiasi sinar-X yang sangat berpengaruh pada lapisan D adalah *Hard X-ray* ($0.01 \text{ nm} \leq \lambda < 0.1 \text{ nm}$) dan terhadap lapisan E adalah *Soft x-ray* ($0.1 \text{ nm} \leq \lambda < 10 \text{ nm}$). Sementara radiasi *EUV* dan *UV* berperan pada pembentukan dan pengontrol kondisi lapisan F. Peningkatan ionisasi oleh sinar-X pada lapisan D (juga lapisan E), dikombinasi dengan kerapatan yang tinggi partikel netral (N_2 , O_2 dan O) mengakibatkan absorpsi sinyal di lapisan ini sangat besar. Biasanya terjadi bila intensitas radiasi sinar-X sangat tinggi yaitu sewaktu ada peristiwa flare matahari. Efek ini dikenal dengan *Sudden Ionospheric Disturbance (SID)* (Thompson, 1998). Peran radiasi sinar-X pada lapisan bawah ionosfer (lapisan D dan E) ini akan menentukan kerapatan plasma yang akan menentukan pula besaran f_{min} dan f_oE .

Pada penelitian ini dikaji pengaruh variasi radiasi sinar-X terhadap kondisi lapisan E ionosfer, dengan parameter lapisan E adalah frekuensi minimum (f_{min}), frekuensi kritis (f_oE), dan ketinggian semu lapisan E ($h'E$) ionosfer.

2. DATA DAN METODE

Data (f_{min} , f_oE , dan $h'E$) yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harian setiap pukul 12.00 (waktu lokal), saat posisi matahari pada puncaknya. Data tersebut diperoleh dari hasil pengamatan dengan ionosonda variabel (DBD43) stasiun Biak ($1,11^\circ \text{ LS}$, $136,07^\circ \text{ BT}$) pada bulan Januari sampai dengan Juni (tanpa April) 1993. Grafik datanya ditunjukkan pada Gambar 2-1.

Indikator aktivitas matahari digunakan data rata-rata harian *Soft X-ray*, hasil pengamatan satelit yaitu *Geostationary Operational Environmental*

Satellite (GOES) dan dipublikasikan pada *Solar Geophysical Data (SGD) – National Geophysical Data Center – NOAA*. Grafik datanya ditunjukkan pada Gambar 2-2. Pengambilan data tahun 1993 ini didasarkan pada kelengkapan data yang tersedia, baik data parameter ionosfer (f_{min} , f_oE dan $h'E$) maupun data aktivitas matahari (*Soft-X Ray*).

Untuk memperoleh periodisitasnya, parameter-parameter tersebut diolah dengan menggunakan paket program *the Weighted Wavelet Z-transform – WWZ* (Foster, 1996) yang dikembangkan oleh *The American Association of Variable Star Observers*.

3. HASIL

Untuk mengetahui ada tidaknya keterkaitan antara parameter lapisan E ionosfer dengan parameter aktivitas matahari, terlebih dahulu dilakukan analisis spektrum. Analisis spektrum dengan menggunakan WWZ menghasilkan beberapa periode yang dominan baik dari parameter lapisan ionosfer maupun parameter aktivitas matahari.

Gambar 3-1a, menunjukkan periodisitas frekuensi minimum (f_{min}) yang sangat bervariasi yaitu periode sekitar 2 hari, 3 hari, 4 hari, 6 hari, 8 hari, 11 hari, 15 hari, 23 hari, dan periode sekitar 33 hari. Periode yang paling dominan dalam f_{min} adalah periode sekitar 15 hari.

Periode yang hampir sama juga muncul pada frekuensi kritis lapisan E (f_oE) kecuali periode sekitar 4, 11, dan periode sekitar 23 hari. Tetapi muncul periode lainnya seperti periode sekitar 13 dan 19 hari. Periode sekitar 13 hari merupakan periode yang paling dominan pada f_oE yang dinyatakan pada Gambar 3-1b.

Pada ketinggian semu lapisan E ionosfer ($h'E$) muncul periodisitas yang tidak jauh berbeda dengan periode yang terdapat pada f_oE , hanya periode sekitar 3 hari tidak tampak, tapi muncul periode

yang mendekati periode yang terdapat pada f_{min} yaitu periode sekitar 22 hari. Periode yang dominan pada parameter ionosfer ini adalah periode sekitar 8 hari, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-1c. Dari ketiga parameter ionosfer tersebut muncul 4 periode yang sama yaitu mulai dari periode 2 hari, 6 hari, 8 hari, 15 hari, dan sekitar 21-33 hari.

Gambar 3-2 menunjukkan hasil analisis WWZ dari *Soft X-ray* harian dengan periode yang muncul sekitar 3 hari, 6 hari, 11 hari, 15 hari, dan periode sekitar 21-27 hari. Paling dominan adalah periode sekitar 27 hari.

Karena data yang diolah adalah data harian, maka periode 2 hari yang terlihat tidak akan memiliki arti. Sementara periode sekitar 3 dan 4 hari tidak selalu muncul pada parameter lapisan ionosfer maupun intensitas radiasi sinar-X. Oleh karena itu untuk menganalisis pengaruh intensitas radiasi sinar-X terhadap perubahan parameter lapisan E ionosfer, dibatasi pada rentang periode sekitar 6 hari sampai dengan periode sekitar 21-33 hari.

4. PEMBAHASAN

Untuk lebih jelasnya periodisitas dari parameter lapisan E ionosfer maupun *Soft X-ray* dapat dilihat dalam Tabel 4-1 berikut

Tabel 4-1 : HASIL ANALISIS PERIODISITAS PARAMETER IONOSFER, f_{min} , f_oE , $h'E$, DAN *Soft X-ray* BULAN JANUARI - JUNI 1993

| NO. | PARAMETER | PERIODE (HARI) |
|-----|-------------------|------------------------------|
| 1. | f_{min} | 2 3 4 6 8 11 - (15) - 23 33 |
| 2. | f_oE | 2 3 - 6 8 - (13) 15 19 - 33 |
| 3. | $h'E$ | 2 - - 6 (8) - 13 15 18 22 31 |
| 4. | <i>Soft X-ray</i> | - - - 6 - 11 - 15 - 21 (27) |

Keterangan : - menunjukkan tidak ada periode
 () menunjukkan dominasi periode yang paling kuat

Analisis spektra periodisitas dengan menggunakan WWZ menunjukkan

indikasi adanya pengaruh aktivitas matahari yang dinyatakan dengan *Soft X-ray* terhadap parameter lapisan E ionosfer. Tabel 4-1 memperlihatkan bahwa pengaruh *Soft X-ray* terhadap frekuensi minimum ditunjukkan dengan adanya periode sekitar 6 hari, 11 hari, 15 hari, dan sekitar 23-33 hari (mungkin ini disebabkan oleh rotasi matahari ≈ 27 hari). Sedangkan pada frekuensi kritis lapisan E ionosfer dinyatakan dengan periode sekitar 6 hari, 15 hari, dan sekitar 33 hari (walaupun pada periode ini tidak terlalu kuat) dan terhadap parameter ionosfer yang terakhir yaitu ketinggian semu lapisan E ditunjukkan dengan periode 6 hari, 15 hari, dan sekitar 22-31 hari. Sementara variasi parameter ionosfer yang berperiode 2 hari, 8 hari dan sekitar 33 hari dipengaruhi oleh variasi non X-ray. Apabila dibandingkan dari ke 3 parameter tersebut pengaruh *Soft X-ray* yang paling kuat terhadap perubahan parameter lapisan E ionosfer secara berurutan adalah frekuensi minimum, ketinggian semu lapisan E, dan frekuensi kritis lapisan E ionosfer.

Ratcliff (1972) membedakan secara garis besar spektra radiasi, ketinggian produksi ion dan pembagian daerah (D, E, dan F) dan jenis molekul udara yang terionisasi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-1. Spektrumnya dapat dibedakan menjadi 3 macam: (a) ≤ 14 nm, (b) $< 14 - 80$ nm, dan (c) $< 80 - 102.7$ nm yang merupakan batas ionisasi O_2 . Elektron yang dihasilkan di daerah E oleh radiasi (a) dan (c) mengionisasi molekul N_2 , O_2 , dan O, sementara daerah F terionisasi oleh radiasi (b) terutama mengionisasi molekul N_2 , dan O. Sementara ionisasi yang terjadi di ionosfer bahwa lapisan D adalah ionisasi oleh radiasi Lyman-Alpha (121.6 nm) dan oleh sinar-X kuat (Suratno dkk, 1995). Dengan perkataan lain, bahwa intensitas radiasi sinar-x (*Soft X-ray*) akan berpengaruh langsung terhadap lapisan E ionosfer. Sedangkan dari hasil analisis WWZ

pengaruh indikator aktivitas matahari Soft X-ray terhadap parameter lapisan E ionosfer yang paling kuat adalah pada frekuensi minimum lapisan ionosfer. Hal ini disebabkan penelitian ini menggunakan data tahun 1993, pada tahun tersebut aktivitas matahari berada pada pertengahan antara matahari aktif (sekitar tahun 1989 dan 1991) dan matahari tidak aktif yang dikenal dengan matahari tenang (sekitar tahun 1996). Mungkin akan berbeda halnya apabila penelitian dilakukan pada saat matahari aktif, sekitar tahun 1989 atau tahun 1991.

5. KESIMPULAN

Hasil analisis antara parameter lapisan E ionosfer yang diindikasikan dengan frekuensi minimum, frekuensi kritis lapisan E ionosfer dan ketinggian semu lapisan E ionosfer dengan intensitas radiasi sinar-x (*Soft X-ray*) dari bulan Januari sampai dengan Juni (tidak termasuk bulan April) 1993 dengan menggunakan analisis WWZ, menunjukkan bahwa pengaruh intensitas radiasi sinar-X (*Soft X-ray*) yang paling besar dari ke tiga parameter tersebut adalah pada frekuensi minimum ionosfer dengan periode sekitar 6 hari, 11 hari, 15 hari dan 23-33 hari (rotasi matahari \approx 27 hari), walaupun pengaruhnya kurang kuat.

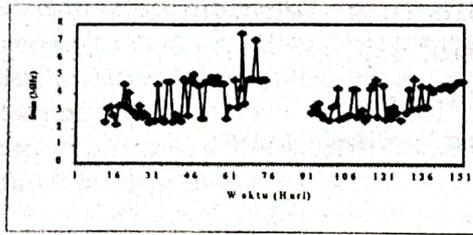
Ucapan Terima kasih

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada DR. T. Djamaluddin

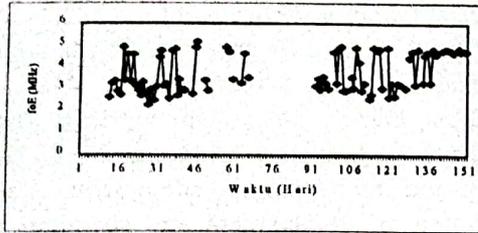
yang telah membantu dalam cara pengolahan data dengan menggunakan analisis spektrum periodisitas yang dilakukan dengan program komputer WWZ. Dan terima kasih pula diucapkan kepada Imam Safei yang telah membantu dalam pengolahan data parameter ionosfer.

DAFTAR RUJUKAN

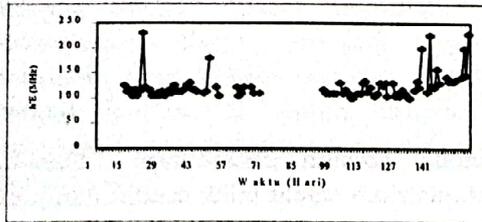
- Durrant, C. J., 1988, *The Atmosphere of The Sun*, IOP Publishing Ltd.
- Djamaluddin, T., 1998, *Metode Weighted Wavelet Z-Transform (WWZ) Untuk Analisis Periodisitas Data Time Series Tak Lengkap*, Laporan Intern, LAPAN, Bandung.
- Hunt, B.G., 1988, *Solar Terrestrial energy Program*, Proceeding of SCOSTEP Symposium.
- Ratcliff, J.A., 1972, *An Introduction to the Ionosphere and Magnetosphere*, Cambridge University Press. Hal. 9-40.
- Robinson, N., 1966, *Solar Radiation*, Elsevier Publishing Co. Hal 107-110
- Suratno, Suroso, S., Budiyanto, Jasman, S., 1995, *Telaah Hubungan Fluks Radio Matahari (F10.7) Dan Bilangan Sunspot (R) Dengan Frekuensi Kritis Lapisan F2 (foF2) ionosfer*, Proceeding Media Dirgantara, LAPAN, Bandung.
- Thompson, R., 1998, *Space Weather and Communication*, IPS Radio and Space Services



(a)

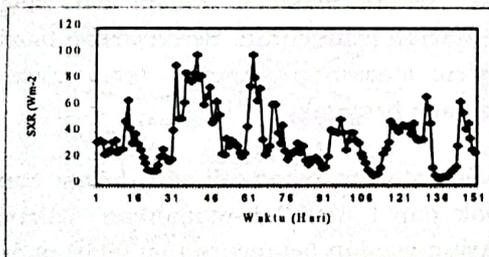


(b)

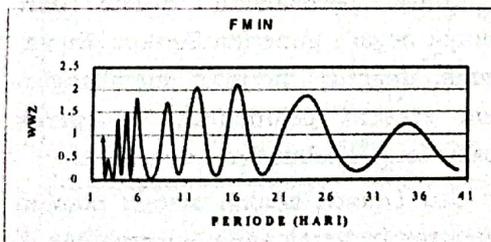


(c)

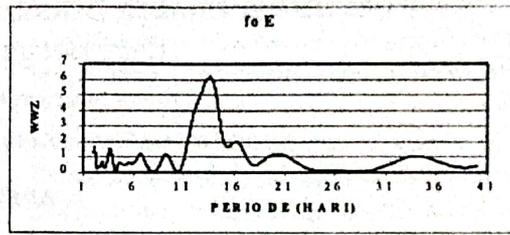
Gambar 2-1: Variasi harian (a) frekuensi minimum, (b) frekuensi kritis lapisan E, dan (c) ketinggian semu lapisan E ionosfer di atas Biak (1,11° LS; 136,07° BT) pada bulan Januari-Juni 1993



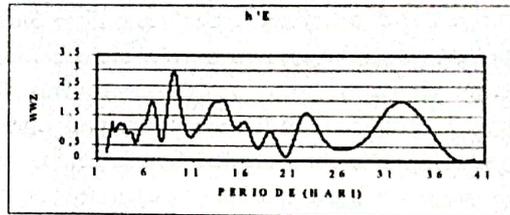
Gambar 2-2: Variasi harian intensitas radiasi sinar x matahari pada bulan Januari-Juni 1993



(a)

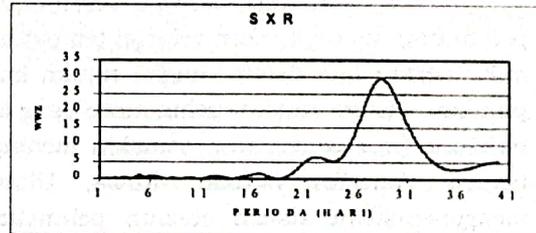


(b)

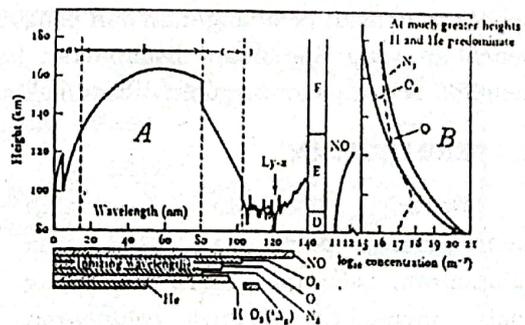


(c)

Gambar 3-1: Analisis WWZ dari (a) frekuensi minimum, (b) frekuensi kritis lapisan E, dan (c) ketinggian lapisan E ionosfer di atas Biak (1,11° LS; 136,07° BT) pada bulan Januari-Juni 1993



Gambar 3-2: Analisis WWZ dari intensitas radiasi sinar x matahari pada bulan Januari – Juni 1993



Gambar 4-1: A) Menyatakan ketinggian dari kedalaman tembus (depth of penetration) radiasi matahari ke atmosfer bumi sesuai dengan panjang gelombangnya spektra pada bagian yang di tandai huruf (a) dan (c) mengionisasi daerah ionosfer D dan E. Sementara spektra yang ditandai huruf (b) mengionisasi daerah F. B) Menunjukkan distribusi ketinggian gas-gas utama yang berperan pada proses ionisasi.