

Pengaruh Temperatur Atmosfer Bawah Terhadap Frekuensi Minimum Ionosfer

Mumen. T, Buldan. M, M. Sjarifuddin *)

ABSTRACT

Ionospheric layer (upper atmosphere) has an important role as reflection of high frequency because it contains charged particle. Warming of neutral particle in lower atmosphere can change distribution of charged particle in the ionosphere that produces variation of minimum frequency of ionospheric layer (f_{min}). It is found that variation of f_{min} 0.08 MHz for 1° variation of temperature with coefficient of cross correlation between T 30 mb and f_{min} +0.67 for delay time of 3 days. Delay time of 3 days may be produced by interaction between lower atmosphere and ionosphere that is manifested in planetary wave with dominant period of 3 days.

RINGKASAN

Lapisan ionosfer (atmosfer atas) mempunyai peran cukup penting sebagai pemantul gelombang frekuensi tinggi karena mengandung partikel bermuatan. Pemanasan partikel netral di atmosfer bawah dapat mengubah distribusi partikel bermuatan di ionosfer, yang mengakibatkan perubahan frekuensi minimum lapisan ionosfer (f_{min}). Diperoleh, perubahan f_{min} sebesar 0.08 MHz dalam setiap perubahan temperatur 1° dengan koefisien korelasi silang antara T30 mb dan f_{min} sebesar + 0.67 untuk waktu tunda 3 hari. Adanya waktu tunda 3 hari diduga akibat adanya interaksi antara lapisan atmosfer dan ionosfer yang dimanifestasikan dalam gelombang planetari dengan periode dominan tiga hari.

1. PENDAHULUAN

Prediksi komunikasi HF merupakan masalah yang menarik untuk diteliti karena berkaitan dengan kebutuhan manusia untuk berkomunikasi, khususnya di Indonesia yang merupakan benua maritim. Salah satu aspek yang diteliti adalah frekuensi minimum yang berperan penting dalam komunikasi HF khususnya dalam hal absorpsi. Perubahan temperatur di atmosfer bawah dapat juga mengubah distribusi kerapatan elektron di ionosfer, sehingga dapat mengakibatkan frekuensi minimum bervariasi setiap saat. Pada kenyataannya variasi ini tidak hanya disebabkan oleh temperatur di atmosfer bawah tetapi juga oleh aktivitas matahari dan gangguan geomagnet.

Dalam penelitian ini kami mengkonsentrasikan pada pengaruh temperatur atmosfer bawah terhadap variasi frekuensi minimum lapisan ionosfer.

Penelitian yang dilakukan oleh Kazimirovsky, dkk (1982) dengan menggunakan data di atas Irkutsk (Siberia Timur) diperoleh korelasi positif antara temperatur pada tekanan 30 milli bar dan f_{min} dengan waktu tunda tiga hari. Alasan fisis untuk transfer energi selama interaksi antara atmosfer bawah dengan ionosfer terdapat pada gelombang akustik-gravitasi, tidal dan gelombang planetari (Kazimirovsky, dkk., 1982). Canziani (1994b) mengkonfirmasi bahwa gelombang planetari terdapat pada daerah atmosfer bawah dan lapisan E ionosfer dengan periode 2 – 25 hari.

*) Peneliti Bidang Komunikasi HF, Puslitbang Pengetahuan Ionosfer-LAPAN

Dengan menganalisis data T30mb dan data fmin di Biak, diteliti pengaruh temperatur atmosfer bawah terhadap variasi frekuensi minimum lapisan ionosfer dan keberadaan periodisitas seperti itu di Biak. Biak merupakan daerah lintang rendah sehingga hasil penelitian ini akan dapat dibandingkan dengan hasil penelitian di lintang tinggi di Irkutsk (Kazimirovsky., et al, 1982).

2. DATA DAN PENGOLAHANNYA.

Untuk menganalisis pengaruh pemanasan atmosfer bawah terhadap frekuensi minimum ionosfer digunakan data yang simultan, yaitu data temperatur pada tekanan 30 milli bar (T30mb) dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG), yang dinyatakan pada Gambar 2-1, serta data frekuensi minimum (fmin) dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), untuk daerah Biak dengan data bulan Januari 1995 – bulan April 1995 (Gambar 2-2). Dipilihnya T30mb didasarkan pertimbangan agar dapat dibandingkan dengan penelitian Kazimirovsky., et al (1982). Rentang bulan data yang dianalisis didasarkan pada pertimbangan kualitas dan kelengkapan data yang tersedia.

Analisis data menggunakan fungsi korelasi silang (*Cross - Correlation*) untuk mencari korelasi yang paling baik dari kedua parameter (T30mb dan fmin). Kemudian dicari persamaan regresi berdasarkan nilai korelasi data yang paling baik untuk menginterpolasi data yang kosong. Setelah data di interpolasi, selanjutnya dengan menggunakan FFT (*Fast Fourier Transform*) dicari periodisitasnya.

3. HASIL

Hasil analisis fungsi korelasi silang data T30mb dan data frekuensi minimum ionosfer ditunjukkan pada (Gambar 3-1 dan Tabel 3-1). Tampak bahwa ada korelasi positif sebesar + 0.67 (korelasi data yang paling baik) untuk suatu waktu tunda (*delay time*) tiga hari lamanya. Dengan mengacu pada nilai korelasi tersebut diperoleh persamaan regresinya adalah sebagai berikut :

$$fmin = 0.08 T + 7.30, \quad r = 0.67 \dots\dots\dots (3-1)$$

Hasil ini menunjukkan adanya suatu hubungan yang cukup erat antara T30mb dengan fmin, demikian juga yang diperoleh pada analisis korelasi dengan menggunakan data di Irkutsk (Siberia Timur) selama dua periode musim dingin (*winter*) yaitu antara 1 Oktober 1974 – 30 April 1975 (periode pertama), dan 1 Oktober 1975 – 30 April 1976 (periode kedua). Adapun koefisien korelasi silang untuk periode pertama sebesar 0.65 sedangkan untuk periode kedua adalah 0.75 (Kazimirovsky, et al., 1982).

Setelah data diinterpolasi melalui persamaan regresi (3-1), diperoleh variasi harian fmin (perbedaan harga median dengan harga hariannya), dengan variasi maksimum adalah 0.61 MHz, dan variasi minimumnya 6.2 °C dan variasi minimumnya adalah -11.4 °C (Gambar 3-3).

Hasil analisis spektrum untuk T30mb didapatkan periode yang dominan adalah sekitar 3, 4 dan 9 hari (Gambar 3-4). Sedangkan untuk fmin periode yang dominan yaitu 2, 3, 4, 7, 9, 11, 13 dan 16 hari (Gambar 3-5). Hasil periode sekitar 4 hari merupakan periode sinoptik alam, sedangkan 7 – 8 hari diprediksi sebagai lapisan yang berosilasi akibat perputaran bumi. Munculnya periode besar lainnya merupakan karakteristik temperatur pada tekanan 30 milli bar (Kazimirovsky., et al., 1982).

Tabel 3-1 : HASIL PERHITUNGAN KOEFISIEN KORELASI SILANG (R) ANTARA T30MB DAN FMIN UNTUK SETIAP WAKTU TUNDA 3 HARI.

No	K (Hari)	R (T, fmin)
1	-1	-0.26
2	-2	-0.19
3	-3	0.00
4	-4	0.00
5	-5	0.32
6	-6	0.09
7	-7	0.09
8	-8	0.09
9	-9	-0.06
10	-10	-0.21
11	0	-0.11
12	1	-0.06
13	2	0.08
14	3	0.67
15	4	0.14
16	5	0.03
17	6	0.02
18	7	-0.13
19	8	-0.20
20	9	-0.11
21	10	-0.05

4. PEMBAHASAN

Adanya korelasi positif antara T30mb dengan waktu tunda 3 hari (Gambar 3-1) menunjukkan adanya interaksi antara atmosfer bawah dengan ionosfer (interaksi dinamis antara partikel netral dan partikel bermuatan). Dinamika dan distribusi kerapatan ion daerah ionosfer dapat berubah karena pengaruh gangguan daerah meteorologi. Perubahan kerapatan ion, khususnya kerapatan ion negatif (elektron) akan mengakibatkan perubahan f_{min} . Alasan fisis untuk transfer energi selama interaksi antara atmosfer bawah dengan ionosfer terdapat pada gelombang akustik – gravitasi, tidal dan gelombang planetari (Kazimirovsky, et al., 1982).

Hubungan antara kecepatan suara (acoustic) di atmosfer dan ionosfer dengan temperatur (Yeh dan Liu., 1972) dinyatakan sebagai :

$$c^2 = \gamma T / m \dots\dots\dots (4-1)$$

dengan :

c adalah kecepatan suara dalam arah vertikal
 γ adalah perbandingan panas spesifik = 1.4
 T adalah temperatur atmosfer
 m adalah rata rata massa molekul

Pada atmosfer bawah (*lower atmosphere*) konduksi termal sangat lambat. Gerakan-gerakan konveksi (*convective motions*) mulai saat atmosfer dipanasi dari bawah. Gerakan gerakan ini mencampur gas secukupnya supaya massa rata-rata (*average mass*) m tidak berubah terhadap ketinggian (Yeh dan Liu., 1972). Karena perbandingan antara panas spesifik dengan rata-rata massa molekul (γ / m) adalah konstan, maka dari persamaan (4-1) tampak bahwa kecepatan suara sebanding dengan akar pangkat dua dari temperatur.

Gelombang suara yang meninggalkan bumi dengan kecepatan c akan membentuk sudut terhadap vertikal (Soegeng dan Sarmoko, 1978) sebagai berikut :

$$\theta = \arcsin \frac{v}{c} \dots\dots\dots (4-2)$$

dengan :

v adalah cepat rambat suara dalam arah horizontal,

θ adalah sudut antara gelombang suara terhadap sumbu vertikal.

Dengan anggapan bahwa perubahan rapat elektron semata mata disebabkan adanya gelombang suara, maka rapat elektron pada saat t di ionosfer (Soegeng dan Sarmoko., 1978) dapat dinyatakan sebagai :

$$N(h,t) = N(h) \left[1 + \frac{P'(h) - P(h)}{P(h)} \cdot \frac{\cos^2 \theta}{\gamma} \exp(i\omega t) \right] \dots\dots (4-3)$$

dengan :

N adalah rapat elektron,

$P(h)$ adalah tekanan atmosfer pada ketinggian h ,

$P'(h)$ adalah tekanan atmosfer akibat gelombang suara.

Dari persamaan (4-2) dan persamaan (4-3) tampak bahwa kenaikan kecepatan suara akan mengakibatkan kerapatan elektron juga bertambah besar. Sedangkan f_{min} sebanding dengan kerapatan elektron yaitu :

$$f_{min} \approx 9 \sqrt{N} \dots\dots\dots (4-4)$$

Jadi dapat dinyatakan bahwa perubahan temperatur atmosfer secara tidak langsung akan mempengaruhi f_{min} .

Pada analisis spektrum tampak bahwa tampak periode dominan untuk temperatur dan f_{min} dalam orde hari (Gambar 3-4 dan Gambar 3-5) yaitu dalam rentang gelombang planetari. Adanya gelombang planetari di daerah atmosfer dan lapisan E ionosfer merupakan konfirmasi hasil Canziani (1994a dan 1994b) bahwa gelombang planetari terdapat hingga daerah E ionosfer dengan periode 2 – 25 hari.

Hasil Canziani (1994 a&b) tersebut bersesuaian dengan Kazimirovsky, et al, (1982) yang menyatakan bahwa periode yang paling cocok

untuk manifestasi kopling antar level yang berbeda di atmosfer adalah periode-periode umum (*Common periodicities*) parameter atmosfer pada ketinggian yang berbeda. Hal yang menarik untuk melihat waktu karakteristik dari beberapa hari hingga sekitar tiga minggu pada daerah troposfer dan stratosfer.

Pemanasan atmosfer dapat mengakibatkan partikel partikel tertentu seperti Si, Al, Mn, Mg dan lain lain, mengalami ionisasi (Koeswadi, 1983). Sedangkan peningkatan jumlah ion negatif (elektron) di ionosfer akan mengakibatkan kenaikan f_{min} . Diperolehnya korelasi silang yang paling baik untuk waktu tunda 3 hari menunjukkan hasil yang sama dengan Kazimirovsky, et al, (1982), yang meneliti hubungan tersebut untuk daerah Irkutsk (Siberia Timur), Jadi mekanismenya sama saja, tidak dipengaruhi oleh lintang dan tempat. Adanya waktu tunda 3 hari untuk korelasi antara T30mb dengan f_{min} kemungkinan disebabkan proses interaksi atmosfer dengan ionosfer yang di manifestasikan melalui penjalaran gelombang planetari dalam bentuk angin yang menjalar dari bawah ke atas (Kazimirovsky, et al, 1982).

5. KESIMPULAN

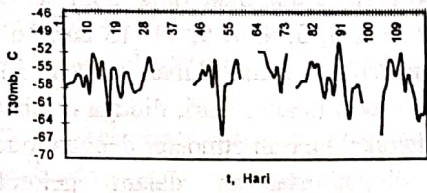
Dari hasil analisis data temperatur pada tekanan 30milli bar (T30mb) dan data frekuensi lapisan ionosfer (f_{min}) dari stasiun Biak dari tanggal 4 Januari 1995 sampai dengan 30 April 1995 diperoleh perubahan f_{min} sebesar 0.08 MHz dalam setiap perubahan T30mb sebesar 1°C, dengan koefisien korelasi silang +0.67 untuk waktu tunda (delay time) 3 hari. Diperoleh pula variasi maksimum f_{min} adalah 0.61 MHz, dan variasi minimumnya -1.1 MHz. Sedangkan untuk T30mb, variasi maksimum 6.2 °C dan variasi minimumnya adalah -11.4 °C.

Variasi temperatur pada tekanan 30 mb menunjukkan adanya gelombang di daerah atmosfer pada daerah tersebut. Dari analisis spektrum untuk T30mb diperoleh puncak spektrum dengan periodisitas gelombang yang

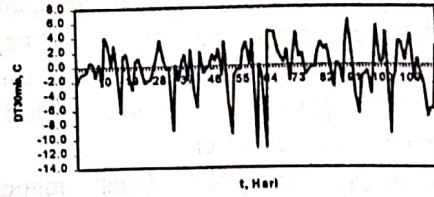
dominan sekitar 3, 4 dan 9 hari, sedangkan di ionosfer dengan menggunakan data f_{min} diperoleh periode dominan yang lebih bervariasi yaitu sekitar 2, 3, 4, 7, 9, 11, 13 dan 16 hari. Adanya variasi f_{min} akibat variasi T30mb dengan waktu tunda 3 hari, diduga disebabkan oleh interaksi lapisan atmosfer dengan ionosfer yang dimanifestasikan dalam gelombang planetari dengan periode dominan 3 harian.

DAFTAR PUSTAKA

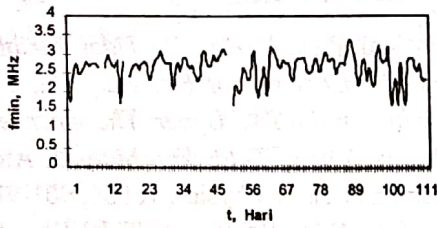
1. Canziani, P.O., 1994a., *On Tidal Variability and The Existence of Planetary Wave-Like Oscillations in The Upper Thermosphere-I. Observations of Tidal Variability*, J. Atmospheric and Terrs. Physics, vol 56, 901-912.
2. Canziani, P.O., 1994b., *On Tidal Variability and The Existence of Planetary Wave-Like Oscillations in The Upper Thermosphere-II. Non-Linear and Global Scale Oscillations*, J. Atmospheric and Terrs. Physics, vol 56, 913-930.
3. Kazimirovsky, E. S., et al., 1982., *Meteorological Effects in Variations of Ionospheric Parameters*, J. Atmospheric and Terrestrial Physics, vol 44, 912-913.
4. Koeswadi., 1983., *Pengaruh Letusan Gunung Galunggung Pada Lapisan Ionosfer*, Kollokium Penelitian Pusrihan LAPAN.
5. Soegeng dan sarmoko. S., 1978., *Pengaruh Gempa Bumi Terhadap Ionosfer*, Seminar Himpunan Ahli Geofisika Indonesia (HAGI).
6. Yeh, K.C. and Liu, C.H., 1972., *Theory of Ionospheric Waves*, International Geophysics Series, Edited by van Miegham, Royal Belgian Meteorological Institute, Vol 17, 402-408.



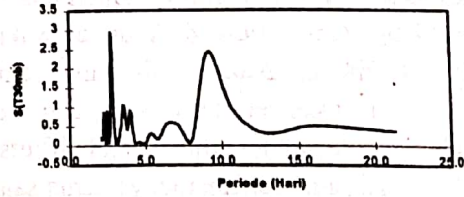
Gambar 2.1 : DATA TEMPERATUR PADA TEKANAN 30 MB (T30MB) PADA PERIODE WAKTU 4 JANUARI 95 - 30 APRIL 95



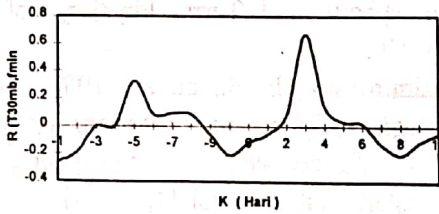
Gambar 3.3.: VARIASI HARIAN T30MB (DT30MB) PADA PERIODE WAKTU 4 JANUARI 95-30APRIL 95



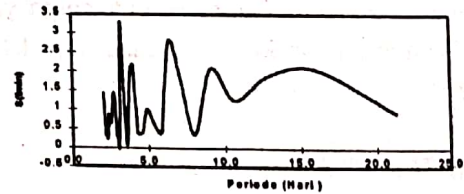
Gambar 2.2 : DATA FREKUENSI MINIMUM LAPISAN IONOSFER (FMIN) PADA PERIODE WAKTU 4 JANUARI 95 - 30 APRIL 95



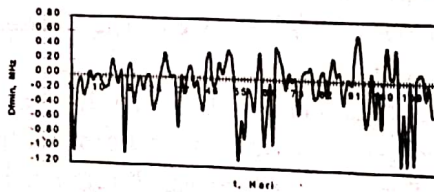
Gambar 3.4.: SPEKTRUM PERIODISITAS T30MB



Gambar 3-1 : HASIL FUNGSI KORELASI SILANG T30mb - fmin. R ADALAH KOEFISIEN KORELASI DAN K ADALAH WAKTU TUNDA ANTARA DATA T30mb DAN fmin



Gambar 3.5.: SPEKTRUM PERIODISITAS FMIN



Gambar 3.2.: VARIASI HARIAN FMIN (DFMIN) PADA PERIODE WAKTU 4 JANUARI 95 - 30 APRIL 95.