

PENGARUH GELOMBANG GRAVITASI TERHADAP GELOMBANG RADIO HF PADA SAAT TERJADI SPREAD F

Mumen Tarigan

*Peneliti bidang Ionosfer dan telekomunikasi, Pusfatsainsa Lapan
mumentarigan@yahoo.com*

Abstract

The ionosphere that is the ionized region of the Earth's upper atmosphere, it can be divided to be three main parts: the D, E, F (F1 and F2) regions. Their approximate height ranges are: D region 50 to 90 km; E region 90 to 140 km; F1 region 140 to 210 km and F2 region over 210 km. E and F region are important in terms of HF (high frequency) radio propagation. Spread F occurs when the F region becomes diffuse due to scattering or not focussing of the radio wave that the received signal that is the superposition of a number of waves reflected from different heights and locations in the ionosphere at slightly different times, it can be disturbed. Recording of signal strength of 9.75 MHz frequency radio wave of Malaysia (3.0 N; 101 E), has been done using receiver of WinRadio at Bandung (6.8 S; 107.6 E). Result of The recording, it is processed with spectral method. It is found that occurrence of gravity wave be at about 6 minute periods and The receiving of the signal strength amplitude is to change at spread F event.

Keywords : Ionosphere, spread F, radio wave, signal strength and gravity wave

ABSTRAK

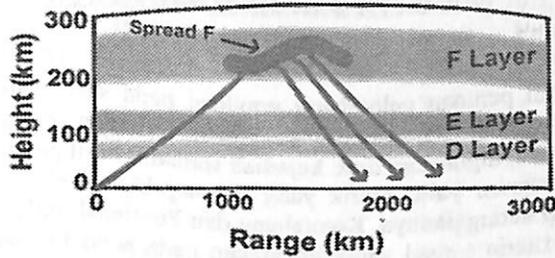
Ionosfer, yang merupakan daerah atmosfer atas bumi yang terionisasi, dapat dibagi menjadi 4 daerah yaitu daerah D, E, F (F1 dan F2). Secara pendekatan ketinggian : Daerah D terletak pada ketinggian sekitar 50 – 90 km, daerah E antara 90 – 140 km, daerah F1 antara 140 – 210 km dan daerah F2 diatas 210 km. Daerah E dan F, berperan penting untuk perambatan gelombang radio frekuensi tinggi, HF. Spread F terjadi ketika daerah F menyebar mengakibatkan gelombang radio menyebar atau tidak fokus, sehingga signal yang diterima, yang merupakan penjumlahan sejumlah gelombang pantul dari ketinggian dan lokasi yang berbeda di ionosfer pada waktu yang hampir sama, dapat terganggu. Perekaman data kuat signal gelombang radio Malaysia (3.0 LU; 101 BT), pada frekuensi 9.750 MHz dilakukan dengan menggunakan penerima WinRadio di Bandung (6.8 LS; 107.6 BT) pada bulan Juli dan Agustus 2008. Selanjutnya hasil perekaman data tersebut diolah dengan metode spektral. Diperoleh hasil bahwa kejadian gelombang gravitasi berada pada periode sekitar 6 menit, dan amplitudo kuat signal yang diterima mengalami perubahan pada saat terjadi spread F.

Kata kunci : Ionosfer, spread F, gelombang radio, kuat signal dan gelombang gravitasi.

1. PENDAHULUAN

Gangguan ionosfer (atmosfer atas), selain diakibatkan oleh aktivitas matahari dan geomagnet juga dapat diakibatkan oleh variasi temperatur dan angin yang terjadi di daerah troposfer dan stratosfer (atmosfer bawah) serta mesosfer (Atmosfer tengah). Gangguan yang terjadi pada setiap lapisan (atmosfer atas, tengah dan bawah) dapat dikaitkan satu dengan lainnya (berinteraksi) melalui fenomena kopling. Alasan fisis untuk transfer energi selama interaksi antara lapisan atmosfer yang berbeda (atmosfer – ionosfer) terdapat pada gelombang planetari, tidal, gravitasi dan gelombang infra sonic (Kazimirovsky, 1982; Abdu M.A. et al 2005). Secara umum perbedaan dari gelombang tersebut dapat dibedakan dari nilai periodenya. Gelombang planetari berada pada periode 2 -30 hari, pasut pada periode 6, 8, 12 dan 24 jam, gelombang gravitasi pada orde menit hingga jam dan gelombang infrasonic pada periode detik hingga-menit. Komunikasi radio dengan menggunakan gelombang elektromagnetik pada frekuensi tinggi (high frekuensi) memerlukan ionosfer sebagai media perambatan gelombangnya. Kualitas signal yang diterima pada dasarnya selain bergantung pada power, frekuensi dan sistem antena yang digunakan oleh suatu pemancar, juga pada medium perambatannya. Gelombang radio HF yang merambat dari Malaysia ke Bandung menggunakan ionosfer antar kedua tempat sebagai media perambatannya, sehingga gangguan berupa gelombang gravitasi, yang merupakan benih (seeding) untuk kejadian spread F dapat berpengaruh terhadap kuat signal gelombang radio yang diterima. Dilintang rendah, pada umumnya Spread F terjadi pada sekitar jam 18 sampai dengan jam 06 waktu setempat. Pada dasarnya spread F dapat dibagi 3 jenis : penyebaran signal terhadap frekuensi atau frequency spread (lebar spread lebih besar dari 0.3 MHz), penyebaran terhadap ketinggian atau range spread (lebar spread lebih besar dari 30 km) dan tipe campuran, mixed spread (gabungan antara frequency spread dan range spread).

Adapun penyebaran gelombang HF akibat kejadian spread F ditunjukkan pada gambar 1.1. Kejadian Spread F di daerah equator (Equatorial spread F) dapat diterangkan dengan menggunakan mekanisme ketidakmampuan Gravitational Rayleigh-Taylor (GRT). Gelombang gravitasi yang menjalar sampai ketinggian lapisan F dapat menjadi benih dari ketidakmampuan GRT. Dengan adanya variasi harian pada amplitudo gelombang gravitasi, selanjutnya dapat memberi kontribusi pada variasi harian spread F (Buldan. M., 2000). Menurut (Senior., et al 2006), Acoustic gravity waves (AGW) dapat dikelompokkan menjadi dua kategori, bergantung pada panjang gelombang horizontalnya. Medium scale waves mempunyai panjang gelombang beberapa ratus kilometer (200 – 800 km), periode 15 – 60 menit dan kecepatan arah horizontal (horizontal speed) adalah 100 – 250 meter/detik. Sedangkan Large scale waves mempunyai panjang gelombang lebih dari 100 km, periodenya sebesar 30 – 180 menit dan kecepatan arah horizontal adalah 400 – 100 meter/ detik. Banyak peneliti memperoleh hasil secara experiment bahwa atmospheric gravity waves (AGWs) yang merambat di termosfer di daerah equator berperan penting dalam menumbuhkan benih terbentuknya bubbles and spread-F (Akinori SAITO, et al; 2006).



Gambar 1.1 :Diagram signal akibat kejadian spread F. Distribusi kerapatan electron yang tidak merata (uneven) pada lapisan F menyebabkan HF menyebar (to spread) atau karakteristik propagasinya tidak umum.

MSTIDs (Medium scale traveling ionospheric disturbance) dengan skala horizontal 200 – 800 km diduga merupakan ionospheric manifestation of AGWs. Spread FEX (Experiment spread F), diselenggarakan dari September – November 2005 menyatakan peranan neutral atmosphere dynamics, terutama gravity waves yang merambat keatas dari atmosfer bawah, menumbuhkan benih equatorial spread F (ESF) dan plasma bubbles hingga ke higher altitudes. Disimpulkan bahwa, 1) amplitude gelombang gravitasi dapat menjadi besar pada bottomside F Layer, 2) tidal winds kemungkinan mengontrol orientasi gravity waves yang mencapai highest altitude dan mempunyai greatest effect, 3) orientasi gravity wave meningkatkan parameter parameter yang mempengaruhi plasma instability growth rates dan, 4) gravity wave and tidal structure secara bersama sama berpengaruh terhadap plasma instability growth rates and plasma bubbles seeding (Fritts D et al., 2008). Selain dua kategori tersebut, (Manson A. H ; 1979) menyatakan bahwa ada gelombang gravitasi periode pendek (short period) yaitu berada pada rentang periode 5 – 90 menit. Kejadian gelombang gravitasi periode pendek 7- 14 menit teramati melalui data airglow, OH pada ketinggian sekitar 87 km, yang dilakukan secara terpisah pada tiga lokasi di Australia bagian utara (northern Australia), selama 10 hari pada bulan November 2001 (Pautet P. D., 2005). Beberapa tehnik yang digunakan untuk mengetahui ESF antara lain, pengoperasian radar pada HF, VHF, UHF frequencies, optical imagers dll. Multi-wavelength scanning photometer bermanfaat untuk mempelajari airglow pada malam hari Temperature-tuned, narrow band (band width ~ 0.3 nm) interference filters digunakan pada photometer ini (Sekar. R Cakrabarty et al ; 2008).

Data spread F, selain dapat diperoleh dengan vertical sounding juga dapat diketahui melalui pengamatan airglow, pancaran cahaya malam hari akibat serapan energi oleh atmosfer bumi pada pagi hingga sore hari, dengan optik. Intensitas air glow 630 nm sebanding dengan kerapatan elektron (electron density) pada ketinggian sekitar 250 km (Ogawa. T., 2006). Dalam makalah ini dilakukan pembatasan masalah, dimana pengaruh gelombang gravitasi terhadap komunikasi HF dianalisis pengaruhnya terhadap penerimaan kuat signal HF hanya pada saat terjadi spread F.

2. DATA DAN METODOLOGI

2.1 DATA

Untuk mengetahui peranan gelombang gravitasi pada saat spread F (indicator irregularitas di daerah F), sebagai gangguan terhadap propagasi gelombang frekuensi 9.75 MHz, digunakan data kejadian spread F hasil pengamatan ionosonde yang berupa ionogram yaitu grafik yang menunjukkan frekuensi pantul lapisan ionosfer terhadap ketinggiannya, Kototabang dan Pontianak bulan Juli dan Agustus 2008. Adapun kriteria spread yang dinyatakan pada pendahuluan yaitu frequency spread (lebar spread frekuensi, Δf lebih besar dari 0.3 MHz), penyebaran terhadap ketinggian atau range spread (lebar spread ketinggian, Δh lebih besar dari 30 km) dan tipe campuran, mixed spread (gabungan antara frequency spread dan range spread).

Selain data spread F dari ionogram, juga digunakan data pengamatan airglow, khususnya OI 630.0 nm, yang berada pada ketinggian 200 – 300 km yaitu ketinggian lapisan F. Pentingnya diketahui spread F ionosfer dari data airglow, karena dari data airglow tersebut dapat terlihat irregularitas ionosfer yang dikaitkan dengan kejadian spread F pada radius 500 km atau diameter 1000 km. Data bulan Juli 2008 untuk kejadian spread F untuk Pontianak dan Kototabang hasil pengamatan ionosonda ditunjukkan pada Tabel 2. 1, Tabel 2.2, Tabel C.1 dan Tabel C.2 (Lampiran C) serta data airglow Kototabang ditunjukkan pada Gambar 2.1, Gambar 2.2, Gambar B.1 dan Gambar B.2 (Lampiran B) . Contoh data kuat signal gelombang HF frekuensi 9.750 MHz, ditunjukkan pada gambar 2.3. Lokasi dan Jadwal siaran frekuensi 9.750 MHz , Malaysia (3.0 N; 101 E) ditunjukkan pada Tabel A.1 (Lampiran A).

Tabel 2.1 : Kejadian Spread F, Juli 2008 di Pontianak (0°02' S; 109° 20' E)

Tanggal	Jam (WIB)	Hmax (km)	Hmin (km)	Δh (km)	Fmax (MHz)	Fmin (MHz)	Δf (MHz)
1	20	323	291	32	4.15	3.71	0.44
9	0	354	270	84	6.98	5.36	1.62
09	1	278	234	44	4.15	3.66	0.49
09	2	323	273	50	5.47	4.15	1.32
14	2	344	260	84	3.14	2.56	0.58
23	0	286	255	31	5.25	4.24	1.01
23	1	275	249	26	4.24	3.66	0.58
23	2	317	265	52	4.24	3.22	1.02
24	22	354	317	37	5.47	5.12	0.35
24	0	260	226	34	4.26	3.77	0.49

Tabel 2.2 : Kejadian Spread F, Juli 2008 di Kototabang (0.2 S ; 100.32 E)

Tanggal	Jam (WIB)	Hmax (km)	Hmin (km)	Δh (km)	Fmax (MHz)	Fmin (MHz)	Δf (MHz)
6	0				3.40	2.60	0.80
6	1				3.00	2.40	0.60
11	3	418	364	54	3.00	2.20	0.80
13	1				3.60	2.80	0.80
13	2				2.80	2.20	0.60
13	3	418	327	91	3.20	2.20	1.00
13	4	400	300	100	2.80	2.20	0.60
14	2	391	255	136	6.20	2.20	4.00
15	0	436	355	81	5.40	2.20	3.20
15	1	400	264	136	5.80	2.20	3.60
15	2	327	18	309	4.00	2.20	1.80
16	2	336	236	100	3.60	2.20	1.40
17	1				3.80	2.80	1.00
17	2	409	327	82	3.80	2.80	1.00
17	4	318	264	54			
19	1	346	255	91	3.60	2.20	1.40
21	2				3.20	2.40	0.80
23	2				4.20	2.80	1.40
24	21				5.40	4.20	1.20
24	22				5.20	4.20	1.00
24	23				3.80	2.80	1.00
25	1				3.20	2.40	0.80
25	2	327	236	91	3.40	2.20	1.20
26	21				5.00	4.00	1.00

Data Airglow Kototabang bulan Juli 2008

Spread F/depletion/buble dari data airglow, yang merupakan pancaran cahaya oleh atom oksigen pada malam hari (atomic oxygen night-glow emission), OI 630.0 nm, pada ketinggian sekitar 200 sampai dengan 300 km, tanggal 23 dan 24 Juli 2008 di Kototabang, dapat terlihat pada garis gelap (gambar 2.1 dan gambar 2.2) sedangkan airglow Agustus 2008 ditunjukkan pada Gambar B.1 . Dengan menggunakan data airglow di Panhala Hari Kishore et al (2007) menyatakan bahwa garis gelap, menunjukkan spread F/depletion /buble (lampiran B.2)



080723 140536 080723 141114 080723 142503 080723 143041 080723 143618



080723 144156 080723 145545 080723 150122 080723 150700 080723 151237

Gambar 2.1 : Data airglow Kototabang, OI 630.0 nm, pada tanggal 23 Juli 2008, Jam 14:45:36 UT (21:45:36 WIB - jam 15:12:37 UT (22:12:37 WIB).



080724 122215 080724 122753 080724 123330 080724 123908 080724 125257



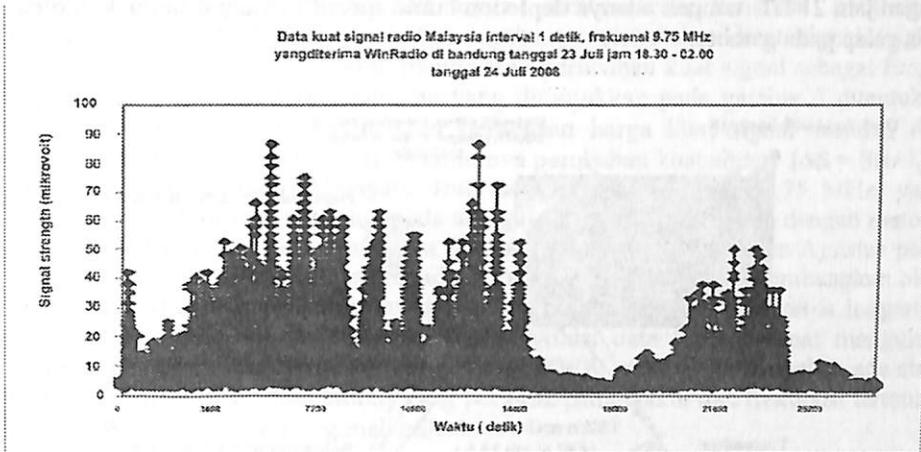
080724 125835 080724 130412 080724 130950 080724 132339 080724 132917



080724 133454 080724 134032 080724 135421 080724 135959 080724 140536

Gambar 2.2 : Data airglow Kototabang, OI 630.0 nm, pada tanggal 24 Juli 2008, Jam 12:22:15 UT (19:22:15 WIB - jam 14:05:36 UT (21:05:36 WIB).

Dari data airglow dapat diketahui bahwa jarak antar depletion (inter-depletion distances), IDD, bervariasi antara 236 – 266 km. Dimana orde ini merupakan panjang gelombang horizontal dari gravity wave (horizontal wavelength of the gravity waves) yang merupakan sumber gangguan pada dasar (base) daerah F selama kejadian spread F. Data kuat signal gelombang radio Malaysia pada tanggal kejadian spread F, tanggal 23 -24 Juli 2008, ditunjukkan pada gambar 2.3.



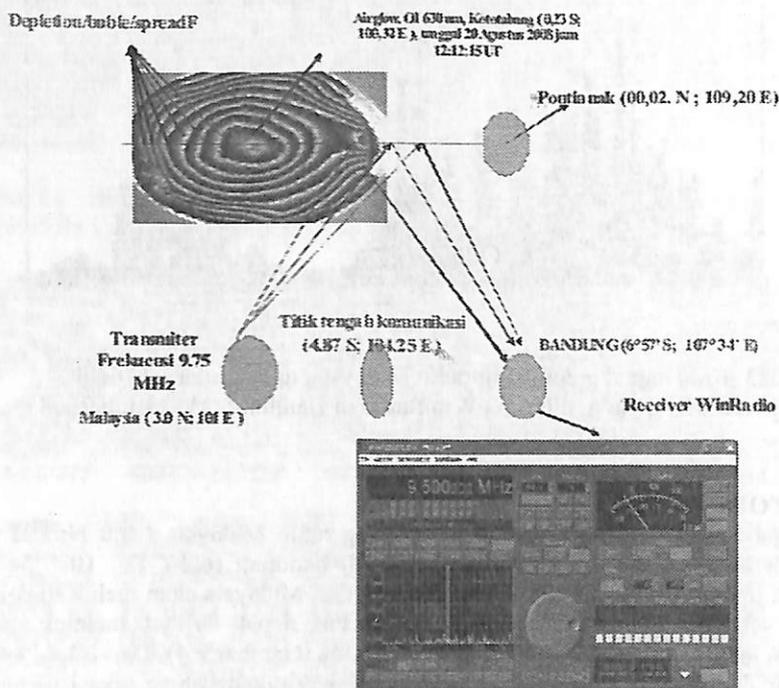
Gambar 2.3: Kuat signal gelombang radio Malaysia, dalam interval 1 detik, frekuensi 9.75 MHz, yang diterima Win Radio di Bandung, 23 -24 Juli 2008

2.2 METODOLOGI

Mengingat lokasi stasiun pemancar gelombang radio Malaysia (3.0 N; 101 E) berada di lintang utara sedangkan penerima di Bandung (6°57' S; 107° 34' E) berada di lintang selatan, propagasi gelombang dari Malaysia akan melewati daerah ekuator sebelum tiba di Bandung, hal tersebut dapat terlihat melalui skema propagasi gelombang radio yang ditunjukkan pada (Gambar 2.4). Dari lokasi antara pemancar dan penerima, secara kasar dapat diperkirakan bahwa lokasi pemantul gelombang radio (titik tengah komunikasi) berada pada lintang geografi (4.87 S; 104.25 E), sehingga ionosfer di Kototabang dan Pontinak, khususnya kejadian spread F, diharapkan dapat memberi informasi tentang gangguan ionosfer terhadap perambatan gelombang frekuensi 9.75 MHz tersebut, yang kuat signalnya diterima dengan WinRadio di Bandung . Penggunaan data dikaitkan dengan ketersediaan data, yaitu data kejadian spread F melalui ionogram dan Airglow di Kototabang serta ionogram di Pontianak, dan juga data kuat signal pada waktu yang bersamaan. Pemilihan data kuat signal yang diolah perlu dilakukan karena tidak semua hari siaran sesuai dengan jadwal siaran yang disampaikan. Dari jadwal, siaran radio Malaysia frekuensi 9.75 MHz sebenarnya mulai jam 14 UT sampai jam 19 UT (Lampiran A.1), namun kenyataan hasil rekaman kuat signal gelombang radio oleh WinRadio sering sekali tidak menunjukkan aktivitas siaran. Hal tersebut tampak

dari harga kuat signal hanya sekitar 2 millivolt. Dari hasil percobaan menunjukkan bahwa siaran radio Malaysia frekuensi 9.75 MHz dalam kondisi siaran, harga kuat signalnya akan lebih besar dari 3 millivolt.

Dari table Kejadian spread F Pontianak bulan Juli 2008 tampak bahwa tanggal 23 dan 24 adalah peristiwa dimana spread F terjadi di Pontianak (Table 2.1) dan Kototabang (Tabel 2.2), sedangkan dari data airglow, OI 630.0 nm, tanggal 23 Juli (Gambar 2.1) dan tanggal 24 Juli (Gambar 2.2), khususnya sekitar jam 19 sampai dengan jam 21 LT tampak adanya depletion/buble/spread F, yang ditunjukkan oleh garis gelap pada gambar.



Gambar 2.4 : Skema propagasi gelombang radio Malaysia, frekuensi 9.75 MHz di Malaysia dan penerima di bandung serta stasiun pengamat ionosfer di Kototabang dan Pontianak

Dari waktu kejadian spread F secara bersamaan yang terjadi pada tanggal 23 dan 24 Juli tersebut, kemudian diolah data kuat signal sesuai dengan waktu kejadian spread F tersebut yaitu tanggal 23 dan 24 Juli 2008. Mengingat rekaman data kuat signal radio malaysia seperti yang ditunjukkan pada (Gambar 2.3) dalam interval detik sedangkan periode gelombang gravitasi dalam orde menit, maka data tersebut

difilter untuk memperoleh data menitan. Sesungguhnya yang ingin diketahui adalah periode gangguan dalam orde gelombang gravitasi sehingga sebelum diolah dengan metode spektral WWZ (weighted wavelet Z-transform), ditentukan perbedaan kuat signalnya . Data kuat signal gelombang radio Malaysia dalam Interval 1 detik pada frekuensi 9.75 MHz yang diterima Win Radio di Bandung pada tanggal 23 dan 24 Juli 2008 tersebut, dimana sumbu x menunjukkan waktu pengamatan dalam satuan detik (angka 0 menunjukkan waktu pengamatan pada jam 19 waktu setempat, angka 3600 adalah jam 20 dan seterusnya, dimana setiap kenaikan 3600 detik menunjukkan perbedaan 1 jam) dan sumbu y menyatakan kuat signal (signal strength) dalam millivolt. Untuk mengetahui perubahan kuat signal sebagai fungsi waktu, data kuat signal sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 3 ditentukan nilai perubahan kuat signal melalui perbedaan harga kuat signal sesudah dan sebelumnya $[\Delta S = S(t+1) - S(t)]$. Selanjutnya perubahan kuat signal $[\Delta S = S(t+1) - S(t)]$, gelombang radio Malaysia, Interval 1 menit, frekuensi 9.75 MHz, yang diterima Win Radio di Bandung, pada tanggal 23 dan 24 Juli diolah dengan metode spektral WWZ. Cara yang sama juga dilakukan untuk bulan Juli dan Agustus pada hari ada dan tidak ada kejadian spread F. Program WWZ yang dikembangkan oleh Foster (1966) adalah program analisis data time series yang tidak sama harganya (unevenly), digunakan untuk mempelajari evolusi data , yang dapat mengukur periode, amplitudo dan harga rata rata. Harga WWZ menunjukkan apakah ada atau tidak perubahan data (fluctuation) yang periodik pada waktu dan frekuensi tertentu, dimana WWZ dapat dihitung melalui :

$$Z = \frac{(N_{\text{eff}} - 3) V_y}{2 (V_x - V_y)} \quad (2.2.1)$$

Dimana : Z adalah WWZ (the weighted wavelet Z-transform)

N_{eff} adalah jumlah efektif

V_y adalah variasi bobot (weighted variation) suatu fungsi model yang dibentuk

dari suatu fungsi yang konstan (a constant function)

V_x adalah variasi bobot dari data .

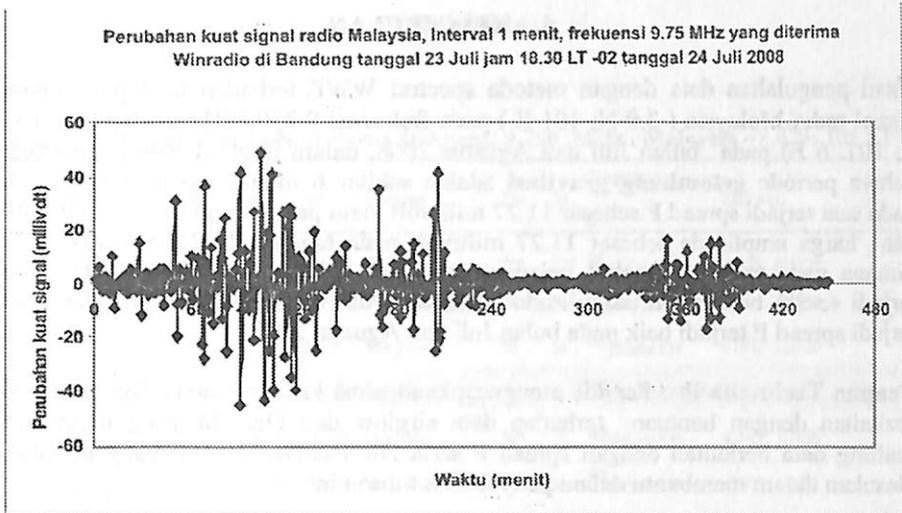
Periode yang dominan hasil pengolahan data dapat diketahui dari nilai WWZ maksimum yang diperoleh dari persamaan 2.2.1 (Kang.s dan Lin. H., 2007), yang merupakan keluaran metode WWZ yang digunakan Secara rinci analisis WWZ dinyatakan oleh Foster (1996). Nilai Amplitudo wavelet yang merupakan output dari software adalah setengah dari harga amplitudo sebenarnya (real semi amplitudo) dari pendekatan sinusoidal yang dilakukan. Sebagaimana telah diungkapkan pada bagian pendahuluan dan metodologi bahwa metode spektral yang digunakan dalam mengolah data adalah metode WWZ. Untuk menjalankan software WWZ, perlu input antara lain berupa batas bawah dan atas serta step, waktu dan frekuensi, yang digunakan. Pada penelitian ini digunakan batas bawah waktu adalah 0 dan batas atas adalah 450 menit, yaitu setiap 7.5 jam pengamatan, dengan step waktu 5 menit. Batas bawah frekuensi 0.0055560 atau periode 3 jam dan batas atas 0.201 atau periode 5 menit dan step 0.002

3. HASIL DAN PEMBAHASAN.

Hasil pemilihan data kejadian spread F yang diolah berdasarkan pengamatan melalui ionogram dan Airglow di Kototabang serta ionogram di Pontianak, dan juga data kuat signal radio Malaysia frekuensi 9.75 MHz dalam waktu yang bersamaan adalah tanggal 23 -24 Juli dan 20-21 Agustus 2008.

Hasil penentuan perubahan kuat signal tanggal 23 dan 24 Juli 2008, [$\Delta S = S(t+1) - S(t)$] ditunjukkan pada (Gambar 3.1). Dari perubahan kuat signal yang ditunjukkan tersebut, tampak bahwa polanya dapat didekatui dengan bentuk sinusoidal, yang merupakan pendekatan pola pada metode spektral WWZ.

Selanjutnya dengan menggunakan metode WWZ dalam mengolah data kuat signal pada tanggal 23 dan 24 tersebut, diperoleh hasil periode dominant dengan amplitudo yang berkaitan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. Sedangkan hasil pengolahan perubahan kuat signal tersebut diperoleh bahwa nilai WWZ maksimum adalah 3.40, sedangkan periode yang dominan adalah 5.90 menit dengan amplitudo 11.27 millivolt. Hasil pengolahan data kuat signal selengkapnya pada tanggal 21 – 26 Juli 2009 ditunjukkan pada (Tabel 3.1). Dengan cara pengolahan yang sama untuk kuat signal bulan Agustus 2008, diperoleh bahwa pada saat kejadian spread F tanggal 20 dan 21 Agustus (Tabel C.1 dan Tabel C.2), diperoleh bahwa nilai WWZ maksimum adalah 4.45, periode dominan 5.70 menit dengan amplitudo 3,70 millivolt (Tabel 3.2). Sebagaimana telah disampaikan pada pendahuluan bahwa gelombang gravitasi periode pendek berada pada rentang 5 sampai dengan 90 menit. Adapun hasil pengolahan data kuat signal yang ditunjukkan pada tabel 1 dan secara keseluruhan berada pada periode sekitar 6 menit, sehingga dapat dikategorikan sebagai gelombang gravitasi periode pendek. Walaupun kejadian gelombang gravitasi periode pendek 7- 14 menit teramati melalui data airglow, OH pada ketinggian sekitar 87 km, selama 10 hari pengamatan di Australia bagian utara, namun diperlukan analisis data lebih lanjut tentang data airglow pada ketinggian yang sama di daerah penelitian tentang airglow di Kototabang . Hal yang perlu untuk menjadi perhatian adalah amplitudo pada tanggal 23 Juli sebesar 11.20 milli volt dan pada tanggal 20 Agustus dimana harga amplitudo mencapai 3.70 millivolt. Khususnya pada bulan juli dimana terjadi perubahan sekitar 13 persen dari harga maksimum data kuat signal sekitar 85 millivolt. Mengingat pengamatan gelombang gravitasi tidak hanya berkaitan dengan komunikasi, namun kadang kala dikaitkan dengan fenomena alam, seperti gempa, gunung meletus dan lain lain, perlu dilakukan pengolahan data dengan pengamatan pada lokasi yang lebih luas. Hal tersebut mengingat perambatan gelombang gravitasi secara horizontal, dapat diketahui lebih jelas melalui kemunculan gelombang dengan periode yang sama pada lokasi yang berbeda.



Gambar 3.1 : Perubahan kuat signal [$\Delta S = S(t+1) - S(t)$] radio Malaysia, frekuensi 9.75 MHz, dalam interval menit, pada tanggal 23 – 24 Juli 2008.

Tabel 3.1. Harga maksimum WWZ, Periode dan amplitudo kuat signal radio Malaysia, frekuensi 9.75 MHz bulan Juli 08.

Tanggal	WWZ max	Periode (Menit)	Amplitudo (millivolt)	Keterangan
21-22 Juli	4.00	5.01	0.42	Tidak terjadi spread F
22-23 Juli	2.90	5.17	0.37	Tidak terjadi spread F
23-24 Juli	3.40	5.90	11.27	Terjadi Spread F
25-26 Juli	6.00	6.69	0.6	Tidak terjadi spread F

Tabel 3.2. Harga maksimum WWZ, Periode dan amplitudo kuat signal radio Malaysia, frekuensi 9.75 MHz bulan Agustus 08

Tanggal	WWZ max	Periode (Menit)	Amplitudo (millivolt)	Keterangan
1-2 Agustus	4.84	5.83	0.48	Tidak terjadi spread F
4-5 Agustus	4.04	5.70	0.28	Tidak terjadi spread F
20 -21 Agustus	4.45	5.70	3.70	Terjadi Spread F

4. KESIMPULAN

Hasil pengolahan data dengan metode spectral WWZ terhadap data penerimaan signal radio Malaysia (3.0 N; 101 E) pada frekuensi 9.750 MHz di Bandung (6.8 S; 107. 6 E) pada bulan Juli dan Agustus 2008, dalam interval menit, diperoleh bahwa periode gelombang gravitasi adalah sekitar 6 menit, dengan amplitudo pada saat terjadi spread F sebesar 11.27 millivolt yaitu pada tanggal 23-24 Juli 2008 dan harga amplitudo sebesar 11.27 millivolt pada tanggal 20-21 Agustus 2008, dimana pada tanggal tersebut kejadian spread F di Pontianak dan Kototabang terjadi secara bersamaan. Amplitudo lebih kecil dari 1 mikrovolt pada saat tidak terjadi spread F terjadi baik pada bulan Juli dan Agustus 2008.

Ucapan Terimakasih : Penulis mengucapkan terima kasih kepada , Drs Gatot. W berkaitan dengan bantuan terhadap data airglow dan Desi M yang membantu scalling data berkaitan dengan spread F serta DR Buldan Muslim yang memberi masukan dalam membantu dalam penyelesaian tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdu M.A., et al., 2005 “ Planetary Wave Signatures in The Equatorial atmosphere – Ionosphere system and Mesosphere E – and F- region Coupling” *Journal of Atm.And Terres.*
2. Akinori. S., et al (2006) “Ionospheric Disturbances Over Indonesia and Their Possible association With Atmospheric Gravity Waves From the Troposphere”., *Journal of the Meteorological Society of Japan*, Vol. 84A, pp. 327–342, 2006 327
3. Buldan Muslim (2000), “Variabilitas Harian Equatorial Spread F Di atas Biak” ., Tesis Magister ITB
4. Fritts D., et al (2008) “Gravity wave and tidal influences on equatorial spread F based on observations during the Spread F Experiment (SpreadFEX)” *Ann. Geophys.*, 26, 3235 –3532.
5. Hari Kishore et al (2007) “Equatorial F-region plasma drifts: A study using OI 630 nm emission all-sky images” Department of Physics, Andhra University, Visakhapatnam 500 003.
6. Kazimirovsky E. S dan Vergasova G.V, 1982, “ Meteorological effects in the variations of ionospheric parameters – I. The lower thermosphere., *Journal of Atm.And Terres. Phys.* , vol 44 No 11.
7. Kang.s dan Lin. H., (2007) “Wavelet analysis of hydrological and water quality signals in an agricultural watershed”., *Journal of Hydrology* 338 ,pp. 1– 14 8.
8. Manson A. H dan Meek C. E (1979), “Gravity waves of short period (5-90 min), in the lower at 52°N (Saskatoon, Canada)”, *Journal of Atm.And Terres. Phys.*, Vol 42, pp. 103-113.
9. Pautet (2005) “Climatology of short-period gravity waves observed over northern Australia during the Darwin Area Wave Experiment (DAWEX) and their dominant source regions”, *Journal of Geophysical Research*, Vol.110, D03S90.
10. Sekar. R., et al (2008) “Equatorial Spread F structures and associated airglow intensity variations observed over Gadanki”., *Ann. Geophys.*, 26, 3863–3873.

LAMPIRAN A

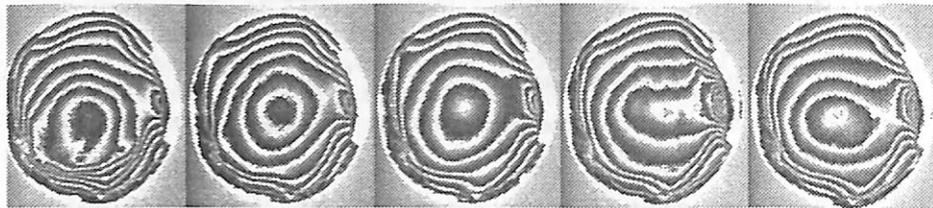
Tabel A.1 : Lokasi dan Jadwal siaran frekuensi 9.750 MHz , Malaysia (3.0 N; 101 E)

Station	Start	End	Days	Language	Pwr	Transmitter		Lat/Long
						Az	Site	
BBC	03:00	04:00	1234567	English	250	270	📡 Mahe	04S35 055E28
PBS Nei Menggu	00:00	03:00	1234567	Mongolian	50	36	📡 Hobhot 839	41N12 111E30
PBS Nei Menggu	04:00	06:00	1234567	Mongolian	50	36	📡 Hobhot 839	41N12 111E30
PBS Nei Menggu	06:00	09:50	1234567	Mongolian	50	36	📡 Hobhot 839	41N12 111E30
PBS Nei Menggu	09:50	16:04	1234567	Mongolian	50	36	📡 Hobhot 839	41N12 111E30
PBS Nei Menggu	21:50	00:00	1234567	Mongolian	50	36	📡 Hobhot 839	41N12 111E30
PBS Nei Menggu (CNR8)	03:00	04:00	1234567	Mongolian	50	36	📡 Hobhot 839	41N12 111E30
RJAPAN	06:55	08:00	1234567	Japanese	300	290	📡 Ibaragi Yamata -Koga	36N09 139E50
RJAPAN	08:00	09:00	1234567	Japanese	300	290	📡 Ibaragi Yamata -Koga	36N09 139E50
RJAPAN	09:00	10:00	1234567	Japanese	300	290	📡 Ibaragi Yamata -Koga	36N09 139E50
RJAPAN	10:00	16:00	1234567	Japanese	300	290	📡 Ibaragi Yamata -Koga	36N09 139E50
RJAPAN	16:00	17:00	1234567	Japanese	300	290	📡 Ibaragi Yamata -Koga	36N09 139E50
RNEW ZEALAND INT. (DRM)	14:00	14:307	English	35	102	📡 Woofferton	52N19 002W43
RFE/R.LIBERTY	01:00	02:00	1234567	Kazakh	100	85	📡 Biblis	49N40 008E30
VOICE OF ISLAM	14:00	17:00	1234567	Malaysian	50	150	📡 Kajang	03N00 101E45
VOICE OF MALAYSIA	03:00	06:00	1234567	English	50	150	📡 Kajang	03N00 101E45
VOICE OF MALAYSIA	06:00	08:30	1234567	English	50	150	📡 Kajang	03N00 101E45
VOICE OF MALAYSIA	12:00	14:00	1234567	Indonesian	50	150	📡 Kajang	03N00 101E45
VOICE OF MALAYSIA	17:00	19:00	1234567	Malaysian	50	150	📡 Kajang	03N00 101E45
VOICE OF RUSSIA(DRM)	13:00	14:00	1234567	Russian (Digital)	12	220	📡 Kalingrad Bobshakovo	55N45 037E17
VOICE OF RUSSIA(DRM)	15:00	16:00	1234567	German(Digital)	12	220	📡 Kalingrad Bobshakovo	55N45 037E17

LAMPIRAN B



080820 121215 080820 121753 080820 122330 080820 122908 080820 124257

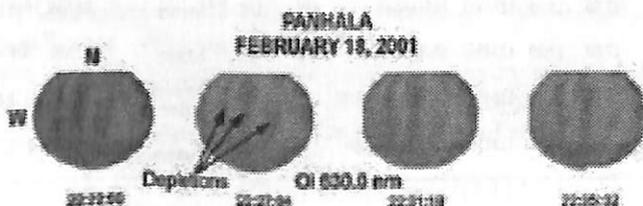


080820 124835 080820 125412 080820 125950 080820 131339 080820 131917



080820 132454 080820 133032 080820 134421 080820 134421 080820 135536

Gambar B.1 : Data airglow Kototabang OI 630.0 nm, yaitu pada ketinggian 200-300 km, tanggal 20 Agustus 2008.



Gambar B.2 : depletion/buble/spread F Di Panhala (17.0 N; 74.2 E) pada tanggal 18 Februari 2001 pada jam 22:22:50; 22:27:04; 22:31:18; 22:35:32 IST (Indian Standard time)

LAMPIRAN C

Tabel C.1 : Kejadian Spread F, Agustus 2008 di Pontianak (0°02' S; 109° 20' E)

Tanggal	Jam (WIB)	Hmax (km)	Hmin (km)	Δh (km)	Fmax (MHz)	Fmin (MHz)	Δf (MHz)
14	18:00	60	294	228	66	4.26	3.71
15	18:00	68	333	247	86	2.88	2.62
16	18:00	72	357	268	89	4.2	3.87
16	19:00	76	344	265	79	4.69	4.24
20	18:00	71	388	273	115	5.14	4.06
20	19:00	75	309	247	62	5.04	3.95
20	20:00	79	346	234	112	3.49	3.15

Tabel C.2 : Kejadian Spread F, Agustus 2008 di Kototabang (0.2 S ; 100.32 E)

Tanggal	Jam (WIB)	Hmax (km)	Hmin (km)	Δh (km)	Fmax (MHz)	Fmin (MHz)	Δf (MHz)
9	1				3.40	2.40	1.00
9	2				4.00	2.40	1.60
9	3				3.60	2.60	1.00
10	1				3.60	2.40	1.20
10	2	273	236	37	2.80	2.20	0.60
11	0	345	300	45	4.00	3.00	1.00
11	1	309	236	73	4.60	3.60	1.00
11	2				4.20	2.80	1.40
11	3	327	182	145	6.00	3.40	2.60
12	3	336	264	73	4.00	2.40	1.60
13	2	318	264	55			
14	23				3.40	2.40	1.00
14	0	364	318	46	4.60	3.00	1.60
16	2	327	291	36	3.20	2.40	0.80
19	0				5.00	4.40	0.60
19	1	345	264	81	7.40	5.20	2.20
19	2				6.00	4.20	1.80
20	1	273	218	55	4.60	3.20	1.40
20	2	318	173	145	5.20	3.60	1.60
21	0				3.60	2.20	1.40
21	2				3.40	2.60	0.80
24	22	300	245	55	4.40	3.80	0.60
24	23	327	264	63	3.40	2.40	1.00
27	1	336	282	54	3.00	2.20	0.80
27	2				3.00	2.20	0.80
28	22	327	273	58	4.00	3.00	1.00
28	23	291	245	46	3.40	2.40	1.00
28	0	318	255	63	3.20	2.40	0.80
28	1	336	291	45	3.80	2.80	1.00
28	2	345	273	72	3.40	2.20	1.20
29	23	273	227	46	6.80	5.80	1.00
29	0				5.20	4.00	1.20
30	23				4.20	3.60	0.60
30	0	345	282	63	4.40	2.80	1.60
30	1	282	227	55	6.40	4.80	1.60