

ANALISIS KETERKAITAN ANTARA KEJADIAN *SPREAD-F* DAN SINTILASI IONOSFER

Sri Ekawati^{1,2}

¹Mahasiswa Magister Fisika, FMIPA, ITB

²Bidang Ionosfer dan Telekomunikasi, Pusat Sains Antariksa, LAPAN
sekawati@students.itb.ac.id; ekawa_srie@bdg.lapan.go.id

Abstract

Irregularities in the ionosphere can cause disturbance on radio communications signal propagation in wide frequency spectrum, from HF to UHF range. The Strong Spread-F can cause HF radio communications in the form of fading. And the occurrence of ionospheric scintillation will cause loss of lock on the navigation system and degradation of signal quality on satellite communication systems especially in L-band range. This paper analyzed the relationship of ionospheric scintillation occurrence using parameter the change of Total Electron Content (ROT), ROT Index (ROTI) and the Strong range Spread-F (SSF). TEC data obtained from the GPS data Ionospheric Scintillation and TEC Monitoring (GISTM) GSV4004 in Bandung. The calculation parameters of ROTI are quite complex but ROTI can detect ionospheric disturbances in the order of kilometers. Spread-F data obtained from the ionosonde IPS-71 in LPD Sumedang which is located approximately 30 km from Bandung. On 26 September 2012, a strong spread-F occur around 20:00 pm and 22:00 pm. At the same time, ROT fluctuate ± 3 and ROTI increases greater than 0.7 which showed by GPS satellite PRN 02 and PRN 21. The impact on the signal quality degradation seen in the value of L2 carrier-to-noise-density ratio (C/No) decreased till 5 dBHz. The results show the occurrence of spread-F strongly associated with the ionospheric scintillation.

Keywords: Ionosphere, spread-F, scintillation, ROTI

Abstrak

Ketidakteraturan ionosfer dapat mengganggu propagasi sinyal komunikasi radio dengan spektrum frekuensi yang lebar yaitu dari range HF sampai dengan UHF. Kemunculan *Spread-F* kuat dapat menyebabkan gangguan komunikasi radio HF berupa *fading*. Kemunculan sintilasi ionosfer akan menyebabkan gangguan pada sistem navigasi berupa *loss of lock* dan sistem komunikasi satelit pada range *L-band* berupa penurunan kualitas sinyal. Pada makalah ini dianalisis keterkaitan kemunculan sintilasi ionosfer dari parameter *Rate change of Total Electron Content Index* (ROTI) dan kemunculan *Strong range Spread-F* (SSF). Data ROTI diperoleh dari penerima GPS *Ionospheric Scintillation and TEC Monitoring* (GISTM) GSV4004B Bandung (6,90°LS;107,60°BT). Perhitungan parameter ROTI cukup kompleks namun ROTI dapat mendeteksi gangguan ionosfer dalam orde kilometer. Data *Spread-F* diperoleh dari data ionosonda IPS-71 di LPD Sumedang (6,91°LS;107,83°BT) yang terletak kurang lebih 30 Km dari Bandung. Pada tanggal 26 September 2012, *spread-F* kuat terjadi sekitar pukul 20:00 WIB dan 22:00 WIB. Pada waktu yang sama, fluktuasi ROT mencapai ± 3 TECU dan kenaikan nilai ROTI lebih besar 0.7 yang ditunjukkan PRN 02 dan PRN 21. Dampaknya adalah penurunan kualitas sinyal pada L2 *carrier-to-noise-density-ratio* (C/No) mencapai 5 dB-Hz. Hasil menunjukkan kemunculan *spread-F* kuat berkaitan dengan kemunculan sintilasi ionosfer.

Kata Kunci : Ionosfer, *Spread-F*, Sintilasi, ROTI

1. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia termasuk dalam daerah ± 20 derajat dari ekuator magnet. Ionosfer di daerah tersebut mempunyai densitas elektron yang lebih tinggi dibandingkan daerah lintang tinggi. Pada daerah tersebut juga terjadi anomali ionosfer atau *Equatorial Ionization Anomaly* (EIA), sehingga ionosfer pada daerah ini menarik untuk diteliti.

Fenomena ketidakteraturan ionosfer dapat menyebabkan masalah serius pada propagasi sinyal komunikasi radio. Kemunculan *Spread-F* dapat menyebabkan gangguan pada komunikasi HF (3 – 30 MHz) berupa *fading* (Rao, 1984). Terjadinya *spread-F* dapat mengganggu komunikasi radio yang menggunakan ionosfer sebagai media pemantul karena titik pantul di ionosfer tidak sama (menyebar) sehingga menyebabkan interferensi gelombang yang menyebabkan *fading* (Rao, 1984). Dampak ketidakteraturan ionosfer pada komunikasi data menggunakan radio ditunjukkan oleh kesalahan penerimaan data dengan menghilangnya beberapa karakter informasi (Dear, 2010). Fenomena lainnya adalah kemunculan sintilasi ionosfer yang dapat menyebabkan gangguan pada sistem navigasi berbasis satelit dan sistem komunikasi satelit khususnya pada *L-band*. Kejadian sintilasi ionosfer dapat mengganggu sistem navigasi berbasis satelit berupa *loss of lock* sehingga penerima GPS tidak dapat menerima sinyal dari satelit. Sedangkan dampak pada sistem komunikasi satelit berupa penurunan kualitas sinyal.

Keterkaitan kemunculan *Spread-F* dengan sintilasi ionosfer telah banyak diteliti oleh peneliti ionosfer. Kemunculan *Spread-F* dikaitkan dengan data sintilasi dari band VHF. (Agrawal, 2007). *Spread-F* dikaitkan dengan data sintilasi pada kanal L band dari GPS (Wang, 2009 ; Shi, 2011). *Spread-F* juga terkait dengan fluktuasi fase sinyal GPS dan plasma bubble di daerah puncak anomali (*crest region*) ionosfer selama aktivitas matahari maksimum (Lee, 2009). Semua penelitian tersebut mengaitkan kemunculan *spread-F* dengan indeks amplitudo sintilasi (*S4 index*).

Parameter ROTI dapat digunakan untuk mendeteksi gangguan dalam orde kilometer, sedangkan indeks S4 dapat digunakan sebagai indikasi gangguan dalam orde meter (Pi,19997; Basu, 1999; Beach and Kintner,1999). Oleh karena itu pada makalah ini, kemunculan *spread-F* akan dianalisis keterkaitannya dengan data *Rate change of TEC index* (ROTI) pada tanggal 26 September 2012.

2. DATA DAN METODE

ROTI dihitung dari data TEC (*Total Electron Content*) hasil pengamatan menggunakan perangkat GISTM GSV4004B di Bandung ($6,90^{\circ}\text{LS};107,60^{\circ}\text{BT}$; lintang geomagnetik $16,5^{\circ}\text{LS}$). Adapun perhitungan ROTI adalah :

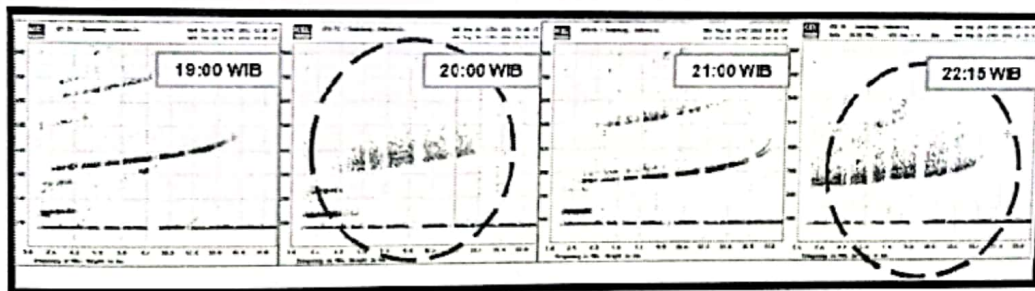
$$ROTI = \sqrt{\langle ROT^2 \rangle - \langle ROT \rangle^2} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan $\langle ROT^2 \rangle$ adalah rata-rata kuadrat ROT selama 5 menit dan $\langle ROT \rangle$ menyatakan rata-rata nilai ROT dalam selang waktu yang sama. Indeks ROT/ROTI adalah akar kuadrat dari selisih antara $\langle ROT^2 \rangle$ dan $\langle ROT \rangle^2$. ROT atau *rate change of TEC* diperoleh dari perbedaan atau perubahan TEC per menit yang diperoleh dari data TEC setiap satelit.

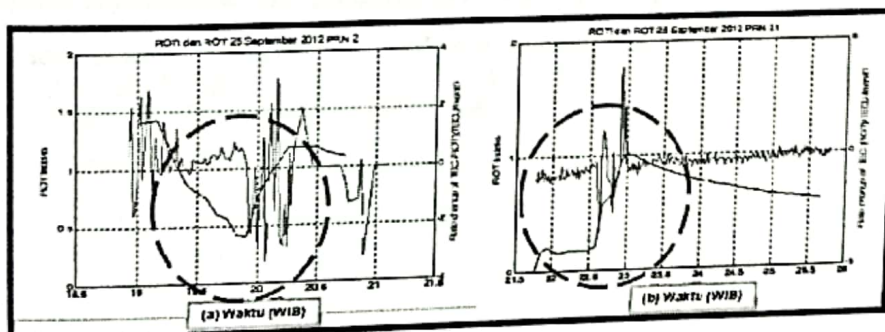
$$ROT = TEC(t_1) - TEC(t_0) \dots \dots \dots (2)$$

Dengan $TEC(t_1)$ adalah nilai TEC pada waktu ke-t dan $TEC(t_0)$ adalah nilai TEC pada waktu sebelumnya.

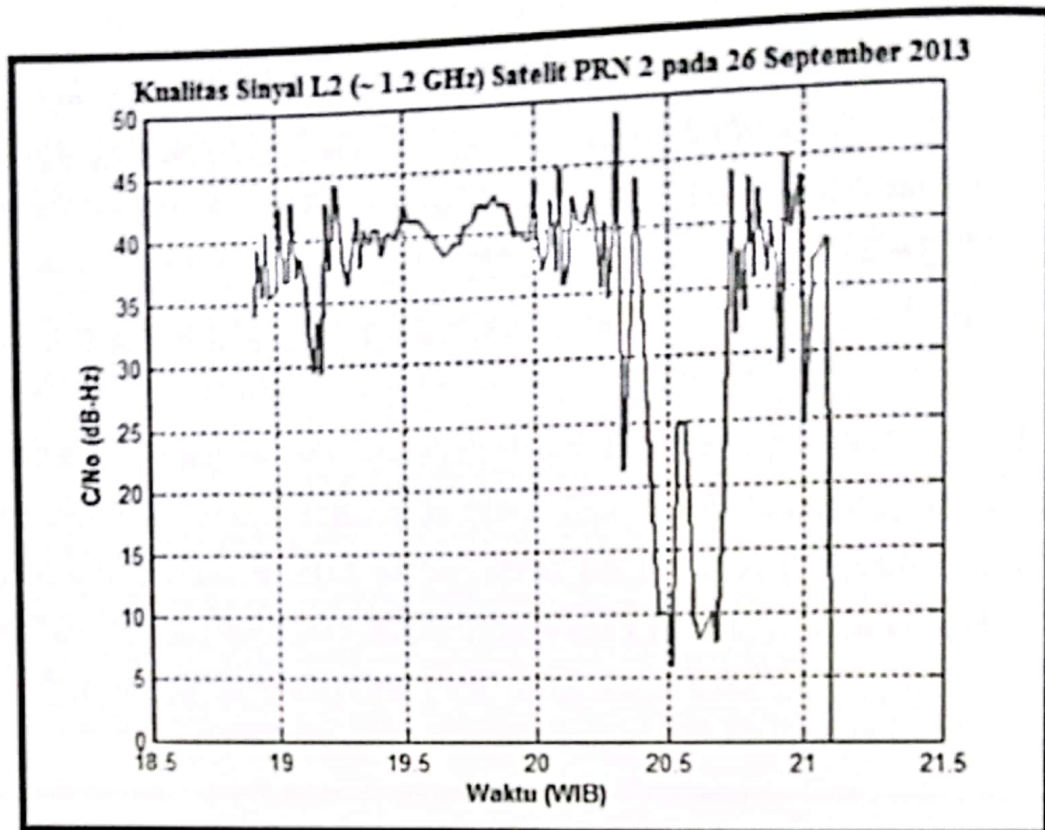
Data ROT dan ROTI yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan kemunculan *spread-F* hasil pengamatan menggunakan ionosonda IPS-71 di Loka Pengamatan Dirgantara (LPD) Sumedang (6,91°LS;107,83°BT) pada tanggal 26 September 2012. Pemilihan data pada tanggal tersebut merujuk kepada adanya laporan bahwa telah terjadi gangguan pada sistem komunikasi satelit pada tanggal 26 September 2012 sekitar pukul 20:00 WIB (Rahman, A., 2012).



Gambar 1. Serangkaian ionogram hasil pengamatan di LPD Sumedang tanggal 26 September 2012, pukul 19:00 – 21:15 WIB.



Gambar 2. Fluktuasi ROT (garis biru) dan ROTI (garis hijau) tanggal 26 September 2012, hasil pengamatan dengan GISTM di Bandung, yang ditunjukkan (a) satelit PRN 2 dan (b) satelit PRN 21.



Gambar 3. Penurunan kualitas sinyal L2-band (C/N_0) dari satelit PRN-2 pada tanggal 26 September 2012.

Dampaknya terlihat pada penurunan kualitas sinyal satelit frekuensi L2-band (~1.2 GHz) yaitu menurunnya C/N_0 sampai 5 dB-Hz pada pukul 20:15 s.d. 20:40 WIB yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Untuk penelitian selanjutnya perlu pengamatan dengan lebih banyak data waktu kemunculan gangguan agar diperoleh kesimpulan yang lebih baik. Karena ionosfer merupakan medium dispersif, dimana respon ionosfer akan bergantung pada frekuensi, maka respon ionosfer pada frekuensi band HF akan berbeda dengan frekuensi band UHF. Dengan diketahuinya keterkaitan antara fenomena *spread-F* dan fenomena sintilasi ionosfer, gangguan komunikasi radio baik untuk band HF maupun UHF dapat dideteksi oleh ionosonda maupun GPS.

4. KESIMPULAN

Kemunculan *spread-F* berkaitan dengan kemunculan sintilasi ionosfer dari parameter ROT dan ROTI dari segi waktu kemunculannya. Hal ini dibuktikan dengan waktu kemunculan *spread-F* dan sintilasi ionosfer pada tanggal 26 September 2012 sekitar pukul 20:00 WIB dan 22:15 WIB. Artinya pada waktu tersebut di ionosfer terjadi ketidakteraturan yang dapat dideteksi oleh

ionosonda (*spread-F*) dan GPS *L-band* (ROT dan ROTI). Sehingga untuk mendeteksi gangguan komunikasi radio, baik untuk *band* HF maupun UHF, dapat digunakan data pengamatan ionosonda maupun GPS. Kemunculan *spread-F* berkaitan dengan kejadian sintilasi ionosfer karena bersumber dari kemunculan plasma buble di ionosfer.

UCAPAN TERIMA KASIH. Penulis mengucapkan terima kasih A. Rahman, M.Si yang telah memberikan data gangguan komunikasi satelit, kepada Drs. Jiyo, M.Si atas bimbingan penulisan makalah ini, kepada Asnawi, M.Sc. atas ide penelitian dan data GISTM. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada tim jaringan TekMat atas ketersediaan data di <http://foss.dirgantara-lapan.or.id/> dan tim di LPD Sumedang.

DAFTAR RUJUKAN

- Agrawal, M., H.P. Joshi, K. N. Iyer, A.K. Patra and Smitha V. Thampi, *Study of Equatorial Spread-F using L-band and VHF Radar*. Bull. Astr. Soc. India (2007) 35, 631-637, 2007.
- Basu S., K. M. Groves, J. M. Quinn and P. Doherty, *A comparison of TEC fluctuation and scintillations at Ascension Island*, J. Atmos. Sol. Terr. Phys, 61, 1219-1226, 1999.
- Beach T. L. and P. M. Kintner, *Simultaneous Global Position System observations of equatorial scintillations and total electron content fluctuations*, J. Geo. Res., 104, A10, 22553-22565, 1999.
- Dear, V., Komunikasi Data Menggunakan Radio HF Moda Olivia pada Saat terjadi *Spread-F*. Majalah Berita Dirgantara, Vol.11, No.1, (Maret), 2010.
- Lee, C.C., F.D. Chu, W. S. Chen, J.Y. Liu , S.-Y., Su, Y. A. Liou, and S.B. Yu. *Spread-F, GPS Phase Fluctuations and Plasma Bubbles Near The Crest Equatorial Ionization Anomaly During Solar Maksimum*, Journal of Gephysical research, Vol. 114, A08302, doi:10.1029/2009JAO14195, 2009.
- Pi X., A. J. Mannucci, U. J. Lindqwister and C. M. Ho, *Monitoring of global ionospheric irregularities using the worldwide GPS network*, Geophys. Res. Lett., 24, 2283, 1997.
- Rachman, A.,Asnawi, Ekawati, S., Wijanarko, D. I., Abbas, S. A., "The Relationship between Space Weather and Scintillations of Telkom 1 and Telkom 2 Satellites. Dipresentasikan pada the APSCO 4th International Symposium on Communication Satellite Technology and Applications, Yogyakarta, 5 – 8 November 2012.
- Rao, P.S., Kesava., *Effect of Spread-F Irreguralities On The Fading Of Radiowaves at Kakinada*. 1984.
- Shi, J.K., G.J. Wang, B.W. Reinisch, S.P. Shang, X. Wang, G. Zhrebotsov, and A. Potekhin, *Relationship between Strong range Spread-F and Ionospheric Scintillation observed in hainan from 2003 to 2007*, Journal of Geophysical research, Vol. 116, A08306, doi:10.1029/2011JA16806, 2011.

Wang, G. J., J. K. Shi, S-P. Shang, X. Wang, *Correlations between Strong Range Spread-F and GPS L-band Scintillations Observed in Hainan in 2004*, Chin. Phys. Lett. Vol. 26, No.1 (2009) 019401, 2009.