

EFEK SINTILASI IONOSFER TERHADAP GANGGUAN KOMUNIKASI SATELIT

Sri Ekawati

Peneliti Bidang Ionosfer dan Telekomunikasi, Pusfatsainsa, LAPAN
e-mail: ekawa_srie@bdg.lapan.go.id, cie_demes@yahoo.com

RINGKASAN

Ionosfer dapat mempengaruhi keberhasilan komunikasi satelit karena sinyal dari satelit ke antena di Bumi pasti melewati medium ionosfer. Salah satu fenomena ketidakaturan di ionosfer yang mengganggu penjalaran sinyal satelit adalah sintilasi ionosfer. Sintilasi ionosfer adalah fluktuasi yang cepat dari amplitudo dan fase sinyal satelit. Sistem komunikasi satelit yang terganggu oleh sintilasi ionosfer adalah sistem yang menggunakan frekuensi beberapa GHz atau pada pita frekuensi L (*L-Band*). Sinyal GPS, yang menggunakan frekuensi *L-band*, dimanfaatkan sebagai pemantau sintilasi ionosfer dan gangguan komunikasi satelit untuk sistem komunikasi satelit di daerah frekuensi *L-band*. *Mobile Satellite Service* (MSS) adalah salah satu contoh sistem komunikasi satelit yang bekerja di *L-band*. Untuk mengetahui efek sintilasi ionosfer terhadap komunikasi satelit maka dilakukan perbandingan antara data indeks S_4 dengan *CNo ratio* dari data GPS. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin besar indeks S_4 maka *CNo ratio* semakin berfluktuasi. Fluktuasi sinyal tersebut merupakan sinyal satelit yang terganggu oleh sintilasi ionosfer.

1 PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia karena mempunyai lebih dari 17.000 pulau dengan lima pulau besar. Untuk menghubungkan komunikasi membuat Indonesia terhubung dapat menggunakan teknologi komunikasi HF (*High Frequency*, 3 – 30 MHz) yang memanfaatkan ionosfer sebagai pemantul sinyal radio. Namun, adakalanya diperlukan komunikasi handal yang dapat dilakukan kapan dan dimana saja dengan kualitas yang baik tanpa tergantung kondisi ionosfer sebagai pemantul. Oleh karena itu, teknologi satelit digunakan sebagai satu pemecahan pemenuhan kebutuhan telekomunikasi di Indonesia, karena menggunakan satelit sebagai *repeater*-nya. Komunikasi dengan menggunakan satelit dapat dilakukan kapanpun dan dimanapun tanpa harus mengalami *blank spot* atau daerah bisu (Kusumo dkk., 2009).

Salah satu perusahaan operator satelit di Indonesia adalah PT. Pasifik Satelit Nusantara (PSN) yang memiliki satelit Garuda-1. Cakupan geografis dari satelit ini meliputi sebagian besar Asia Tenggara dan daratan Asia. Satelit Garuda dirancang untuk menjalankan *Mobile Satellite Service* (MSS) atau jasa satelit bergerak (Albanjar dan Rasyid, 2005). MSS bekerja pada rentang frekuensi 1 – 3 GHz. Bila menggunakan frekuensi 100 MHz, maka sinyal tersebut akan terserap oleh ionosfer. Sedangkan bila menggunakan frekuensi di atas 3 GHz, maka perlu dipertimbangkan redaman yang disebabkan oleh *hydrometeor* seperti hujan, awan, kabut, dan kristal-kristal es ataupun redaman oleh gas-gas atmosfer, seperti oksigen dan uap air [Andriawan, 2006].

Rentang frekuensi 1–3 GHz merupakan frekuensi terbaik untuk MSS, namun rentang frekuensi tersebut masih dapat mengalami gangguan oleh lapisan ionosfer. Fenomena di ionosfer

yang mengganggu komunikasi satelit yang menggunakan frekuensi L-band salah satunya adalah fenomena sintilasi ionosfer. Gangguan sinyal satelit oleh sintilasi ionosfer merupakan gangguan yang tidak dapat diprediksi akibat berfluktuasinya tingkat kelembaban atmosfer yang menyebabkan terjadinya fluktuasi indeks bias lapisan atmosfer. Hal ini menyebabkan sinyal yang melaluinya berfluktuasi dengan cepat karena adanya redaman lapisan fusi dan absorpsi serta difusi partikel di ionosfer. Adapun tujuan dari penulisan makalah ini adalah untuk mengetahui efek sintilasi ionosfer terhadap komunikasi satelit, yang menggunakan frekuensi L-band, dari data indeks S_4 dan data *carrier-noise-ratio* (C/No).

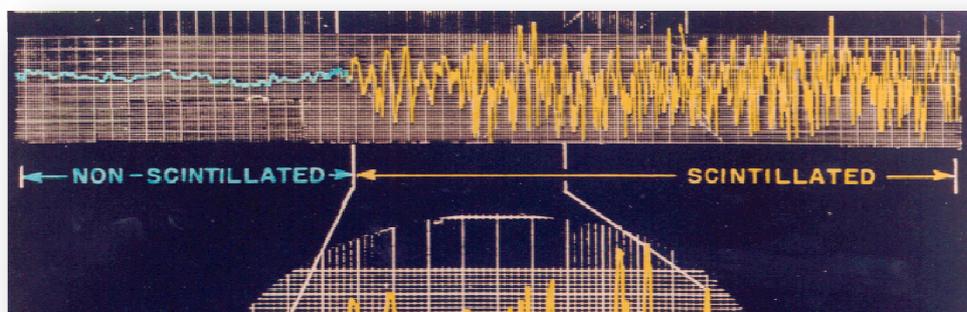
2 KETIDAKTERATURAN IONOSFER DAN SINTILASI IONOSFER

Ionosfer merupakan medium dispersif dan salah satu penentu keberhasilan komunikasi satelit. Medium dispersif adalah medium dimana kecepatan propagasi dari gelombang elektromagnetik bergantung pada frekuensi (Abidin, 2001). Pada medium dispersif, indeks refraksi bergantung pada frekuensi sinyal. Oleh sebab itu, gelombang yang frekuensinya lebih tinggi akan direfraksikan dalam arah yang sedikit berbeda dengan gelombang

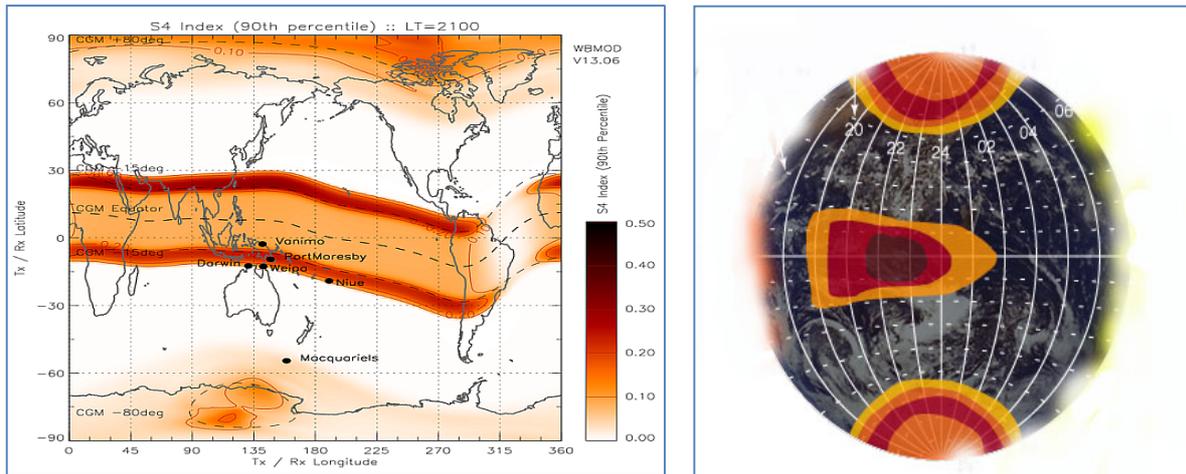
yang frekuensinya lebih rendah. Efek dispersi disebabkan oleh interaksi elektromagnetik antara medan bermuatan listrik dari medium dengan medan eksternal dari gelombang yang memasuki medium tersebut (Abidin, 2001).

Sintilasi ionosfer secara sederhana dapat didefinisikan sebagai fluktuasi yang cepat dari fasa dan amplitudo sinyal frekuensi radio. Gambar 2-1 menunjukkan gambaran sinyal radio yang terganggu fenomena sintilasi. Dari gambar tersebut dapat dibandingkan sinyal yang tidak terganggu dengan sinyal yang terganggu sintilasi ionosfer. Kejadian sintilasi ionosfer, hampir sama dengan kejadian kerlap-kerlip bintang pada malam hari, yang diakibatkan ketidakteraturan di ionosfer. Sintilasi memiliki indeks yang menunjukkan kuat lemahnya sintilasi. Indeks sintilasi adalah indeks S_4 , dengan nilai antara 0–1 dan tidak mempunyai satuan.

Sintilasi ionosfer terjadi di Lapisan F ionosfer. Ketinggian lapisan F di Indonesia berkisar 250 kilometer ke atas. Sintilasi ionosfer sering terjadi di daerah kutub dan ekuator. Ilustrasi sederhana ditunjukkan pada Gambar 2-2. Kejadian sintilasi ionosfer sangat terkait dengan aktifitas Matahari.

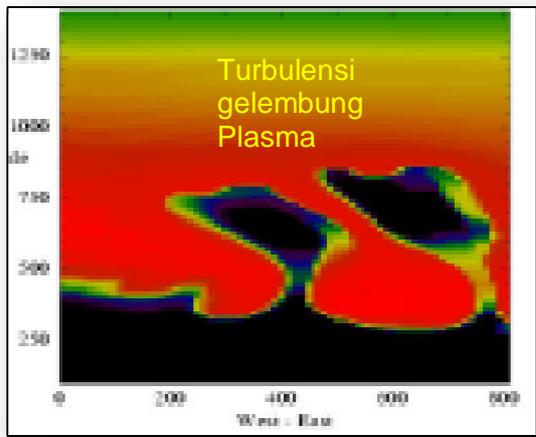


Gambar 2-1: Ilustrasi sinyal radio yang tidak terganggu dan yang terganggu fenomena sintilasi ionosfer (Groves, 2008)



Gambar 2-2: Sintilasi ionosfer lebih sering terjadi di daerah kutub dan ekuator (IPS, 2010; Ekawati dkk., 2008)

Khusus di daerah khatulistiwa, sintilasi disebabkan oleh adanya gelembung-gelembung berbentuk cerutu yang sejajar dengan medan magnet Bumi. Gelembung-gelembung tersebut berisi plasma (gas yang terionisasi) dengan konsentrasi rendah, dan bergerak ke atas.



Gambar 2-3: Ilustrasi turbulensi gelembung plasma di ionosfer [Groves, 2008]

Gelembung-gelembung mulai terbentuk setelah Matahari terbenam karena pada waktu itu timbul gelombang kejut yang disebabkan oleh perubahan mendadak dalam produksi ion-ion di ionosfer. Gelombang kejut ini menimbulkan turbulensi yang selanjutnya memicu terjadinya ketidakaturan ionosfer. Gelembung-gelembung ini bergerak ke atas dan akhirnya pecah

bila mencapai ketinggian yang konsentrasi plasma di sekitarnya sama dengan konsentrasi plasma di dalam gelembung. Gelembung tersebut rata-rata dapat bertahan selama 2 sampai 3 jam sebelum menghilang atau pecah (Soengeng, 1994). Dasar teori gelembung adalah teori *Rayleigh-Taylor Instability*.

Menurut teori hidrodinamika, ketidak-stabilan terjadi karena suatu fluida berada di atas fluida lain yang massa jenisnya lebih kecil (Soengeng, 1994). Akibatnya bidang batas antara kedua fluida tersebut menjadi tidak stabil. Fluida di atas berusaha menerobos ke bawah dan kekosongan yang terjadi diisi oleh fluida yang di bawah. Proses tersebut terjadi secara kontinu sehingga terlihat adanya gelembung-gelembung yang bergerak ke atas. Ketidakstabilan serupa terjadi pada plasma yang berada dalam medan magnet. Bidang batas antara plasma dengan konsentrasi tinggi di atas dan plasma dengan konsentrasi rendah di bawah akan tidak stabil.

Sintilasi ionosfer dapat dipantau dengan memanfaatkan sinyal GPS. *Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System* (NAVSTAR GPS) adalah sistem radio navigasi dan penentuan posisi yang menggunakan satelit. GPS dapat digunakan setiap saat

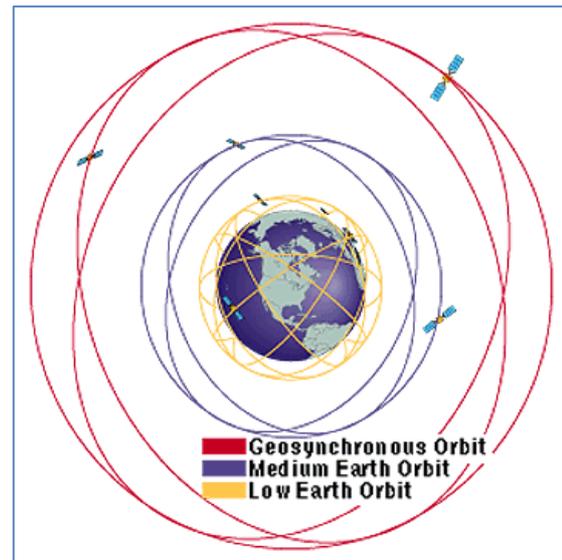
di seluruh permukaan Bumi karena mempunyai konstelasi tertentu sehingga sinyal satelit dapat diterima di seluruh permukaan Bumi (Abidin, 2000). Agar bisa menembus ionosfer, maka sinyal-sinyal GPS dimodulasikan ke gelombang pembawa lebih dari 30 MHz, yaitu pada *L-Band* dengan frekuensi 1227,60 MHz (L1) dan 1575,42 MHz (L2). Pada dasarnya satelit-satelit ini berfungsi sebagai pemancar sinyal-sinyal tertentu sehingga pemakai dapat menentukan posisinya berdasarkan informasi dalam sinyal itu. GPS pada dasarnya digunakan untuk penentuan posisi, namun pada penggunaannya dapat digunakan untuk memantau terjadinya sintilasi dengan memanfaatkan sinyal-sinyal GPS tersebut karena satelit GPS bekerja di pita frekuensi L (*L-band*).

3 MSS (*Mobile Satellite System*)

MSS (*Mobile Satellite System*) adalah suatu sistem komunikasi bergerak berbasis satelit yang menggunakan satelit sebagai *repeater*-nya. MSS merupakan salah satu solusi layanan komunikasi bergerak dengan menggunakan satelit dengan cakupan global untuk mengatasi keterbatasan pelayanan sistem komunikasi HF ataupun sistem seluler seperti terjadinya *blank spot*, keterbatasan pelayanan di perairan dan di udara. Penggunaan Orbit *Geostationery Earth Orbit* (GEO) mempunyai keuntungan yaitu daerah cakupan satu satelit hampir sepertiga Bumi (Kusumo dkk., 2009).

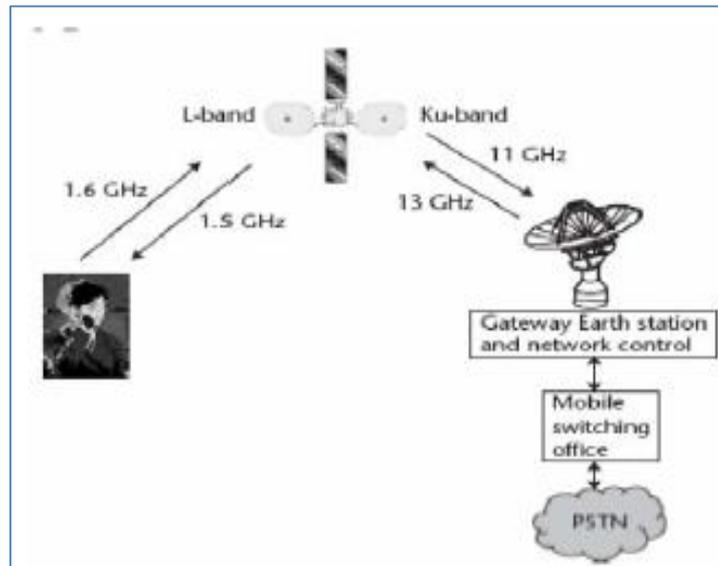
Orbit satelit umumnya dibagi menjadi 3 (tiga) macam berdasarkan ketinggian dari Bumi. *Low Earth Orbit*

(LEO) dengan ketinggian 160-500 kilometer di atas permukaan Bumi. *Medium Earth Orbit* (MEO) dengan ketinggian berkisar antara 10.000-20.000 kilometer di atas permukaan Bumi. Dan *Geostationery Earth Orbit* (GEO) dengan ketinggian kurang lebih 36.000 kilometer di atas permukaan Bumi (Maini dan Agrawal, 2007).



Gambar 3-1: Ilustrasi orbit satelit (SunWorld, 2010)

MSS digunakan di daerah yang belum terjangkau oleh jaringan terestrial dan bekerja pada frekuensi 1-3 GHz sehingga dapat menggunakan antena sederhana untuk akses ke segmen angkasa. Konfigurasi MSS ditunjukkan pada gambar 3-2. MSS bekerja pada frekuensi *L-band* dengan frekuensi *uplink* 1,6 GHz dan *downlink* 1,5 GHz. Komunikasi MSS dengan PSTN atau telepon seluler menggunakan *feeder link* pada frekuensi *Ku-band* dengan frekuensi *up-link* 13 GHz dan *downlink* 11 GHz. (Maini dan Agrawal, 2007).



Gambar 3-2: Konfigurasi MSS (Maini dan Agrawal, 2007)

Penggunaan spektrum frekuensi diatur oleh *International Telecommunication Union* (ITU) seperti ditunjukkan pada Tabel 3-1.

Tabel 3-1: ALOKASI FREKUENSI (Maini dan Agrawal, 2007)

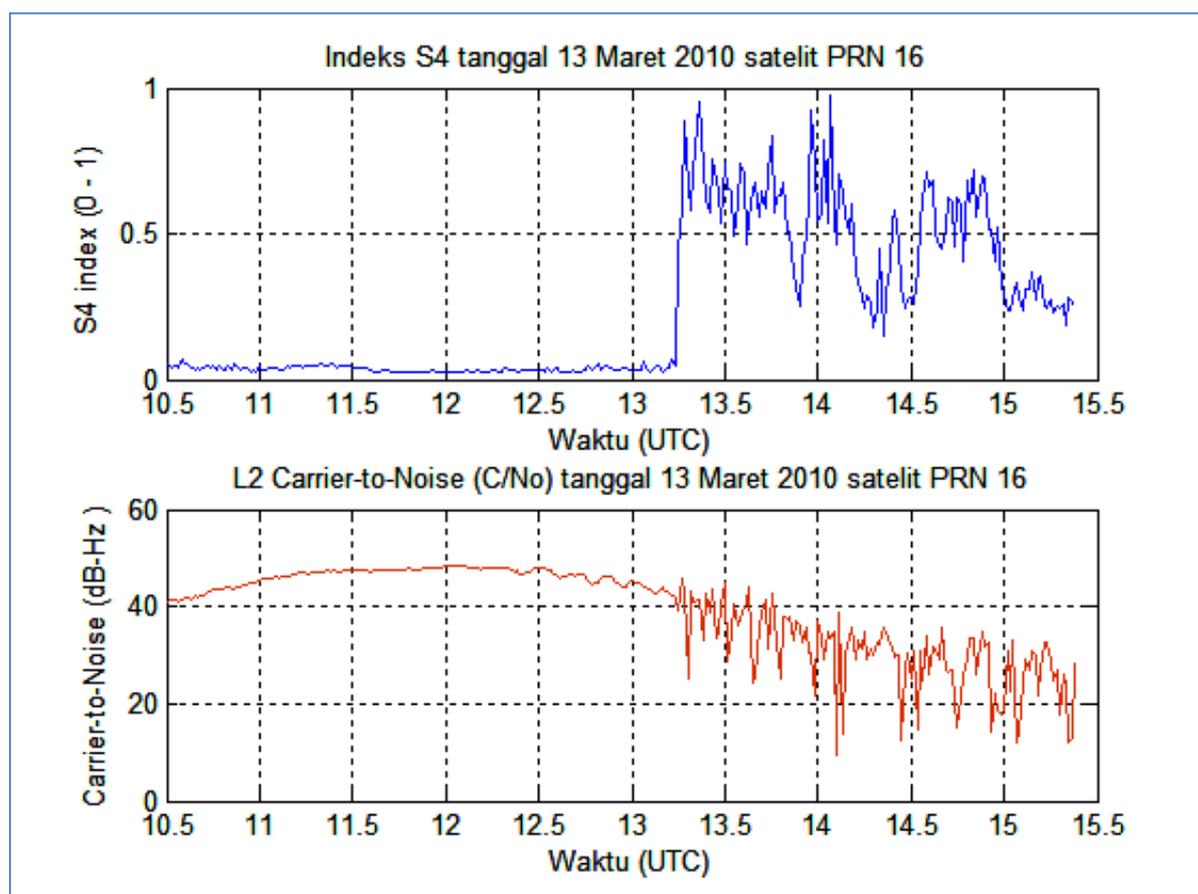
Band	Frekuensi
L	1 – 2 GHz
S	2 – 4 GHz
C	4 – 8 GHz
X	8 – 12 GHz
Ku	12 – 18 GHz
K	18 – 27 GHz
Ka	27 – 40 GHz
V	40 – 75 GHz
W	75 – 110 GHz

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

MSS bekerja di frekuensi *L-band* yaitu 1,6 GHz (*uplink*) dan 1,5 GHz (*downlink*) dan GPS pemantau sintilasi ionosfer juga bekerja pada frekuensi *L-band* yaitu 1,2 GHz (L1) dan 1,5 GHz (L2). Dengan demikian, gangguan yang terjadi di alat GPS akan terjadi gangguan juga di komunikasi satelit MSS.

Gambar 4-1 menunjukkan grafik indeks S_4 dan L2 C/No terhadap waktu

pada tanggal 13 Maret 2010. Data diperoleh dari *GPS Ionospheric Scintillation & TEC Monitor* (GISTM) GSV4004B LAPAN, Bandung. Sumbu-x adalah waktu dalam *Universal Time* (UTC), sehingga bila disesuaikan dengan waktu lokal menjadi UTC + 7 LT (*Local Time*). Satelit GPS PRN 16 menunjukkan kenaikan indeks S_4 pada pukul 13:13 UTC atau 20:13 WIB dan berlangsung selama hampir 2 jam. Artinya sintilasi ionosfer terjadi sekitar 2 jam setelah terbenam Matahari. Gambar di bawahnya adalah grafik *Carrier-to-noise ratio* (C/No) terhadap waktu. *Carrier-to-noise ratio* (C/No) merupakan perbandingan antara sinyal pembawa dengan derau yang diterima. Pada Gambar 4-1 terlihat pada saat sinyal tidak terganggu sintilasi ionosfer, maka C/No dari sinyal satelit terlihat stabil dengan nilai berkisar antara 40 – 50 dB-Hz. Namun pada saat sinyal terganggu sintilasi ionosfer (pukul 13:13 UTC) maka C/No terlihat berfluktuasi tajam dan terjadi penurunan C/No hingga mencapai 16 dB-Hz. Dengan menurunnya nilai C/No maka kualitas link akan terganggu (Alaydrus dan Zubair, 2010). Hal ini membuktikan bahwa sintilasi ionosfer dengan indeks Sintilasi yang tinggi dapat mempengaruhi komunikasi satelit khususnya MSS.



Gambar 4-1: Plot Indeks S_4 dan L2 C/No pada tanggal 13 Maret 2010 yang ditunjukkan oleh satelit PRN 16

5 PENUTUP

Sintilasi ionosfer adalah salah satu fenomena ketidakteraturan ionosfer yang mengganggu penalaran sinyal satelit dengan frekuensi *L-band*. Sintilasi ionosfer diindikasikan oleh indeks S_4 dan gangguan sinyal satelit dapat diindikasikan dengan parameter C/No. Pada saat indeks S_4 mengalami kenaikan yang cukup signifikan (indeks $S_4 \geq 0,6$) maka C/No sinyal satelit terjadi fluktuasi yang tajam dan terjadi penurunan. Pada kasus sintilasi ionosfer tanggal 13 Maret 2010, kenaikan sintilasi ionosfer terjadi pada pukul 20: 13 WIB dan berlangsung selama ~2 jam. Pada waktu tersebut C/No sinyal satelit mengalami fluktuasi yang tajam dan terjadi penurunan hingga 16 dB. Penurunan C/No menunjukkan gangguan kualitas *link*.

DAFTAR RUJUKAN

- Abidin, H.Z., 2001. *Geodesi Satelit*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta. ISBN : 979-408-462-X.
- Alaydrus, M. dan Zubair, 2010. *Analisa Interferensi FM terhadap Link Transmisi Satelit Intermediate Data Rate*. <http://elreg-05.blogspot.com/2010/01/analisa-interferensi-fm-terhadap-link.html>, download September 2010.
- Albanjar, C. dan Rasyid H. A., 2005. *Bagaimana Membuat Indonesia Terhubung: Melayani Yang Belum Terlayani*. Online Journal of space Communication. ISSN : 1542-0639A.
- Andriawan, F., 2006. *Analisa Propagasi Ku-Band pada Sistem Komunikasi Satelit di Indonesia*.
- Ekawati, S., Effendy, Kurniawan, A., 2008. *Sintilasi Ionosfer Ekuator Indonesia berbasis GPS*. Prosiding

- Seminar Nasional Fisika 2008. ISBN : 978-979-98010-3-6.
- Groves, K., 2008. *Ionospheric Scintillation: Morphology and Measurement*. ISAR-NCU, Taiwan, 6 – 18 October 2008.
- IPS, 2010. *Ionospheric Scintillation*. <http://www.ips.gov.au/Satellite/6/3/1>, download September 2010.
- Kusumo P. R., Sugito, Indrarini, D. I., 2009. *Analisis Kinerja Mobile Satellite Service (MSS) pada Frekuensi L-Band di Indonesia*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2009. ISSN: 1907-5022.
- Maini, A. K., Agrawal V., 2007. *Satellite Technology: Principles and Applications*. Chichester: John Wiley & Sons, LTd.
- Soengeng, R., 1994. *Ionosfer*. Yogyakarta: Andi Offset.
- SunWorld, 1998. *Satellite Data Communications: The space race is on*. <http://sunsite.uakom.sk/sunworldonline/swol-06-1998/swol-06-connectivity.html>. download September 2010.