

ANALISIS *CARRIER TO INTERFERENCE* TRANSMISI GELOMBANG MIKROWAVE LINK X BAND DENGAN DOWNLINK SATELIT PENGINDERAAN JAUH

Arif Hidayat^{*)}, Sutan Takdir Ali Munawar^{*)}, Panji Rachman Ramadhan^{*)}, Nurmajid Setyasaputra^{*)}
^{*)} Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, LAPAN
 e-mail: arif.hidayat81@gmail.com

Abstract

Ideal communication systems required low noise. Remote sensing satellite transmitter has been designed to have sufficient power to be able transmit signal remote sensing data from satellites to ground station. Ground Station satellite receives transmission electromagnet waves assuming no external noise interference in addition to the noise of nature and the internal noise of the device. Interference is main signal disruption by noise signals from other transmitters. Remote sensing satellite using X- band frequencies, the frequency used are from 7.8 to 8.5 GHz. To obtain the appropriate data as standart quality processes from satellite to earth transmissions should not be disturbed . Base Transceiver Station (BTS) send information from the mobile phone to MSC (Mobile Switching Center) using mikrowave transmission media or using fiber optics . The problem occurs when the microwave frequency used is equal to the frequency of remote sensing satellite. This paper analyzes the Carrier to Noise (C / N) ideal when no interference and C / I satellites when exposed to interference , and microwave power received at the ground station antenna.

Key Words: *Carrier to Interference (C/I), Carrier to Noise (C/N), BER, Microwave Link*

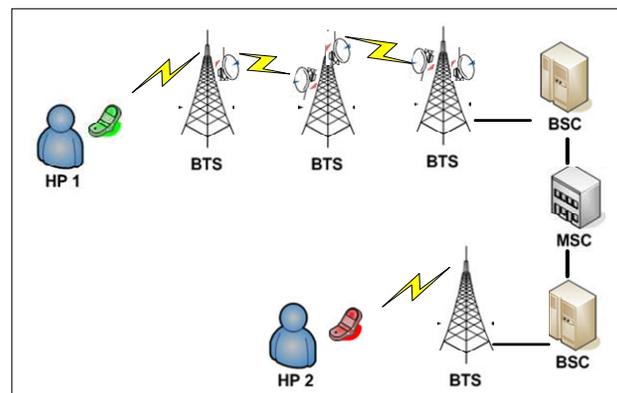
Abstrak

Sistem komunikasi yang ideal membutuhkan *noise* yang rendah. Pemancar satelit penginderaan jauh telah di desain untuk memiliki power yang mencukupi untuk dapat memancarkan data hasil penginderaan jauh dari satelit ke stasiun bumi. Stasiun bumi menerima pancaran gelombang electromagnet dari satelit dengan asumsi tanpa ada gangguan *noise* external selain *noise* dari alam dan noise dari perangkat internal. Interferensi adalah proses terganggunya sinyal utama oleh sinyal *noise* dari pemancar lain. Satelit penginderaan jauh menggunakan frekuensi X Band 7.8 sampai dengan 8.5 Ghz. Untuk mendapatkan data yang sesuai kualitas proses transmisi dari satelit ke bumi tidak boleh terganggu. Base Transceiver Stasiun (BTS) mengirimkan informasi dari telepon seluler ke penyambungan MSC (*Mobile Switching Center*) menggunakan media transmisi mikrowave atau menggunakan serat optik. Masalah terjadi apabila frekuensi mikrowave yang digunakan sama dengan frekuensi satelit penginderaan jauh. Pada tulisan ini dilakukan analisis mengenai *Carrier to Noise (C/N)* ideal satelit saat tidak terkena *interference* dan C/I Satelit saat terkena *interference*, serta power mikrowave yang diterima di antenna stasiun bumi.

Kata Kunci: *Carrier to Interference (C/I), Carrier to Noise (C/N), BER, Mikrowave Link*

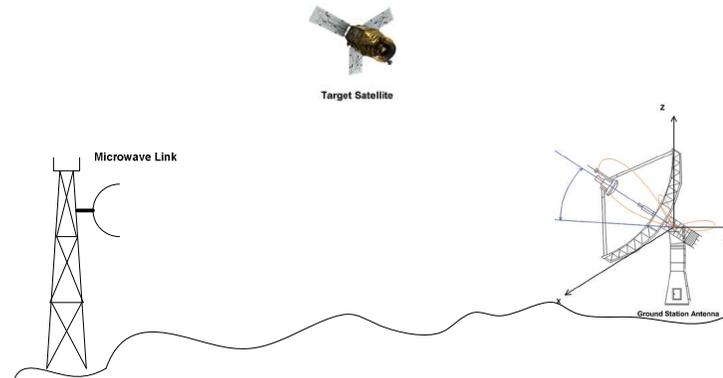
1. Pendahuluan

Base Transceiver Stasiun (BTS) mengirimkan informasi dari telepon seluler ke penyambungan MSC (Mobile Switching Center) menggunakan media transmisi mikrowave atau menggunakan serat optik.



Gambar 1-1. Ilustrasi Penggunaan Mikrowave Link Basestasion

Interferensi pada sistem komunikasi satelit ialah diterimanya sinyal yang tidak diinginkan oleh sistem penerima stasiun bumi, yang berasal dari sistem lain dan mempunyai frekwensi yang sama. Standar frekuensi ITU (International Telecommunication Union) yang mendekati frekuensi kerja satelit adalah standart ITU-R 386 anex 1 dan ITU-R 2 anex 3. Apabila standart ITU-R 386 annex 1 dan atau ITU R annex 3 digunakan di sekitar stasiun bumi satelit penginderaan jauh maka mikrowave itu akan menjadi sumber *interference* bagi stasiun bumi



Gambar 1-2. Ilustrasi Proses Interference Mikrowave Link

Satelit penginderaan jauh yang menggunakan frekuensi X Band yang di rekam di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2-1

2. Parameter Satelit dan Standar ITU

ITU merekomendasikan frekuensi X Band sebagai frekuensi mikrowave link. Berdasarkan rekomendasi dari ITU, frekuensi mikrowave point to point menggunakan channel dari 7747.7 Mhz sampai dengan 8412 dengan bandwidth sebesar 29.65 Mhz dan 28 Mhz. Alokasi kanal frekuensi dan pengkanalannya dapat dilihat pada table berikut. Sebagai ilustrasi kanal frekuensi mikrowave ITU R 386 Annex 1 dapat dilihat pada Gambar 1-2 Komunikasi yang dilakukan dengan 2 arah sehingga diperlukan frekuensi pengirim dan penerima.

Tabel 2-1. Parameter Satelit Penginderaan Jauh

Satelit	Frequency	Bandwidth (MHz)	EIRP (dBW)	Jarak Orbit Apogee (Km)
Spot-5	8253	50	19	826
Spot-5	8365	50	19	826
Spot-6	8150.00	300	26	695
Terra	8212.50	60	17.6	705
Aqua	8160.00	40	19.2	705
NPP	7812.00	30	17	824
LANDSAT 7	8342.5	150	21.2	704
LDCM	8150	374	20.5	718

Standart ITU (International Telecommunication Union) Frekuensi Mikrowave

Tabel 2-2. Alokasi Frekuensi ITU-R 386 Annex1
Dengan Kanal Spasi 29.65

Channel	Fn (MHz)	F'n (MHz)
1	7747.7	8059.02
2	7777.35	8088.67
3	7807	8118.32
4	7836.65	8147.97
5	7866.3	8177.62
6	7895.95	8207.27
7	7925.6	8236.92
8	7955.25	8266.57

Tabel 2-3. ITU-R 386 Annex-3 Dengan Kanal Spasi
28MHz

Channel	Fn (MHz)	F'n (MHz)
1	8293	8412
2	8307	8426
3	8321	8440
4	8335	8454
5	8349	8468
6	8363	8482

Kanal tersebut memiliki bandwidth 29.65 pada setiap kanal frekuensinya. Standar ITU R 386 Annex1 memiliki 8 kanal, terdiri dari 1 kanal uplink dan 1 kanal downlink.

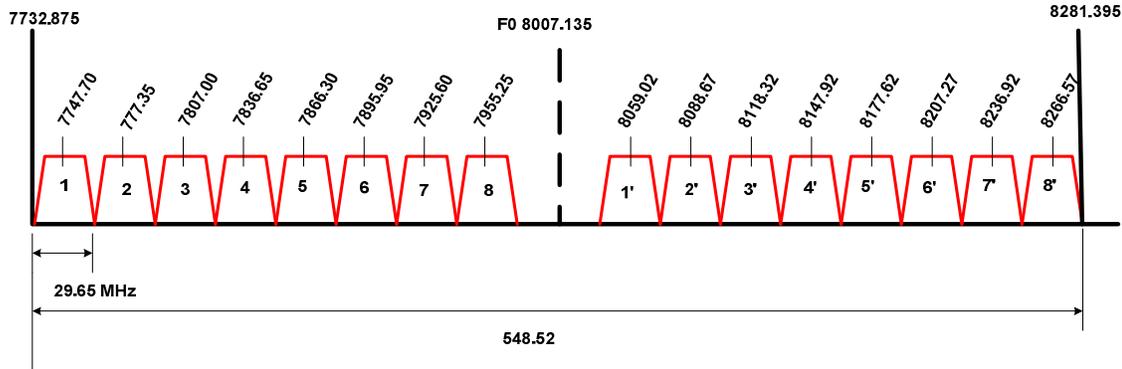
Tabel 2-4. Perbandingan Standar ITU R 386 Annex
1 Dengan Frekuensi Downlink Satelit

ITU-R 386 Annex 1			
No	Fn (Mhz)	F'n (Mhz)	Frekuensi Satelit
1	7747.7	8059.2	
2	7777.35	8088.67	
3	7807	8118.32	SPOT-6, AQUA, NPP
4	7836.65	8147.97	SPOT-6, AQUA, NPP
5	7866.3	8177.62	SPOT-6, AQUA, NPP
6	7895.95	8207.27	LDCM, AQUA
7	7925.6	8236.92	LDCM, AQUA, TERRA
8	7955.25	8266.57	LDCM, AQUA, TERRA

Tabel 2-5. Perbandingan Standar ITU R 386 Annex 2
Dengan Frekuensi Downlink Satelit

ITU-R 386 Annex 2			
No	Fn (Mhz)	F'n (Mhz)	Frekuensi Satelit
1	8293	8412	SPOT 5
2	8307	8426	LANDSAT-7, SPOT-5
3	8321	8440	LANDSAT-7, SPOT-5
4	8335	8454	LANDSAT-7, SPOT-5
5	8349	8468	LANDSAT-7, SPOT-5
6	8363	8482	LANDSAT-7, SPOT-5

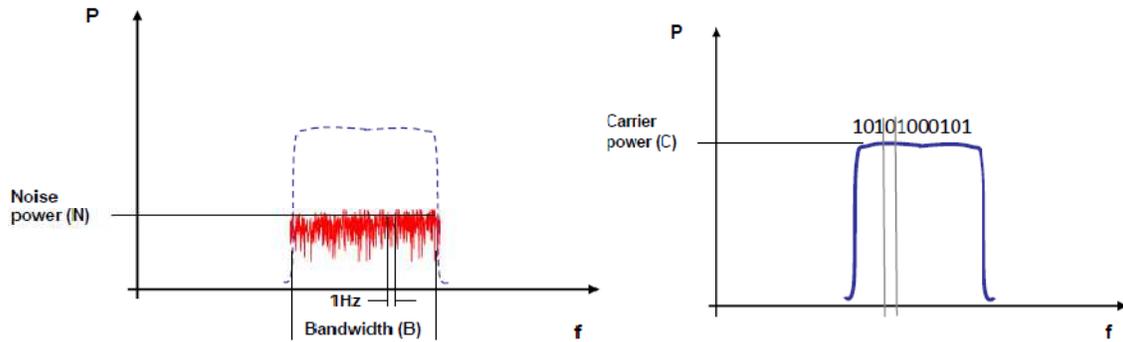
Jika diamati lebih jauh terlihat beberapa frekuensi mikrowave link tersebut berada di bandwidth frekuensi downlink satelit penginderaan jauh.



Gambar 2-1. Standart ITU R 386 Annex 1

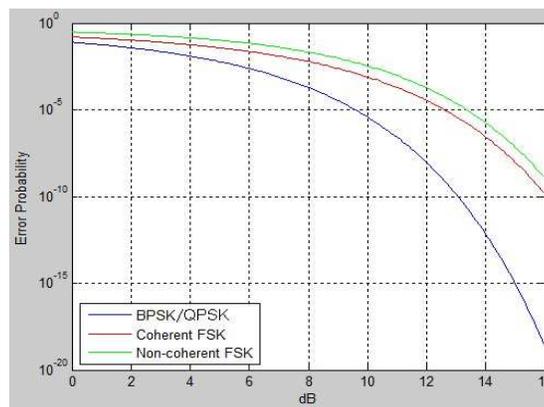
3. Energi Bit Per Noise Dan Bit Error Rate

Agar informasi diterima dengan benar di sisi penerima (demodulator), maka demulator harus mampu menterjemahkan setiap kode yang dikirimkan oleh pemancar.



Gambar 3-1. Perbandingan Power Terhadap Noise Dalam 1 Hertz

Parameter untuk mengetahui kemampuan tersebut adalah E_b/N_0 . E_b/N_0 didefinisikan sebagai rasio Energi bit (E_b) dengan *Noise Spektral Densiti* (N_0). Secara harafiah *Noise* (N_0) adalah perbandingan noise yang ada dengan bandwidth (Hz) satuannya adalah watt/hz. N_0 dapat didekati dengan mengalikan konstanta bolzmant dengan suhu dalam Kelvin ($N_0 = kT$).



Gambar 3-2. E_b/N_0 Dibandingkan Dengan Modulasi

E_b/N_0 digunakan sebagai pengukuran sinyal to noise rasio pada komunikasi digital. E_b/N_0 diukur di input receiver dan digunakan sebagai basic pengukuran besaran sinyal. Jenis modulasi berbeda membutuhkan nilai E_b/N_0 yang berbeda pada nilai BER yang sama. Persamaan untuk mendapatkan BER pada nilai E_b/N_0 tertentu adalah

$$BER = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{E_b/N_0} \quad (3-1)$$

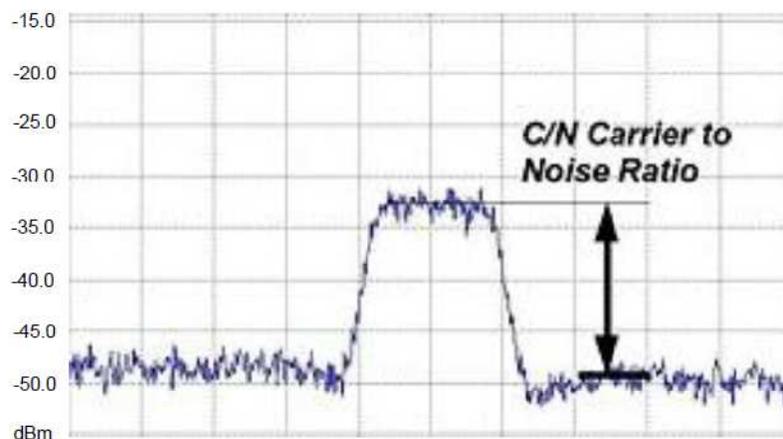
Gambar 3-2 menunjukkan modulasi dengan nilai BER dan E_b/N_0 yang dibutuhkan. BPSK, QPSK, QAM memiliki nilai E_b/N_0 sendiri. Semakin tinggi nilai modulasi yang digunakan pada BER yang sama maka nilai E_b/N_0 semakin tinggi. Tingginya nilai E_b/N_0 ini menyebabkan power pada sisi pemancar harus dinaikkan. Demikian juga redaman dari pemancar sampai penerima harus diminimalkan. Sebagai contoh sebuah satelit mensyaratkan BER yang boleh diterima adalah 10×10^{-6} , dengan menggunakan modulasi QPSK. Maka nilai E_b/N_0 yang di syarkan adalah 11.5 dB. E_b/N_0

4. Carrier To Noise Rasio

Salah satu parameter kualitas signal adalah carrier to noise rasio (C/N) Carrier to Noise adalah perbandingan power sinyal informasi dengan noise yang dihasilkan oleh internal perangkat. Untuk membandingkan keseluruhan Noise terhadap setiap symbol informasi dalam bandwidth tertentu digunakan Carrier to noise. Secara analitik carrier to noise dapat dihitung menggunakan formula :

$$\frac{C}{N} = \frac{E_b}{N_0} \cdot \frac{f_b}{B_w}, \quad (4-1)$$

f_b adalah bit rate total yang dibawa oleh pemancar tersebut sedangkan B_w adalah bandwidth frekuensi kerja dari sistem.

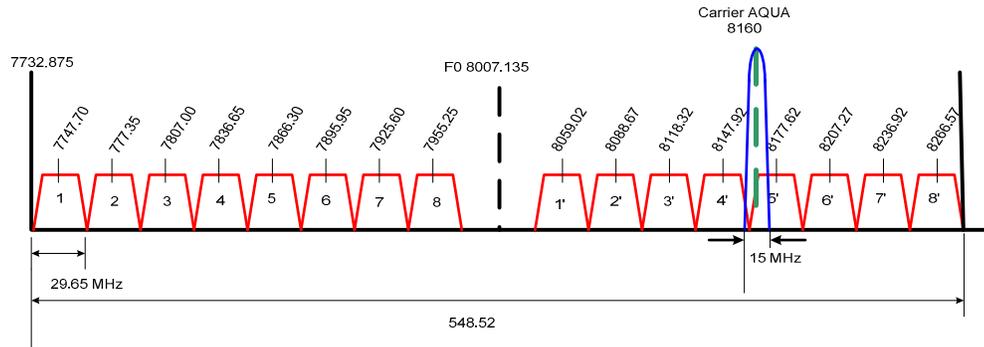


Gambar 4-1. Ilustrasi Carrier To Noise Rasio (C/N)

Carrier to noise ini menunjukkan perbandingan kuat sinyal radio dan noise yang ditimbulkan oleh perangkat internal. Semakin tinggi nilai carrier to noise semakin bagus sistem itu dalam menerima informasi. Carrier to noise yang bagus menghindari kerusakan sinyal sehingga BER (Bit Error Rate) atau probabilitas kerusakan bit rendah.

5. Carrier to Interference

Carrier to *Interference* adalah perbandingan antara power sinyal informasi (carrier) dengan rata rata co-channe *interference* power I atau cross- talk, dari transmitter lain. Sinyal *interference* ini menjadi *noise* bagi sinyal satelit penginderaan jauh. Carrier to interference ini menunjukkan kualitas BER (*Bit Error Rate*). Semakin tinggi nilai carrier to *interference* nilai BER semakin rendah. Sebaliknya apabila nilai carrier to rendah semakin besar nilai maka bit error rate semakin tinggi.



Gambar 5-1. Ilustrasi Inteferece Pada Channel Frekuensi

Carrier to Interference ini menjadi parameter kualitas selain C/N. Semakin tinggi nilai C/I maka semakin bagus. Dengan demikian nilai C/I satelit dapat diderinisikan sebagai berikut

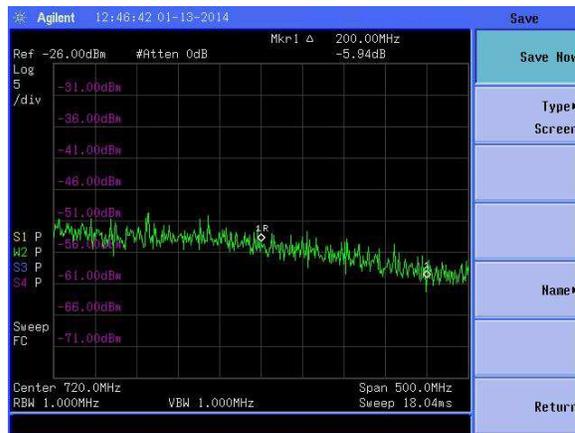
$$C/I = \text{Power Satelit}/\text{Power Interference} \quad (5-1)$$

disisi penerima. Jika kita hitung dalam logaritmik (dB), maka nilai C/I adalah power satelit dikurangi power *interference*. Apabila nilai carrier terhadap interference mencapai negatif, maka power satelit sama sekali tidak diterima oleh demodulator. Untuk mendapatkan nilai carrier to interference dapat dilakukan dengan menghitung power satelit dibandingkan dengan power interference.

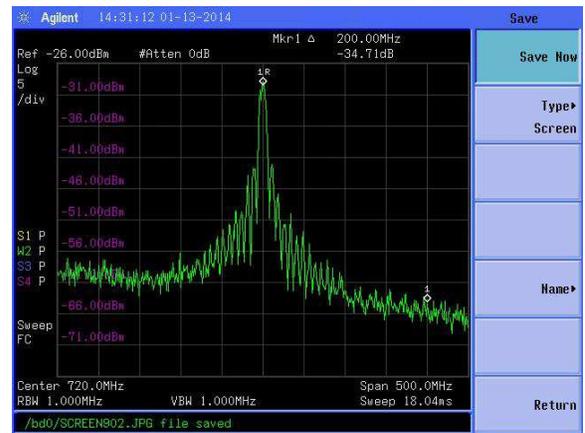
6. Pengukuran C/N dan C/I Pada Satelit AQUA

Satelit Aqua memiliki bandwidth 40 MHz dan bekerja di frekuensi 8160, noise yang terukur di perangkat penerima adalah -56 dBm, pada saat carrier Aqua diterima oleh antenna power yang terukur di perangkat menunjukkan nilai -30 dBm. Sehingga nilai C/N terukur adalah mendekati -26 dB.

Sinyal satelit Aqua tidak mengalami gangguan interference dari sinyal mikrowave. Pengukuran carrier to interference dilakukan dengan mengukur power interference dibandingkan dengan power satelit. Sinyal mikrowave link terdeteksi di elevasi rendah di bawah 3 derajat, pada azimuth tertentu muncul carrier mikrowave. Dengan demikian dapat diukur power mikrowave link yang menjadi interference downlink frekuensi AQUA.



Gambar 6-1 Noise Floor



Gambar 6-2 Carrier Maksimum

Gambar 6-1 menunjukkan noise floor di penerima. Gambar 6-2 menunjukkan sinyal satelit Aqua pada transmisi penuh dengan elevasi tinggi. Dalam perhitungan logaritmik didapat dapat di terjemahkan menjadi sinyal carrier to noise adalah:

C/I= Sinyal Carrier Satelit- Sinyal Interference

(6-1)



(a)



(b)

Gambar 6-3. (a). Menunjukkan Satelit Pada Elevasi Rendah (dibawah 3 derajat), (b) Satelit Bekerja Pada Elevasi Tinggi.

Dengan demikian besaran nilai C/I untuk satelit AQUA adalah $-39 - (-44) = 5$ dB. Sedangkan channel yang mengganggu adalah ch 4 dengan frekuensi uplink 7836.65 dan frekuensi downlink 8147.97. Pada elevasi rendah sinyal interference terukur di penerima tinggi semakin tinggi elevasi semakin rendah sinyal interference.

7. C/I Dan C/N Minimum Studi Kasus AQUA

BER satelit AQUA adalah 10^{-3} dengan demikian EB/No yang dipersyaratkan adalah 6.8 dB sesuai dengan grafik pada Gambar 3-2 nilai ini juga sesuai dengan dokumen *ground station* satelit AQUA.

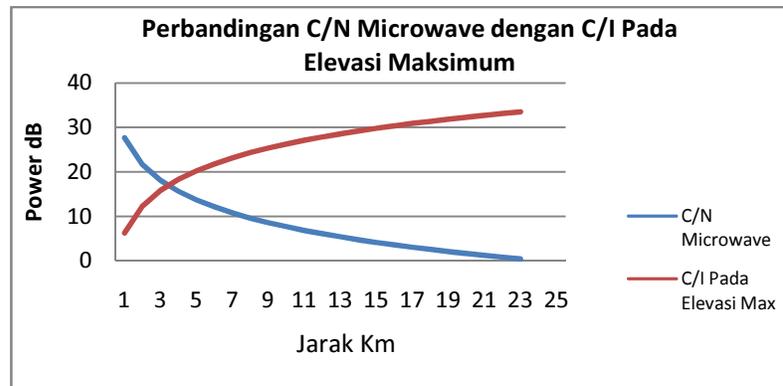
C/N minimum dapat dianalisis dari persamaan (4-1).

$$\begin{aligned} C/N &= 6.8 + 10\log(15.000.000/15000.000) \\ &= 6.8 \text{ dB}+0 \end{aligned}$$

Sehingga pada pengukuran di lapangan perbandingan antara sinyal carrier dan sinyal noise maupun interference adalah 6.8 dB. Pada hasil pengukuran diatas didapat nilai C/N 5 dB hal ini mempengaruhi kualitas citra yang diterima.

8. Analisis Jarak Isolasi dan Daya Pancar Pada Satelit AQUA

Hasil pertemuan dengan depkominfo dilakukan kebijakan melakukan isolasi pada radius 6 kilometer pada jarak ini dilarang menggunakan frekuensi X Band pada frekuensi 7.5 GHz sd 8.5 GHz. EIRP 1 Watt (30 dBm) menjadi simulasi acuan dalam melakukan perhitungan. Besarnya power 1 Watt dibandingkan dengan jarak minimum yang diperbolehkan pemancar dan C/N standart 6.8 dB agar tidak mengganggu. Pada simulasi grafik di bawah menunjukkan pada EIRP 1 Watt 30 dBm, masih mengganggu. Elevasi *interference* di bawah 3 derajat tidak mengganggu dalam proses tracking. Karena daerah lintasan satelit masih di luar Indonesia, elevasi *interference* diatas 3 derajat akan mengganggu penerimaan karena diatas 3 derajat sudah meliputi wilayah Indonesia.



Gambar 8-1. Grafik Simulasi Power EIRP 1 Watt (30 dBm) dengan C/I

9. Kesimpulan dan Saran

Frekuensi mikrowave standart ITU-R 386 anex 1 dan ITU-R 2 anex 3, sama dengan frekuensi yang digunakan satelit penginderaan jauh. Untuk menghindari *interference* dengan mikrowave perlu dilakukan isolasi area sehingga satelit penginderaan jauh tidak terganggu penerimaannya. Dari hasil analisis Jarak Isolasi 6 km belum bisa menghilangkan *interference* pada EIRP mikrowave 30 dBm. Pengukuran dan analisis pada satelit dengan bandwidth lebar dan bit rate tinggi.

10. Daftar Rujukan

- Alaydrus, Mudrik. 2011. *Antena Prinsip Dan Aplikasi*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Earth Observation Center Japan Aerospace Exploration Agency, 2006 . *AMSR-E Data Users Handbook*.
Japan Aerospace Exploration Agency
- Freeman, Roger R. 1998. *Telecommunication Transmission Handbook*. JHON WILEY & SONS. New York
- Goddard Space Flight Center. 2003. *Interface Description Document For Eos Aqua X-Band Direct Broadcast*. Greenbelt, Maryland
- Goddard Space Flight Center. 2003. *Eos Pm-1 Spacecraft To Eos Ground System Interface Control Document Eos Pm Project*. Greenbelt, Maryland
- Mainil, Anil K. 2011. *Satellite Technology*. Jhon Wiley & Sons, New York.
- Maral, G. 1986. *Satellite Communication System*. Jhon Wiley & Sons, New York
- Seaspace, 2009. *Axyom Model 50 antenna Positioning System Operations And Maintenance Manual*. Seaspace, Sand Diego Ca.
- Simanjuntak, T.L.H. 2004. *Sistem Komunikasi Satelit*. Pt Alumni, Bandung, London, Pp.48.
- Setiawan, Deni. 2010. *Alokasi Frekuensi Kebijakan Dan Perencanaan Spektrum Indonesia*. Departemen Komunikasi Dan Informatika

ANALISIS CARRIER TO INTERFERENCE TRANSMISI GELOMBANG MICROWAVE LINK X-BAND DENGAN DOWNLINK SATELIT PENGINDERAAN JAUH

Presenter: Arif Hidayat

Pertanyaan dan saran:

- a. Mahdi Kartasasmita, LAPAN: bagaimana dengan simulasi yang menggunakan asumsi daya 1 watt, apakah dalam perhitungan internal antenanya? Berapa watt kondisi dari antenna?
- b. Winanto, LAPAN: apakah masih diperlukan atau masih dilakukan koordinasi lebih lanjut terkait gangguan frekuensi setelah sertifikasi?
- c. Suhermanto, LAPAN: terkait dengan interferensi bahwa band frekuensi X-band yang digunakan berdasarkan ITU merupakan sharing antara Space to earth dan earth to earth. Di dalam negeri pengaturan tentang frekuensi ini dilakukan oleh kementerian Kominfo. Untuk proses perlindungan terhadap stasiun bumi perlu adanya pengurusan ijin penggunaan radio dan harus sudah tersertifikasi di dalam negeri. Pada kasus LAPAN stasiun bumi kita tidak ada ISR (ijin), maka pada tahun 2012 ada pembuatan ijin yang dilakukan LAPAN untuk perlindungan frekuensi dalam jarak 5 km tidak ada microwave yang menggunakan semua frekuensi. Karena perlu adanya ijin (ISR) ini maka vendor alat yang digunakan LAPAN juga harus memiliki sertifikasi yang dikeluarkan di Indonesia. LAPAN merupakan sebagai operator stasiun bumi penginderaan jauh hanya saja tetap membutuhkan ijin ISR sehingga ini menjadi masalah utama. Tidak adanya berita acara untuk kondisi setelah perlindungan frekuensi, apakah tidak ada gangguan lagi sehingga ISR bisa segera terbit. Karena hanya dengan cara itu bisa melindungi stasiun bumi, sehingga permasalahan bisa selesai. Kedepan ada wacana di ITU untuk memperluas frekuensi space to earth 7.7-8.6 GHz, apakah memang perlu diperluas.

Jawaban:

- a. Dalam perhitungan sudah diperhitungkan pada saat tertentu bisa sekitar 30 dBm. Pada saat sertifikasi karena hanya 1 titik dan sudah ada koordinasi dengan Balmon. Terkadang 1 tower ada banyak antenna dari berbagai perusahaan sehingga sulit untuk mengetahui provider mana yang menjadi masalah.
- b. Koordinasi memang masih terus dilakukan selain itu juga sudah ada sosialisasi dengan seluruh operator, tetapi masih ada saja yang menggunakan frekuensi tanpa ijin.