

**ANALISIS TAHAPAN OPTIMALISASI  
LINK VSAT METODE AKSES SCPC STUDI KASUS  
TELKOMSEL MSC JAYAPURA - BSC MERAUKE**

**TUGAS AKHIR**

Oleh

**PARLINDUNGAN**

**06 06 04 2840**



**TUGAS AKHIR INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI  
SEBAGIAN PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
GENAP 2008**

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

**ANALISIS TAHAPAN OPTIMALISASI  
*LINK VSAT* METODE AKSES *SCPC* STUDI KASUS  
*TELKOMSEL MSC JAYAPURA - BSC MERAUKE***

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 14 Juli 2008

Parlindungan

NPM 06 06 04 2840

# PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul :

**ANALISIS TAHAPAN OPTIMALISASI  
*LINK VSAT* METODE AKSES *SCPC* STUDI KASUS  
*TELKOMSEL MSC JAYAPURA - BSC MERAUKE***

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Tugas Akhir ini telah diujikan pada sidang ujian Tugas Akhir pada tanggal 08 July 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai Tugas Akhir pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 14 Juli 2008

Dosen Pembimbing

Ir. Rochmah N. Soekardi M.EngSc

NIP 130 536 625

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

**Ir. Rochmah N Soekardi M.EngSc**

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik.

Depok, 14 Juli 2008

Parlindungan

NPM 06 06 04 2840

Parlindungan  
NPM 06 06 04 2840  
Departemen Teknik Elektro

Dosen Pembimbing  
I. Ir. Rochmah N Soekardi M.EngSc

**ANALISIS TAHAPAN OPTIMALISASI  
LINK VSAT METODE AKSES SCPC STUDI KASUS  
TELKOMSEL MSC JAYAPURA - BSC MERAUKE**

**ABSTRAK**

*Sejak tahun 1990, teknologi satelit dipandang sebagai salah satu teknologi yang sesuai untuk menyediakan solusi yang memadai di beberapa negara. Salah satu aplikasi dari teknologi komunikasi satelit adalah jaringan komunikasi VSAT (Very Small Aperture Terminal). Jaringan komunikasi VSAT terdiri dari sebuah stasiun induk dan sejumlah stasiun pelanggan yang letaknya secara geografis berjauhan, sehingga timbul banyak permasalahan. Dalam hal ini proses transmisi, metode point to point, dan perangkat yang digunakan pada jaringan komunikasi VSAT sangat menentukan untuk memenuhi layanan telekomunikasi.*

*Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dilakukan penerapan teknologi VSAT yang menggunakan metode point to point atau yang sering disebut dengan SCPC (Single Channel per Carrier). VSAT metode ini umumnya bekerja pada C-Band yaitu pada frekuensi 3 – 6 GHz. Untuk sisi downlink pada frekuensi 3 – 4 GHz dan uplink pada frekuensi 5 – 6 GHz. Dimana terminal VSAT pada dasarnya terdiri dari antena parabola, amplifier, converter dan modem.*

*VSAT dikatakan bekerja secara optimal jika parameter kinerjanya sesuai dengan standart. Unjuk kerja link VSAT metode ini ditentukan oleh parameter Energy Isotropic Radiated Power (EIRP), Carrier to Noise Density Ratio Total  $(C/N)_{Total}$  serta Energi Bit Noise to Ratio  $(Eb/No)$ . Redaman propagasi serta Carrier to Interference Ratio Total  $(C/I)_{Total}$  baik pada saat uplink maupun downlink. Dari hasil penelitian network VSAT point to point ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan availability akan layanan telekomunikasi khususnya di daerah pedesaan yang kondisi geografisnya tidak dimungkinkan menggunakan sistem komunikasi terestrial.*

**Kata kunci : SCPC, Point to point,  $Eb/No$  ,  $C/N_{Total}$ ,  $C/I_{Total}$**

Parlindungan NPM 06 06 04 2840 Electro Department Engineering	Counsellor I. Ir. Rochmah N Soekardi M.EngSc
<b>ANALYSIS STEP OF OPTIMALIZATION LINK VSAT USING SCPC ACCESS METHOD CASE STUDY OF TELKOMSEL MSC JAYAPURA - BSC MERAUKE.</b>	
<p><b>ABSTRACT</b></p> <p><i>Since year 1990, satellite technology viewed as one of appropriate technology to provide solution in some state. One of application from satellite communications technology is communications network of VSAT (Very Small Aperture Terminal). Network Communications of VSAT consist of a mains station and a number of customer station at far geographical position, so that arise many problems. In this case process transmission, method of point to point, and peripheral used at hub station and remote station in communications network of VSAT, very determining to fulfill telecommunications service.</i></p> <p><i>To overcome problems above hence conducted by adjustment of technology of VSAT using method of point point to or which often referred as with SCPC (Single Carrier Per Channel). this VSAT Method generally put hand to C-Band in frequency 3-6 GHZ, with downlink frequency 3-4 GHZ and of uplink at frequency 5-6 GHZ. Where terminal of VSAT basically represent corps of parabola antenna, amplifier, and converter of modem.</i></p> <p><i>VSAT told work in an optimal if its performance parameter as according to standart. Performance of this link VSAT method is determined by parameter of Energy Isotropic Radiated Power (EIRP), Total Carrier To Noise Density Ratio <math>(C/No)_{Total}</math> and also Energi Beet of Noise Ratio to <math>(Eb/No)</math>. damping of propagasi and also Total Carrier Interference Ratio to <math>(C/I)_{Total}</math>, at the time of and also uplink of downlink. From result of research of this VSAT point to point network is expected can fulfill requirement of telecommunications service availability will specially rural area which is geographical condition of him do not be enabled to use communications system of terrestrial.</i></p>	
<p><b>Keywords : SCPC, Point to point, <math>Eb/No</math> , <math>C/N_{Total}</math>, <math>C/I_{Total}</math></b></p>	

## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN KEASLIAN SEMINAR</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penulisan .....	2
1.3 Perumusan Masalah .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metode Penyelesaian Masalah .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI SATELIT</b>	
2.1 Konfigurasi Sitem Komunikasi Satelit .....	6
2.1.1 Orbital Satelit .....	6
2.1.1.1 Orbit <i>Geostasioner</i> .....	7
2.2 Sistem Komunikasi <i>VSAT</i> Satelit .....	7
2.3. Arsitektur Jaringan Komunikasi <i>VSAT</i> .....	8
2.3 Arsitektur Jaringan Komunikasi <i>VSAT</i> .....	8
2.3.1 Jaringan Bintang ( <i>Star</i> ) .....	9
2.3.2 Jaringan Jala ( <i>Mesh</i> ) .....	9
2.4 Komponen Sistem Komunikasi Satelit .....	10
2.4.1 Satelit .....	10

2.4.2 Stasiun Bumi .....	12
2.5 Metode Akses Jamak Satelit ( <i>Multiple Acces</i> ) .....	13
2.6 Alokasi Frekuensi Satelit .....	14
2.7 Konfigurasi <i>Hub Station</i> .....	15
2.7.1 Subsistem Antena Hub <i>Stasion</i> .....	16
2.8 Konfigurasi <i>Remote Station</i> .....	16
2.8.1 Antena <i>Remote Station</i> .....	16
2.8.2 <i>Outdoor RF Unit</i> .....	17
2.8.3 <i>Indoor Data Processing Unit</i> .....	17
2.9 Teknologi <i>SCPC (Single Channel per Carier)</i> .....	17
2.10 <i>Avaibility</i> .....	18
2.11 Sudut Pandang Stasiun Bumi ( <i>Look Angels</i> ) .....	18
2.12 <i>Slant Range</i> .....	21
2.13 Profile PT. Patra Telekomunikasi Indonesia .....	22
2.13.1 Jenis Layanan PT. Patra Telekomunikasi Indonesia .....	23
2.14 Link <i>VSAT</i> metode akses <i>SCPC</i> pada Telkomsel .....	23
<b>BAB III METODE ANALISIS LINK KOMUNIKASI SATELIT</b>	
3.1 Parameter <i>Link Budget</i> .....	24
3.2 <i>Gain</i> Antena .....	24
3.3 <i>EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)</i> .....	25
3.4 <i>SFD (Saturated Fluks Density)</i> .....	25
3.5 Rugi - rugi pada lintasan .....	25
3.5.1 Rugi - rugi Saluran ( $L_{SAL}$ ) .....	26
3.5.2 Rugi - rugi Pancaran Antena ( $L_{ANT}$ ) .....	26
3.5.3 Rugi - rugi Atmosfir ( $L_{ATM}$ ) .....	26
3.5.4 Rugi - rugi Redaman Hujan ( $L_{RAIN}$ ) .....	26
3.6 Redaman Ruang Bebas ( $L_{FS}$ ) .....	27
3.7 IBO dan OBO .....	28
3.8 <i>Figure of Merit / Gain to Temperature</i> .....	29
3.9 <i>Carrier to Noise (C/N)</i> .....	29
3.10 <i>Carrier to Noise Required</i> .....	30

3.11 Daya dan <i>Bandwidth</i> .....	30
3.12 Analisis Interferensi pada Satelite .....	30
3.12.1 Rasio <i>Carrier</i> terhadap Noise akibat Interferensi .....	31
3.12.2 <i>Adjacent Satellite Interference (ASI)</i> .....	32
3.12.3 <i>Cross Polarisasi Interference (CPI)</i> .....	35
3.12.4 <i>Intermodulasi</i> .....	36
3.13 Degradasi Eb/No terhadap <i>Carrier Spacing</i> .....	39
3.14 FEC ( <i>Forward Error Correction</i> ), EbNo dan BER .....	40
3.15 Kapasitas Telkom-2 Transponder 5-H .....	40
<b>BAB IV Analisis Optimalisasi <i>Link</i> komunikasi VSAT SCPC</b>	
4.1 Kondisi Alam dan Geografis Wilayah Papua .....	42
4.2 <i>Link VSAT SCPC</i> PT. Telkomsel BSC <i>Uncen</i> Jayapura .....	42
4.3 Wilayah Cakupan ( <i>Footprint</i> ) dan Spesifikasi Teknis Satelit Telkom-2 .....	43
4.4 Parameter <i>Inisialisasi Link</i> .....	44
4.5 Parameter Stasiun Bumi dan Satelit .....	44
4.5.1 Data Hub Stasiun Bumi Transmit .....	44
4.5.2 Data Satelit Telkom-2 untuk Transponder 5H .....	44
4.5.3 Data Stasiun Bumi Remote (Telkomsel BTS Merauke) .....	45
4.6 Perhitungan <i>Look Angels</i> Antena .....	45
4.6.1 Sudut Elevasi dan Azimuth Antena sisi Merauke terhadap Telkom-2 ...	45
4.6.2 Sudut Elevasi dan Azimuth Antena sisi Jayapura terhadap Telkom-2 ...	46
4.7 Analisis Perhitungan Redaman Hujan .....	47
4.8 Perhitungan <i>Slant Range</i> .....	49
4.8.1 Perhitungan <i>Uplink Slant Range</i> .....	49
4.8.2 Perhitungan <i>Downlink Slant Range</i> .....	50
4.9 Perhitungan <i>Link Budget</i> . .....	50
4.10 Analisis Perhitungan Interferensi .....	52
4.10.1 Analisis Perhitungan <i>Adjacent Satellite Interference (ASI)</i> .....	52
4.10.2 Analisis Perhitungan <i>Cross Polarisation Interference (CPI)</i> .....	57
4.10.3 <i>Intermodulation</i> .....	58
4.11 Analisis $[C/I]_{TOT}$ dan $[C/N]_{TOT}$ pada link komunikasi VSAT SCPC .....	59

4.12 Analisis Tahapan Optimalisasi pada link komunikasi <i>VSAT SCPC</i> .....	60
4.12.1 Analisis Perhitungan Optimalisasi <i>Cross Polarisasi Interference</i> ( <i>CPI</i> ) .....	61
4.12.2 Analisis Perhitungan Optimalisasi <i>Adjacent Satellite Interference</i> ( <i>ASI</i> ) .....	63
4.13 Analisis $[C/I]_{TOT}$ dan $[C/N]_{TOT}$ pada <i>link</i> komunikasi <i>VSAT SCPC</i> setelah Optimalisasi .....	64
4.13 <i>Degraton EbNo</i> vs <i>Power Adjacent Carrier</i> dan <i>carrier spacing</i> .....	65
4.14 <i>Flowchart</i> Analisa Kelayakan <i>Link</i> Komunikasi <i>VSAT</i> .....	66
<b>BAB V SIMULASI OPTIMALISASI LINK KOMUNIKASI VSAT SCPC</b>	
5.1 Simulasi perhitungan Analisis Optimalisasi <i>link</i> komunikasi <i>VSAT SCPC</i> ..	67
5.2 Tampilan Simulasi .....	67
<b>BAB VI KESIMPULAN</b>	
6. Kesimpulan .....	70
<b>DAFTAR ACUAN</b>	
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

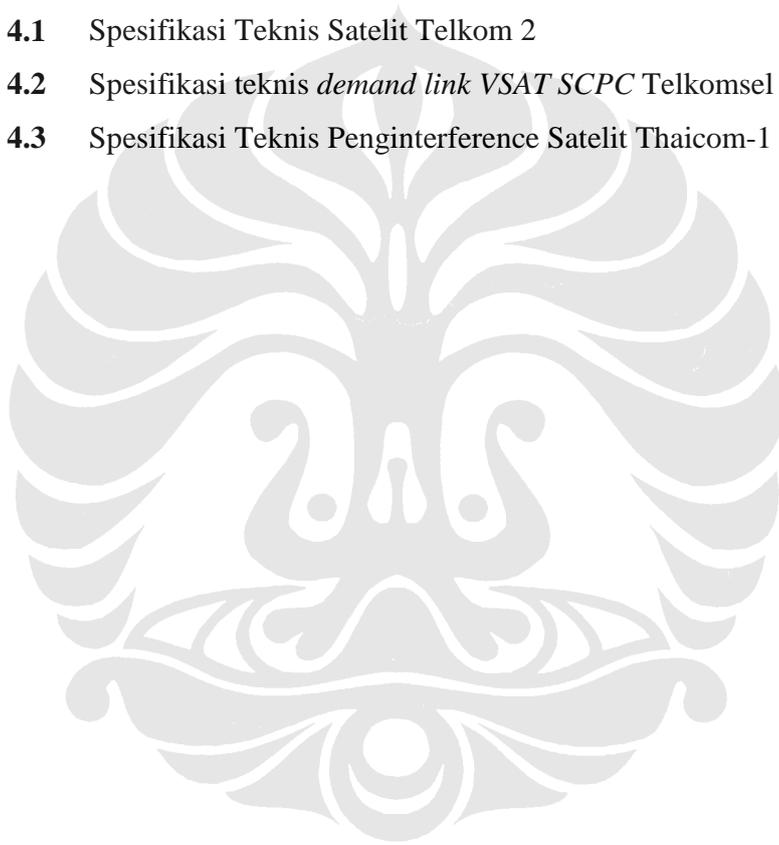
## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 1.1</b> Jaringan <i>Star</i> dua arah	2
<b>Gambar 1.2</b> Network Metode <i>Point to Point SCPC</i>	3
<b>Gambar 2.1</b> Konfigurasi sistem komunikasi satelit	6
<b>Gambar 2.2</b> Satelit sebagai <i>repeater</i>	6
<b>Gambar 2.3</b> Orbit <i>Geostasioner</i> bumi pada bidang ekuator	8
<b>Gambar 2.4</b> Jaringan Bintang Satu Arah	9
<b>Gambar 2.5</b> Jaringan Bintang Dua Arah	9
<b>Gambar 2.6</b> Jaringan Jala ( <i>Mesh</i> )	10
<b>Gambar 2.7</b> Transponder Tipe <i>Transparent</i>	11
<b>Gambar 2.8</b> Transponder Tipe <i>Regeneratif</i>	11
<b>Gambar 2.9</b> Metode akses <i>FDMA/SCPC</i>	13
<b>Gambar 2.10</b> Metode akses <i>TDMA</i>	14
<b>Gambar 2.11</b> Diagram transmisi dan deretan kode alamat <i>CDMA</i>	14
<b>Gambar 2.12</b> Posisi Sudut Azimuth dan Sudut Elevasi antena <i>VSAT</i>	19
<b>Gambar 2.13</b> Segitiga Pengganti untuk Perhitungan Sudut Elevasi	20
<b>Gambar 2.14</b> Penentuan <i>Slant Range</i>	21
<b>Gambar 3.1</b> Parameter dasar <i>link</i> satelit	24
<b>Gambar 3.2</b> Sketsa Penentuan Redaman Hujan	26
<b>Gambar 3.3</b> <i>IBO (Input Back Off)</i> dan <i>OBO (Output Back Off)</i>	28
<b>Gambar 3.4</b> Interferensi antara dua sistem Satelit	33
<b>Gambar 3.5</b> Proses <i>X-Poll</i>	36
<b>Gambar 3.6</b> <i>Intermodulation</i> orde ke 5	37
<b>Gambar 3.7</b> Proses Intermodulasi	37
<b>Gambar 3.8</b> $[C/I]_{IM}$ Grafik Satelite Telkom-2	38
<b>Gambar 3.9</b> Degradasi $E_b/N_0$ terhadap <i>Carrier Spacing</i>	40
<b>Gambar 3.10</b> Alokasi kapasitas transponder Satelit Telkom-2	41

<b>Gambar 4.1</b>	Wilayah Geografis Papua	42
<b>Gambar 4.2</b>	Konfigurasi <i>backhaul Seluler</i> Hub Telkomsel BSC Uncen Jayapura	43
<b>Gambar 4.3</b>	<i>Uplink</i> interferensi dari sistem satelit yang saling berdekatan	56
<b>Gambar 4.4</b>	Interferensi dari sistem Satelit yang saling berdekatan	56
<b>Gambar 4.5</b>	Interferensi dari <i>Cross Polarisation</i>	58
<b>Gambar 4.6</b>	Interferensi <i>Cross Polarisasi</i> pasca optimalisasi	61
<b>Gambar 4.7</b>	Interferensi dari sistem satelit yang saling berdekatan pasca optimalisasi	63
<b>Gambar 4.8</b>	Optimalisasi Degrasi EbNo vs <i>Power Adjacent Carrier</i> dan <i>carrier spacing</i>	65
<b>Gambar 4.9</b>	<i>Flowchart</i> optimalisasi link VSAT	66

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Alokasi penggunaan range frekuensi	15
<b>Tabel 2.2</b> Jenis layanan PT. Patrakom	23
<b>Tabel 3.1</b> Tabel <i>Ratio Carrier</i> terhadap Intermodulasi	38
<b>Tabel 3.2</b> <i>Availability</i> Hub Telkomsel Jayapura	41
<b>Tabel 4.1</b> Spesifikasi Teknis Satelit Telkom 2	43
<b>Tabel 4.2</b> Spesifikasi teknis <i>demand link VSAT SCPC</i> Telkomsel	53
<b>Tabel 4.3</b> Spesifikasi Teknis Penginterference Satelit Thaicom-1	56



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran A</b> Spesifikasi Teknis Satelit Telkom -2	74
<b>Lampiran B</b> <i>G/T</i> Satelit Telkom-2 wilayah Papua	75
<b>Lampiran C</b> <i>EIRP</i> Satelit Telkom-2 wilayah Papua	76
<b>Lampiran D</b> <i>Availability Kinerja link VSAT SCPC</i> Telkomsel MSC Jayapura	77
<b>Lampiran E</b> <i>Rain Eliminate Region Tabel</i>	78
<b>Lampiran F</b> Performance with CDM-600 VS BER and Eb/No	79
<b>Lampiran G</b> <i>CPI Value Algorithm and ASI Value Algorithm</i> <i>Graph</i>	80

## DAFTAR SINGKATAN

<i>SCPC</i>	<i>Single Chanel per Carier</i>
<i>BER</i>	<i>Bit Error Rate</i>
<i>FDMA</i>	<i>FrekuensiDivision Multiple Access</i>
<i>ASI</i>	<i>Adjacent Satellite Interference</i>
<i>CPI</i>	<i>Cross Polarisation Interference</i>
<i>C/N</i>	<i>Carrier to Noise Ratio</i>
<i>C/N<sub>req</sub></i>	<i>Carrier to Noise Required Ratio</i>
<i>C/IM</i>	<i>Carrier to Intermodulation Ratio</i>
<i>C/I</i>	<i>Carrier to Interference Ratio</i>
<i>Eb/No</i>	<i>Energy bit to Noise Ratio</i>
<i>EIRP</i>	<i>Effective Isotropic Radiated Power</i>
<i>FDMA</i>	<i>Frequency Division Multiple Access</i>
<i>FEC</i>	<i>Forward Error Correction</i>
<i>FSL</i>	<i>Free Space Loss</i>
<i>G/T</i>	<i>Gain to Noise Temperature Ratio</i>
<i>HPA</i>	<i>High Power Bandwidth</i>
<i>IBO</i>	<i>Input Back Off</i>
<i>IF</i>	<i>Intermediate Frequency</i>
<i>LNA</i>	<i>Low Noise Amplifier</i>
<i>Modem</i>	<i>Modulator-demodulator</i>
<i>OBO</i>	<i>Output Back Off</i>
<i>PAD</i>	<i>Power Attenuator Density</i>
<i>RF</i>	<i>Radio Frequency</i>
<i>SFD</i>	<i>Saturated Flux Density</i>
<i>TDMA</i>	<i>Time Division Multiple Access</i>
<i>TWTA</i>	<i>Travelling Wave Tube Amplifier</i>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Revolusi teknologi telekomunikasi terjadi pada saat ditemukannya satelit yang dimulai sekitar tahun 1970-an. Beberapa keunggulan yang dimiliki teknologi satelit memberikan alternatif sistem komunikasi yang menarik dan dapat dipercaya kehandalannya. Untuk negara kepulauan dengan wilayah yang luas seperti Indonesia, teknologi komunikasi satelit merupakan sistem komunikasi yang paling cocok untuk diterapkan.

Salah satu kemajuan teknologi dalam bidang komunikasi satelit adalah dengan ditemukannya Sistem Komunikasi Stasiun Bumi Mikro (SKBM) atau lebih dikenal dengan *VSAT (Very Small Aperture Terminal)*. Sistem jaringan *VSAT* ini merupakan jawaban dari berbagai permasalahan yang timbul, misalnya :

- Jaringan komunikasi *VSAT* fleksibel karena menggunakan protocol yang telah direkomendasikan oleh ITU-T.
- Keistimewaan *VSAT* terhadap saluran kabel ataupun teresterial berketerkaitan dengan *coverage* layanan, selain *cost* yang dikeluarkan lebih murah *VSAT* juga lebih menguntungkan dibidang kehandalan (*Availibility*) dan *bandwith* yang lebar dengan sistem transmisi paket data yang baik.
- Dapat mentransmisikan data, suara dan video dalam jumlah besar.
- Biaya pengoperasian jaringan komunikasi *VSAT* lebih murah daripada biaya pengoperasian jaringan komunikasi terestrial karena pelanggan dapat menyewa peralatannya.

Pada penulisan tugas akhir ini akan dibahas perihal optimalisasi suatu jaringan komunikasi *VSAT* dengan metode *point to point SCPC (Single Channel per Carrier)* berdasarkan kinerja parameter seperti *Carrier to Noise Density Ratio (C/No)*, *Carrier to Interference (C/I)*, *Energi Bit Noise to Ratio (Eb/No)*, *Carrier to Interference Ratio Cross Polarisation Interference (C/I XPI)*, *Carrier to Interference Ratio Adjacent Satellite Polarisation Interference (C/I ASI)*, redaman propagasi dan parameter - parameter lain pada *link*. Dari hasil penelitian optimalisasi *VSAT point to point* ini diharapkan nantinya link dapat memenuhi harapan kebutuhan *availability* akan

layanan telekomunikasi yang diinginkan user, khususnya didaerah pedesaan yang kondisi geografisnya tidak dimungkinkan menggunakan sistem komunikasi terestrial.

## 1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk :

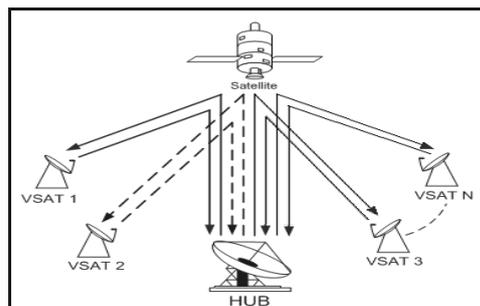
- Pengoptimalan kinerja dari parameter – parameter jaringan komunikasi *VSAT* khususya yang menggunakan metode *point to point SCPC* untuk wilayah disebelah timur Indonesia
- Analisis pengoptimalan dilaukan pada *link* Telkomsel MSC Jayapura dan BSC Merauke, dengan memperhatikan interferensi pada arah *Cross Polarisation* dan interferensi yang disebabkan oleh *Adjacent Satellite*
- Mengkaji kelayakan teknologi *VSAT* dengan metode *point to point SCPC* di daerah tersebut dan sebagai solusi terhadap tuntutan pelanggan.

## 1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan di atas, maka masalah yang akan dibahas pada penulisan Tugas Akhir ini dirumuskan berikut :

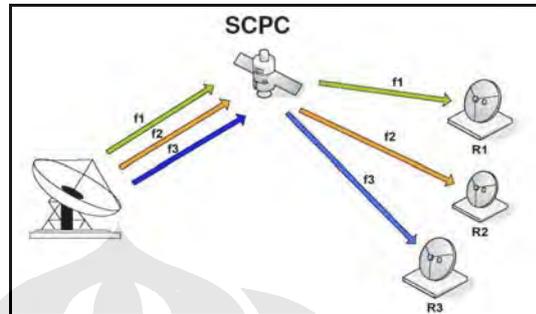
- Optimalisasi Link *VSAT* dengan metode *Point to Point SCPC* berdasarkan kinerja serta perbandingan analisis perhitungan dan parameter – parameter yang diukur dilapangan.
- Optimalisasi yang di analisis pada Tugas akhir ini adalah parameter  $[C/N]$  dan  $E_b/N_o$ , pada saat terjadinya interferensi atau  $[C/I]$  yang disebabkan oleh pengaruh *Adjacent satellite Interference (ASI)*, *Cross Polarization Interference (CPI)* serta *Intermodulation Interference* pada satelit

Adapun analisis optimalisasi sistem *VSAT SCPC* yang diamati pada link Jayapura-1 - Merauke ini menggunakan konfigurasi *VSAT* Jaringan star dua arah seperti pada gambar berikut :



Gambar 1.1 Jaringan *Star* dua arah

Stasiun hub berada di kota Universitas Cendrawasih Jayayapura dan stasiun *remote SCPC* berada di tiap kota besar dipulau Papua yang jumlahnya bergantung dari jumlah demand. Makin banyak jumlah demand yang tersebar maka makin banyak pula stasiun *remote* yang dibutuhkan. Konfigurasi Sistem network stasiun hub Telkomsel Uncen dapat digambar sebagai berikut :



**Gambar 1.2** Network Metode *Point to Point SCPC*

- Optimalisasi dari hasil analisis perhitungan baik dari segi  $[C/N]$ ,  $[C/I]$ ,  $E_b/N_0$ , dimensi antena, jenis modulasi, maupun penggunaan *FEC* untuk meminimalisir perangkat yang digunakan dan biaya yang dibutuhkan.
- Analisis Optimalisasi dilakukan pada remote Merauke, pada aplikasi *link VSAT SCPC* Telkomsel
- Pembuatan *Software* Simulasi  
 Pembuatan *software* simulasi ini digunakan untuk mempermudah dalam perhitungan. Dengan memasukkan parameter dan melakukan analisa perhitungan pada  $[C/N]$  Total dan  $[C/I]$  Total, dimana untuk mengetahui keoptimalan suatu link *VSAT* kita juga harus menggunakan parameter dalam perhitungan *link budget* misalnya diameter antena *remote*, teknik modulasi dan penggunaan *FEC*.  
 Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *Microsoft Visual Basic 6.0*, karena program ini memiliki fasilitas yang dibutuhkan dalam pembuatan simulasi tersebut dan juga mudah digunakan data aplikasinya.

#### 1.4 Batasan Masalah

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, ruang lingkup pembahasan masalah hanya dibatasi pada :

- Optimalisasi Link *VSAT* berdasarkan kinerja parameter perhitungan *power link budget*,  $[C/N]$ ,  $[C/I]$ ,  $E_b/N_0$ , *Bit Error Rate (BER)*, *Maintenance CPI Test* antena, *Maintenance ASI Test* serta parameter yang lainnya, seperti kondisi geografis serta letak koordinat kota Jayapura dan Merauke

- Sistem komunikasi VSAT yang menggunakan satelit Telkom-2 dengan *C-band* frekuensi. Sedangkan sebagai *Adjacent Satellite* yang mempengaruhi (*C/I ASI*) adalah satelit Thaicom-1
- Pokok pembahasan meliputi optimalisasi link VSAT berdasarkan kapasitas bandwidth transponder yang dibutuhkan dalam hal ini *Eb/No versus carrier spacing* dan pengaruh [*C/I*] terhadap [*C/N*] yang disebabkan oleh kesalahan pointing dan pengaturan level daya *carrier*, untuk memperoleh kualitas sinyal dan penentuan daerah analisis, serta *availability* dari link VSAT tersebut
- Dalam tugas akhir ini tidak membahas tentang protokol dan interface yang digunakan di jaringan.
- Pengkajian teknologi VSAT meliputi segi teknis dan metodologi optimalisasi yang digunakan untuk VSAT aplikasi voice dan data
- Metode akses *point to point* yang digunakan pada analisis link VSAT SCPC ini adalah metode akses FDMA
- Software simulasi menggunakan *Microsoft Visual Basic 6.0*.

### 1. 5. Metode Penyelesaian Masalah

Data yang digunakan dalam pengoptimalan *link* komunikasi VSAT meliputi : [*C/N*] dan [*C/I*] serta pengaruh *Eb/No* terhadap *carrier spacing* yang akan diintegrasikan pada satu transponder satelit dimana dalam penulisan ini satelit yang digunakan adalah satelit Telkom 2 transponder 5 H, selain itu akan disajikan pula data terminal VSAT dan data perangkat yang ada, serta asumsi asumsi yang relevan dengan kenyataan real dilapangan. Ada beberapa langkah yang dilakukan dalam proses perencanaan sistem VSAT dalam Tugas Akhir ini, antara lain :

Langkah 1 : - Menentukan *link SCPC* yang mempunyai *availability* dibawah standart.

Dalam hal ini *link* (Telkomsel MSC Jayapura – BSC Merauke)

- Karakteristik satelit serta karakteristik Stasiun Bumi
- Penentuan parameter topologi dan titik koordinat Jayapura, Merauke dan Jakarta
- Perhitungan Sudut Elevasi, Azimuth., Redaman Hujan, dan *Bandwidth*

Langkah 2 : - Perhitungan *link budget* sistem, serta redaman – redaman yang terjadi pada link

- Perhitungan [*C/N*] Total pada link dan *Eb/No*

- Analisis  $[C/I IM]$ ,  $[C/I CPI]$ ,  $[C/I ASI]$  serta pengaruhnya terhadap  $[C/N]$  Total pada link dan  $Eb/No$ .
- Analisis pengaruh *look angels error*  $[C/I CPI]$  dan,  $[C/I ASI]$  serta analisis pengaruh IBO pada  $[C/I IM]$ ,
- Power dan pengaruhnya terhadap sisi receive  $Eb/No$  carrier tetangga

Langkah 3 : - Menentukan apakah  $Eb/No$  link telah sesuai dengan standart-nya.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini adalah disusun sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan mengenai gambaran umum masalah yang akan dibahas, latar belakang, tujuan penulisan, perumusan masalah, batasan masalah, metode penyelesaian masalah, dan sistematika penulisan.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Berisi teori tentang sistem komunikasi satelit, sistem komunikasi VSAT yang sesuai untuk daerah terpencil, propagasi gelombang radio, perhitungan *link budget*, serta metode akses *point to point SCPC (Single Channel per Carrier)* yang terdapat pada komunikasi satelit.

### **BAB III METODE ANALISIS LINK KOMUNIKASI SATELIT.**

Bab ini akan membahas kinerja jaringan VSAT yang digunakan dan parameter yang mempengaruhi optimalisasi dari *link*, sistematika perhitungan *link budget*,  $[C/N]$ ,  $[C/I]$  serta parameter lain yang digunakan dalam menganalisis kelayakan jaringan VSAT *point to point* agar performance menjadi lebih maksimal

### **BAB IV ANALISA OPTIMALISASI KINERJA JARINGAN VSAT SCPC**

Bagian ini berisikan hasil kesimpulan yang telah dilakukan real dilapangan serta metode yang akan digunakan untuk mengoptimisasi kinerja dan *avaibility* link VSAT SCPC

### **BAB V SIMULASI PROGRAM**

Bab ini berisi tentang simulasi program dan menjelaskan proses penggunaannya

### **BAB VI KESIMPULAN**

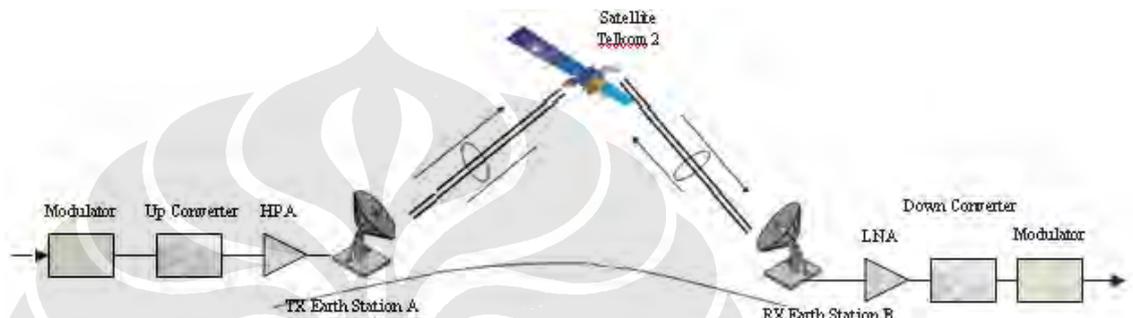
Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari permasalahan bab-bab tersebut di atas.

## BAB II

### LANDASAN TEORI SATELIT

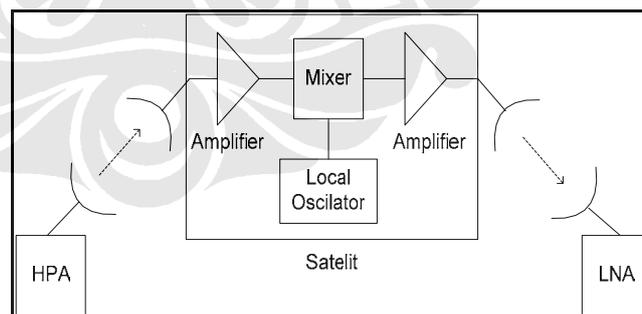
#### 2.1 Konfigurasi Sitem Komunikasi Satelit.

Satelit merupakan komponen telekomunikasi yang berada di angkasa, satelit ini bergerak mengelilingi bumi menurut orbit tertentu. Sehingga sistem satelit dapat dikatakan sebagai sistem komunikasi dengan menggunakan satelit sebagai *repeater* yang didalamnya terdapat fungsi penguatan sinyal komunikasi. Pada umumnya komunikasi Satelit memiliki konfigurasi seperti pada gambar berikut :



**Gambar 2.1** Konfigurasi sistem komunikasi satelit [1]

Seperti pada gambar diatas terlihat bahwa konfigurasi sistem ini terdiri dari sebuah satelite yang berfungsi sebagai *repeater*. Sinyal yang berasal dari sisi *transmit* (Tx) stasiun bumi A diterima dan diperkuat oleh satelit untuk kemudian dikirimkan kembali pada sisi *receive* (Rx) dilokasi stasiun bumi B.



**Gambar 2.2** Satelit sebagai *repeater* [2]

Secara umum sistem komunikasi satelit tersusun atas dua bagian penting yaitu segmen angkasa (*space segment*) dan segmen bumi (*ground segment*). Segmen angkasa merupakan satelit yang terletak diorbit bumi sedangkan segmen bumi adalah seluruh perangkat-perangkat yang berada pada sebuah stasiun bumi.

### 2.3.1 Orbital Satelit.

Ditinjau dari daerah Orbital dan wilayah cakupannya satelit dapat digolongkan menjadi 3 jenis, yaitu terdiri dari sebagai berikut :

- *LEO (Low Earth Orbit)*, Satelit ini mengorbit pada ketinggian 500-1500 km. Satelit *LEO* digunakan untuk komunikasi suara tanpa menimbulkan *delay* propagasi dan daya yang digunakan relatif kecil.
- *MEO (Medium Earth Orbit)*, Satelit ini mengorbit pada ketinggian antara 9000-20000 km. Satelit ini memiliki *coverage* yang lebih sempit dan memiliki *delay* yang lebih kecil dibandingkan *GEO*.
- *GEO (Geosynchronous Earth Orbit)*, Satelit ini mengorbit pada ketinggian  $\pm$  36000 km. Memerlukan waktu 0.25 detik untuk mentransmisikan sinyal.

Keuntungan :

1. Waktu yang dibutuhkan satelit *GEO* untuk mengitari bumi sama dengan waktu bumi berotasi pada porosnya.
2. *Coverage* satelit ini dapat mencapai 1/3 permukaan bumi.
3. Sistem pelacakan dan kontrol satelit yang mudah.

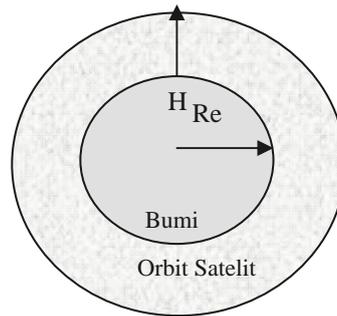
Kerugian :

1. Jarak yang jauh menyebabkan redaman *free space loss* yang cukup besar.
2. Membutuhkan *delay* transmisi yang cukup lama dan membutuhkan power yang besar dalam proses pentransmisiannya

Orbit Satelit yang digunakan pada sistem *VSAT* metode akses *SCPC* merupakan Orbit *GEO*, dimana pada orbital ini satelit bergerak searah dengan rotasi bumi sehingga akan menyelesaikan putaran pada sumbu bumi dalam waktu yang bersamaan. Sehingga kondisi posisi satelit relatif tetap berada disuatu tempat tertentu diatas permukaan bumi

#### 2.1.1.1 Orbit Geostasioner

Orbit *Geostasioner* merupakan orbit dimana suatu Satelit kelihatan relatif stasioner (tetap) bila dilihat dari suatu titik di permukaan Bumi. Satelit yang berada pada orbit ini sering disebut sebagai Satelit *Geostasioner* Pada Orbit *Geostasioner*, Satelit akan mempunyai *inklinasi* orbit nol derajat. Selain itu, Satelit harus mengorbit Bumi dalam arah yang sama dengan putaran Bumi dan juga kecepatan yang sama. Untuk mencapai kecepatan yang konstan tersebut maka harus dibuat Hukum Kepler II yang memenuhi orbit sirkular. Orbit *Geostasioner* tersebut dapat digambarkan berikut



**Gambar 2.3** Orbit *Geostasioner* bumi

Gambar 2.3 di atas menunjukkan ruang lingkup orbit *geostasioner* dengan  $R_e$  adalah jari- jari Ekuator Bumi ( $R_e = 6.380\text{km}$ ) dan  $H$  merupakan ketinggian orbit di atas Ekuator Bumi ( $H = 35.780\text{ km}$ ).

$$\begin{aligned} r \text{ (Jari-jari orbit } \textit{geostasioner} \text{ Satelit)} &= R_e + H \\ &= 6380 + 35780 = 42160 \text{ km} \end{aligned}$$

## 2.4 Sistem Komunikasi VSAT

*VSAT (Very Small Aperture Terminal)* adalah jaringan komunikasi satelit yang menggunakan antena diameter antara 1,8 - 3.8 meter pada stasiun *remote*, sedangkan pada stasiun hub biasanya digunakan antena dengan diameter yang lebih besar 4,5 meter. *VSAT* pada stasiun hub ini juga dilengkapi dengan *Master Control Center* sebagai pengatur jaringan, ini diperlukan agar komunikasi antar stasiun *remote* dapat dilakukan. Teknologi *VSAT* saat ini mampu mentransmisikan sinyal sampai kecepatan 2 Mbps.

Pemasangan perangkat jaringan komunikasi *VSAT* ini lebih mudah dan cepat, selain dapat memberikan transmisi data yang berkualitas tinggi, *VSAT* juga lebih fleksibel dalam pengembangan jaringan. Penggunaan orbit satelit GEO menyebabkan jaringan komunikasi *VSAT* mempunyai daerah jangkauan yang luas, sehingga biaya operasional menjadi rendah. Dengan berbagai kelebihan jaringan komunikasi *VSAT* dapat menjadi solusi pada kebutuhan komunikasi data yang semakin meningkat saat ini.

## 2.3 Arsitektur Jaringan Komunikasi VSAT

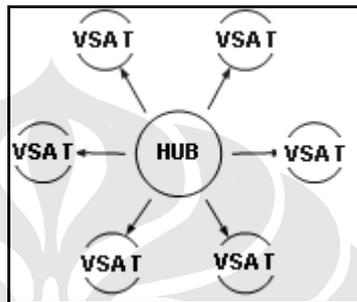
Pada arsitektur jaringan komunikasinya, setiap stasiun *VSAT* terhubung dengan satelit melalui *RF frekuensi* dimana pada hubungan *link* dari stasiun *VSAT* ke satelit disebut *uplink*, sedangkan *link* dari satelit ke stasiun *VSAT* disebut *downlink*.

### 2.3.1 Jaringan Bintang (*Star*)

Stasiun hub adalah stasiun pusat yang terhubung pada semua stasiun *VSAT remote*. Stasiun hub digunakan pada komunikasi satu arah (*one-way*) ataupun dua arah (*two-way*).

#### ➤ Jaringan Bintang Satu Arah

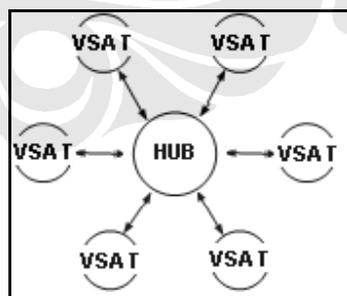
Jaringan bintang satu arah umumnya digunakan oleh perusahaan yang memiliki cabang yang tersebar secara geografis. Stasiun hub hanya berfungsi untuk mengirimkan informasi keseluruhan stasiun *VSAT (broadcast)*.



Gambar 2.4 Jaringan Bintang Satu Arah [3]

#### ➤ Jaringan Bintang Dua Arah

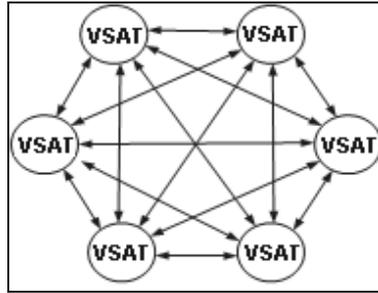
Jaringan bintang dua arah memungkinkan stasiun hub dapat mengirimkan dan menerima informasi dari stasiun *VSAT*. Jenis ini digunakan untuk trafik yang besar dan bersifat interaktif. Contoh penerapan jaringan ini antara lain pada koneksi *point to point SCPC*, transaksi antar bank, ATM (*Automatic Teller Machine*), *E-mail*, dll.



Gambar 2.5 Jaringan Bintang Dua Arah [3]

### 2.3.2 Jaringan Jala (*Mesh*)

Pada jaringan ini tiap-tiap stasiun *VSAT* dapat saling berhubungan secara langsung melalui satelit, sistem ini dapat juga di integrasikan dengan sebuah stasiun hub yang berfungsi untuk mengontrol manajemen jaringan.



Gambar 2.6 Jaringan Jala (*Mesh*) [3]

Jaringan *mesh* memiliki propagasi *delay* yang lebih kecil dibandingkan jaringan *star*, yaitu hanya 0,25 s untuk *single hop* dan 0,5 s untuk *double hop*. Jaringan *mesh* dapat digunakan untuk komunikasi suara ataupun data.

## 2.4 Komponen Sistem Komunikasi Satelit.

Komponen dari sistem komunikasi satelit terdiri dari 2 unsur dasar yakni *space segment* dan *ground segment*, dimana komponen dasar *space segment* adalah satelit itu sendiri, sedangkan untuk komponen *ground segment* pada setiap *remote station* sendiri terbagi menjadi 2 unsur dasar penyusun, yakni *indoor* dan *outdoor unit*.

- *In-door Unit* : Perangkat yang terletak pada sisi dalam ruangan stasiun bumi
- *Out-door Unit* : Perangkat yang letak atau posisi efisiensi relatif penggunaannya berada pada sisi luar ruangan stasiun bumi.

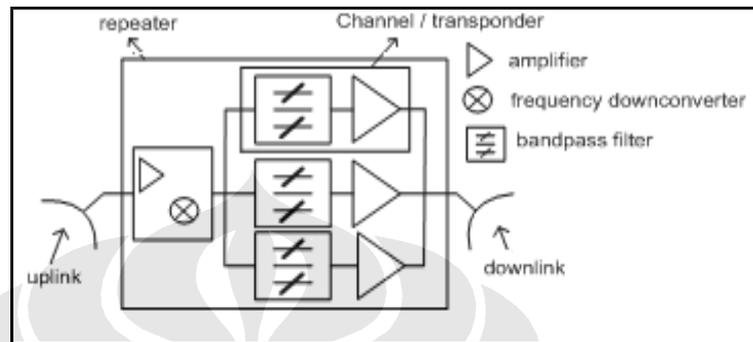
### 2.4.1 Satelit

Satelit merupakan suatu *repeater* yang berfungsi untuk menguatkan sinyal dari stasiun bumi dan memancarkannya kembali frekuensi yang berbeda ke stasiun bumi penerima. Jalur pada setiap kanal dari antena penerima ke antena pemancar didalam satelit disebut transponder satelit. Selain untuk menguatkan sinyal, transponder juga berfungsi sebagai isolasi terhadap kanal RF Frekuensi lainnya.

Untuk memberikan daya keluaran yang baik, transponder menggunakan suatu sistem penguat seperti *SSPA (Solid State Power Amplifier)* atau *TWTA (Travelling Wave Tube Amplifier)*. Berdasarkan tipe transponder satelit dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu :

➤ Tipe *Transparent* :

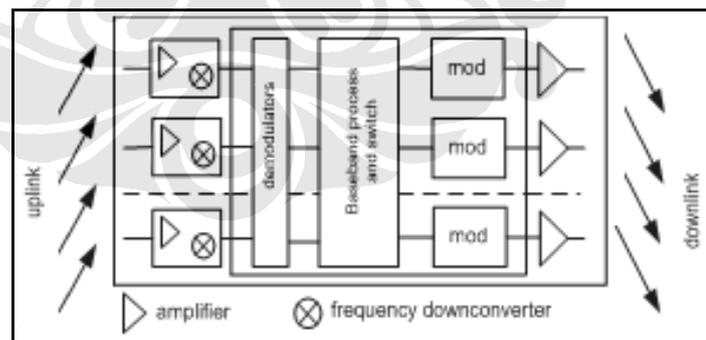
Transponder tipe ini hanya menguatkan dan mengkonversi frekuensi dari sinyal yang diterima. Pada tipe ini selain sinyal, noise yang terdapat didalamnya juga ikut dikuatkan, sehingga *error* yang terjadi semakin besar pula. Kelebihan tipe ini yaitu perangkatnya sederhana dan lebih murah dibandingkan dengan tipe *regeneratif*.



Gambar 2.7 Transponder Tipe *Transparent* [4]

➤ Tipe *Regeneratif* :

Transponder tipe ini selain menguatkan dan mengkonversi frekuensi juga melakukan pemrosesan sinyal yang diterima sampai pada level *baseband*. Tidak hanya terjadi penguatan, tetapi juga terjadi regenerasi sinyal, sehingga noise yang terdapat dalam sinyal input dapat dihilangkan dan tidak ikut dikuatkan. Kelemahan dari tipe *regeneratif* ini yaitu perangkatnya lebih rumit dan lebih mahal dibandingkan dengan tipe *transparent*.



Gambar 2.8 Transponder Tipe *Regeneratif* [4]

Satelit Telkom-2 yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini menggunakan tipe transponder yang *Regeneratif*, sehingga diharapkan hasil kualitas signal yang lebih baik.

### 2.4.2 Stasiun Bumi

Stasiun bumi adalah terminal yang dapat berfungsi pada dua-arah komunikasi baik sebagai *transmitter* ataupun *receiver*. Perangkat *ground segment* pada stasiun bumi ini, berdasarkan penempatannya dibedakan menjadi 2 jenis yaitu *indoor* dan *outdoor* unit

➤ *In-door Unit* :

Perangkat dasar penyusun station bumi yang umumnya bersifat sensitif sehingga diletakan pada sisi dalam ruangan, contoh perangkat *indoor* adalah :

1. *Modem dan multiplexer*
2. *Baseband Processor, Alarm dan Control power supply.*

➤ *Out-door Unit* :

Adalah unit perangkat yang letak atau posisi efisiensi relative penggunaannya berada pada luar ruangan. Contoh perangkat *outdoor unit* adalah :

1. *Up / Down Converter*
2. *SSPA (Solis State Power Amplifier) atau HPA (High Power Amplifier)*
3. *PSU (Power Supply Unit).*
4. Antena sub-sistem : *Reflektor, Feedhorn, LNA (Low Noise Amplifier), Grounding instrumen, Mounting instrumen dan Assembly instrumen.*

Sedangkan untuk GCE (*Ground Communication Equipment*) seperti pada pada gambar 2.1, yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini terdiri dari :

- Antena adalah perangkat yang berguna untuk menerima dan mengirim sinyal dari atau ke satelit agar pancaran gelombang tepat terarah kepada satelit tujuan.
- *HPA (High Power Amplifier) atau SSPA (Solis State Power Amplifier)* merupakan perangkat yang berfungsi memperkuat sinyal RF pada sisi *uplink transmitter* agar sinyal dari stasiun bumi dapat diterima satelit sesuai dengan daya yang dikehendaki.
- *LNA (Low Noise Amplifier)* merupakan perangkat pada sisi *receiver* yang berguna sebagai penguat sinyal yang diterima pada stasiun bumi, akibat jarak stasiun bumi dan satelit yang cukup jauh sehingga daya yang diterima sangat lemah.
- *Feeder*, atau yang lebih dikenal dengan nama *feedhorn* ini berguna untuk sistem penghubung pancaran *HPA* ke *LNA* pada sisi transmit yang dipasang pada antena.
- *Up-Converter dan Down-Converter*  
Perangkat ini dikemas dalam satu kemasan yang umumnya kita sebut *converter*, namun dalam operasionalnya perangkat ini memiliki dua fungsi berbeda.yaitu *Up-*

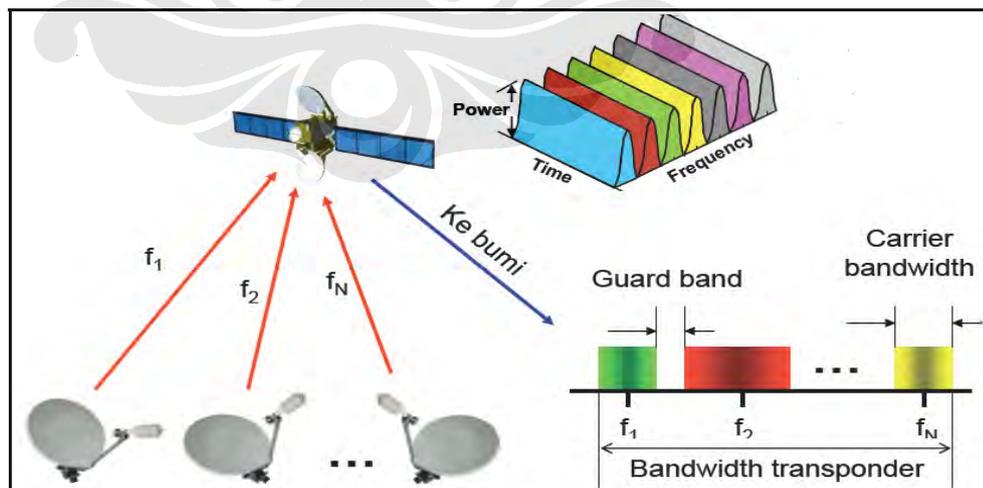
*Converter* berfungsi untuk mengkonversi sinyal *intermediate frekuensi* (IF) menjadi sinyal *radio frekuensi* (RF) pada sisi *uplink* satelit dengan alokasi *C-Band* frekuensi (5925–6425 GHz), sedangkan *Down-converter* berfungsi untuk mengkonversi sinyal RF *downlink* satelit dengan alokasi *C-Band* frekuensi (3700–4200 GHz)

- Multiplexer adalah perangkat yang berfungsi melakukan pengabungan masukan yang berupa voice dan data agar dapat dikirimkan melalui kanal yang sama.
- PSU (*Power Supply Unit*) berfungsi untuk merubah tegangan AC menjadi DC untuk kemudian menyuplai tegangan DC tersebut pada perangkat *outdoor* yang lain

## 2.5 Metode Akses Jamak Satelit (*Multiple Acces*)

Metode akses jamak pada satelit berkaitan dengan pembagian *resource* transponder kedalam sejumlah kanal untuk keperluan akses yang dilakukan secara simultan. Pembagian *resource* tersebut dapat dibedakan berdasarkan frekuensi (*FDMA*), waktu (*TDMA*) ataupun secara code (*CDMA*).

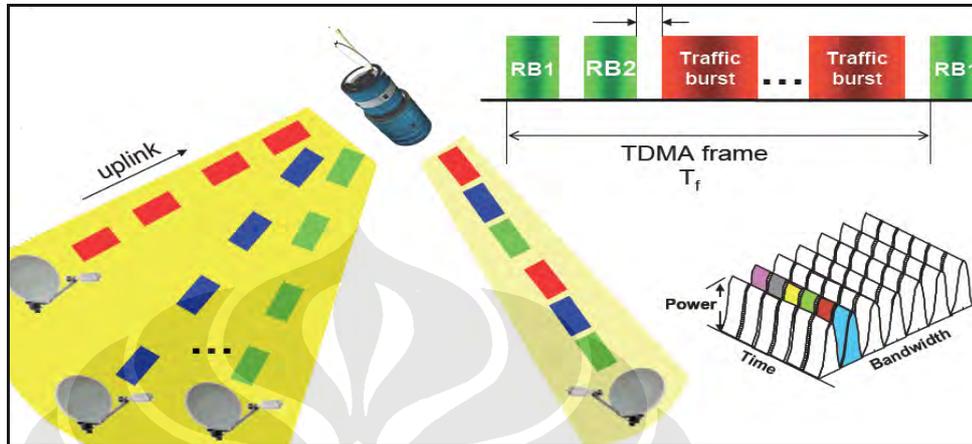
1. *FDMA* (*Frekuensi Division Multiple Access*). adalah penggunaan secara bersamaan sebuah pita frekuensi transponder satelit oleh beberapa sinyal pembawa, dimana setiap pembawa akan menduduki pita tertentu tanpa terjadi tumpang tindih satu sama lainnya. Sistem *FDMA* ini sangat baik untuk komunikasi satelit pada aplikasi *VSAT SCPC*, dimana sistem *SCPC* tersebut membutuhkan bandwidth yang lebar dan koneksi lintasan yang kanalnya bersifat *continue*.



Gambar 2.9 Metode akses *FDMA/SCPC* [1]

2. *TDMA (Time Division Multiple Access).*

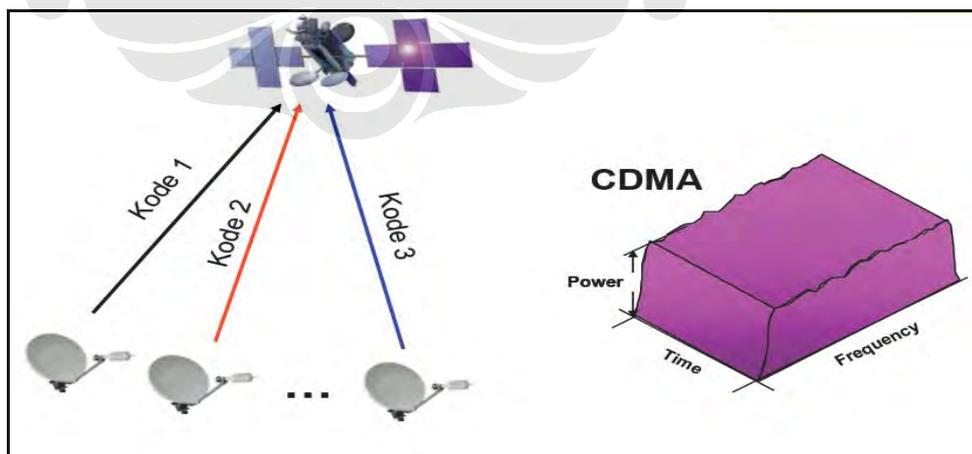
*TDMA* adalah penggunaan secara bersama-sama sebuah band frekuensi transponder satelit oleh beberapa sinyal pembawa, dimana setiap sinyal pembawa akan menduduki band frekuensi yang sama pada waktu yang berlainan secara berurutan menggunakan prinsip antrian yang berdasarkan domain waktu.



Gambar 2.10 Metode akses *TDMA* [1]

3. *CDMA (Code Division Multiple Access).*

*CDMA* merupakan teknik akses bersama ke satelit yang membagi lebar pita transponder satelit, dengan memberikan kode-kode alamat tujuan dan pengenal untuk setiap data. Sinyal informasi memiliki kode tujuan dan pengenal masing-masing dan dipancarkan secara acak dan hanya stasiun tujuan yang dapat menerima informasi tersebut. Gambar 2.10 memperlihatkan diagram transmisi dan deretan bit-bit alamat dari metode *CDMA*.



Gambar 2.11 Metode Akses *CDMA* [1]

## 2.6 Alokasi Frekuensi Satelit

Pada umumnya transmisi *VSAT* menggunakan Frekuensi pita C dan pita Ku. Pita Ku banyak digunakan di wilayah Amerika Utara dan Eropa dengan menggunakan pita frekuensi sekitar 14 GHz untuk lintasan keatas dan 12 GHz untuk lintasan kebawah, dengan pita frekuensi yang relatif lebih besar ini maka antena *VSAT* yang digunakan relatif lebih kecil. Sedangkan pita C digunakan di Asia dan Afrika, pita frekuensi yang digunakan relatif lebih kecil sehingga antena yang digunakan relatif lebih besar

Tabel 2.1 Alokasi penggunaan range frekuensi

FREKUENSI (GHz)	Band Name
0.1 – 0.3	VHF
0.3 – 1	UHF
1.0 – 2.0	L
2.0 – 4.0	S
4.0 – 8.0	C
8.0 – 12.0	X
12.0 – 18.0	Ku
18.0 – 27.0	K
27.0 – 45.0	Ka
45.0 – 75.0	V
75.0 – 110.0	W
110.0 – 300.0	mm

## 2.7 Konfigurasi Hub Station.

Jaringan komunikasi *VSAT* memerlukan sebuah stasiun hub dengan peralatan yang lebih lengkap untuk mengendalikan operasional jaringan serta memonitoring *availability* carier pada sistem *VSAT SCPC* dari semua stasiun *remote*. Stasiun hub ini dioperasikan 24 jam penuh dan mempunyai sistem peralatan cadangan daya seperti genset yang dilengkapi saklar otomatis dengan ketersediaan maksimum, yang dapat memback-up daya sewaktu PLN tidak beroperasi dengan baik

Hal ini mempunyai peranan yang sangat penting, karena selain untuk menjaga *avaibility* dan kinerja dari *antenna VSAT operational backhaul seluler* pada pelanggan-pelanggan seperti Telkomsel ataupun *VSAT Hub stasion* untuk aplikasi data dan voice Pertamina, ketersediaan maksimum peralatan cadangan dan daya ini juga sangat diperlukan pada *antena VSAT monitoring carier*

Stasiun hub ini terdiri dari beberapa antena *receiver* yang digunakan untuk memonitor *carrier-carrier* pada satelit dan transponder yang berbeda-beda, sesuai

kebutuhan prioritas utama monitoring yang akan dilakukan selama 24 jam. Untuk lebih mempermudah kinerja sistem, monitoring diatur dalam sistem CMS (*Carrier Monitoring Sistem*) yang akan menscan *C/N*, *EbNo*, *BER* tiap *carrier* secara bergantian serta mendeteksi *carrier* pada transponder yang kinerjanya tidak sesuai dengan parameter.

### **2.7.1 Subsistem Antena Stasiun Hub.**

Pada station hub sistem VSAT metode akses SCPC biasanya terdiri atas beberapa antena yang mempunyai diameter lebih besar, biasanya mempunyai diameter 4,5 – 8 meter dan dengan daya pancar antara 60 – 120 Watt seperti pada *backhaul seluler* station hub *link SCPC* milik Telkomsel, sedangkan untuk aplikasi data Pertamina pada rate-rate yang umumnya lebih kecil digunakan daya pancar sekitar 10 – 20 watt. Penggunaan antena berdiameter besar diharapkan dapat mengatasi minimnya penerimaan C/N akibat dari pemakaian antena serta daya pada stasiun remote yang kecil. Antena pada hub station ini memiliki keandalan dan kinerja yang tinggi seperti *Autotracking* (mampu menyesuaikan arah antena dengan posisi satelit di orbitnya secara otomatis), *Deicer/Heater* (melindungi antena dari salju), dan *Raindeviator* (melindungi antena dari hujan) sehingga menghasilkan efisiensi maksimum.

## **2.8 Konfigurasi Remote Station**

Kelebihan jaringan komunikasi VSAT yang utama terdapat pada dimensi dari antena *remote station*, dimana dapat dipergunakannya antena yang berdiameter kecil dan daya pancar yang relatif kecil 20 watt pada *remote link SCPC* Telkomsel, sedangkan untuk *link SCPC* Pertamina dibutuhkan daya pancar sekitar 5 – 10 watt pada sistem remotenya. Konfigurasi dari *remote station* terbagi atas tiga subsistem, yaitu :

### **2.8.1 Antena Remote Station**

Antena yang digunakan pada remote station mempunyai diameter kecil (2,4 – 3,8 meter) sehingga mudah dipasang dan dipindahkan sesuai dengan keinginan user. Pada antena terdapat *Primary Feed Horn* yang terbuat dari *bean synthesized horn* dan *two port orthomcode transducer*. Peralatan ini ada pada focus pemantul dan

dihubungkan dengan *LNA* yang berfungsi untuk transmisi simultan dan penerimaan sinyal.

### **2.8.2 Outdoor RF Unit**

Perangkat Outdoor RF Unit secara umum terdiri dari *LNA*, *converter* dan *SSPA* atau *HPA*. *LNA* dalam sistem ini berfungsi memperkuat sinyal RF yang diterima dari antena, *converter* berfungsi mengubah sinyal RF menjadi IF, pada arah *uplink up-converter* berfungsi mengubah sinyal IF menjadi RF, sedangkan pada arah *downlink down-converter* akan berfungsi mengubah sinyal RF menjadi IF agar sinyal dapat diproses pada *Indoor Data Processing Unit*

### **2.8.3 Indoor Data Processing Unit**

Perangkat *Indoor Data Processing Unit* berfungsi menerima data dari pelanggan, memodulasi serta mengirimkan ke *Outdoor RF Unit* untuk ditransmisikan dan menerima data termodulasi dari *Outdoor RF Unit*, mendemodulasikan lalu mengirimkan kembali data tersebut ke pelanggan. Peranaan *Indoor Data Processing Unit* ini umumnya dikerjakan oleh perangkat modem, dalam Tugas Akhir ini jenis modem yang akan digunakan adalah *Comtech CDM 600* dan *Comstream 701*

## **2.9 Teknologi SCPC (Single Channel per Carier)**

*SCPC (Single Channel per Carier)* merupakan salah satu konfigurasi pada *VSAT* dengan menggunakan metode akses *point-to-point*. Layanan komunikasi data atau voice yang menggunakan media akses satelit dengan teknologi *SCPC* untuk hubungan titik ke titik (*point-to-point*) dan dapat dikembangkan menjadi hubungan titik ke banyak titik (*point-to-multipoint*) atau yang lebih dikenal *MCPC*. Teknologi metode akses *SCPC* ini menempatkan masing-masing satu buah sinyal pembawa (*Carier*) untuk setiap node *link* komunikasinya. *Link VSAT* dengan menggunakan sistem *SCPC* ini juga memberikan bandwidth pribadi yang memerlukan komunikasi dalam jumlah besar dan terus menerus dengan lokasi yang tidak tercakup oleh layanan kabel. Layanan ini dapat digunakan untuk komunikasi data, suara, gambar dan video.

Keunggulan sistem *VSAT* dengan menggunakan metode *SCPC* ini diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Banyak jenis protokol yang dapat digunakan misalnya RS 232, V-35, G703 dan masih banyak yang lainnya, sehingga *VSAT* fleksibel dan lebih aplikatif.

2. Sistem akses ke jaringan dapat dilakukan oleh pemakai setiap saat. Waktu tanggap yang seminimal mungkin, agar efisien sistem jaringan meningkat dan lebih memudahkan pengoperasian pemakai, mampu mentransmisikan data dalam jumlah yang besar secara tepat dan akurat pada jaringan.
3. Penentuan sendiri jenis dan besar jaringan data yang akan digunakan oleh pemakai, sehingga lebih fleksibel dalam pengaturan lebar pita frekuensi

### 2.10 *Availability* (A%)

*Availability* dalam definisinya secara umum adalah suatu nilai ketersediaan atas kemampuan *link* komunikasi VSAT SCPC dalam melayani kebutuhan komunikasi pelanggan atau usernya, yang dimana secara perumusannya dapat ditulis sebagai berikut

$$Availability(A) = \frac{\text{Waktu harapan operasional} - \text{Waktu operasinal}}{\text{Waktu harapan operasional}}$$

*Availability* dalam suatu *link* komunikasi VSAT metode SCPC merupakan suatu hal yang sangat penting, karena melalui perhitungan *availability* inilah kita dapat menilai kinerja dari suatu *link* komunikasi VSAT

### 2.11 Sudut Pandang Stasiun Bumi (*Look Angels*)

Dalam mengarahkan antena stasiun bumi pada suatu satelit diperlukan *look angels* (keterarahan sudut pandang antena). *Look angels* ini tersendiri dua sudut pengarahan yaitu *sudut azimuth* (A), *sudut elevasi* (E) serta sudut *polarisasi offset* berdasarkan data posisi lintang ( $\theta_i$ ) dan posisi bujur stasiun bumi ( $\theta_L$ ) serta bujur satelit ( $\theta_S$ ).

*Polarisasi Offset* adalah derajat arah kedudukan feedhorn pada sisi Tx antena yang menentukan keterarahan sinyal dari sebuah stasiun bumi terhadap arah polarisasi pada satelit tujuan, *polarisasi offset* ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

- Untuk Site *Longitude* < *Satelite Longitude*

$$Polarisasi\ Offset = (\text{Sudut Azimuth} - 1/10 \text{ Site Lattitude})$$

- Untuk Site *Longitude* > *Satelite Longitude*

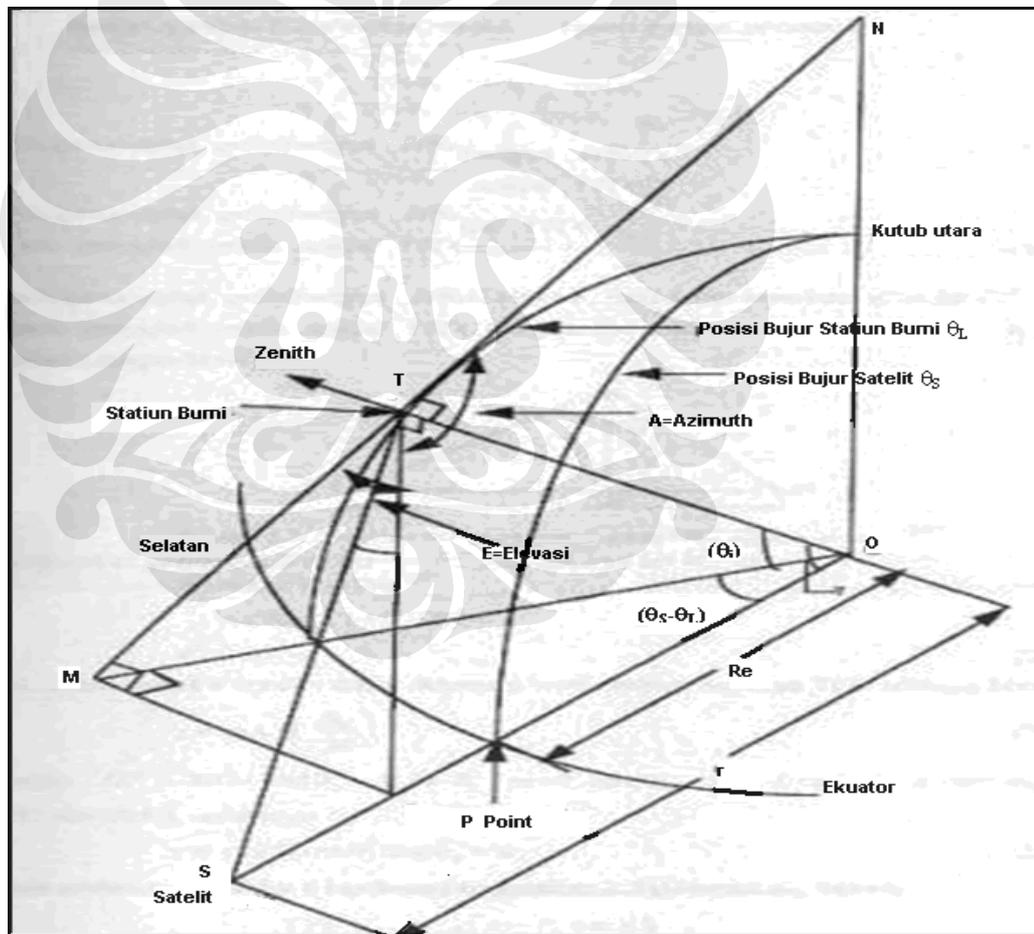
$$Polarisasi\ Offset = (- (360^0 - \text{Sudut Azimuth}) + 1/10 \text{ Site Lattitude})$$

Sedangkan untuk sudut *Azimuth* didefinisikan sebagai sudut pada suatu titik yang diukur searah jarum jam dari posisi utara memotong bidang horisontal TMP dan

bidang TSO (dapat dilihat pada gambar 2.12 dan 2.13), yaitu melewati Stasiun Bumi, Satelit, dan pusat Bumi. Besarnya sudut *Azimuth* adalah berkisar antara  $0^0 - 360^0$ , tergantung pada lokasi stasiun bumi, sedang besar sudut Elevasi berkisar antara  $0^0 - 90^0$  tergantung dari posisi satelit.

Dimana :

- A = Sudut azimuth
- E = Sudut elevasi
- $r$  = Jari-jari orbit *geostasioner* satelit (km)
- $Re$  = Jari-jari ekuator bumi (km)
- $\theta_i$  = posisi lintang stasiun bumi (derajat utara)
- $\theta_s$  = posisi bujur satelit (derajat)
- $\theta_L$  = posisi bujur stasiun bumi (derajat)

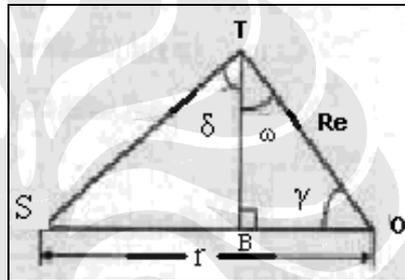


**Gambar 2.12** Posisi Sudut Azimuth dan Sudut Elevasi antena VSAT [4]

Berdasarkan gambar 2.12 maka kita dapatkan suatu persamaan untuk menyelesaikan perhitungan keterarahan (*look angels*) dari antena VSAT:

$$\begin{aligned}
A^0 &= \tan^{-1} \left( \frac{MP}{MT} \right) \\
&= \tan^{-1} \left( \frac{MO \tan (\theta_S - \theta_L)}{R_e \tan \theta_i} \right) \\
&= \tan^{-1} \left( \frac{\left( \frac{R_e}{\cos \theta_i} \right) \tan (\theta_S - \theta_L)}{R_e \tan \theta_i} \right) \\
&= \tan^{-1} \left( \frac{\tan (\theta_S - \theta_L)}{\sin \theta_i} \right) \quad \dots (2.1)
\end{aligned}$$

Sedangkan untuk perhitungan sudut elevasi, maka berdasarkan gambar 2.12, dapat dibuat sebuah proyeksi untuk segitiga TSO yang memudahkan dalam perhitungan sudut elevasi sebagai berikut :



**Gambar 2.13** Segitiga Pengganti untuk Perhitungan Sudut Elevasi [4]

Berdasarkan gambar 2.13 maka didapatkan suatu persamaan untuk menghitung sudut elevasi (E) yaitu :

$$\begin{aligned}
E &= ( \omega + \delta - 90^0 ) \\
&= ( (90^0 - \gamma) + \delta - 90^0 ) \\
E &= ( \delta - \gamma ) \quad \dots (2.2)
\end{aligned}$$

sedangkan sudut  $\gamma$  sendiri dapat dihitung berdasarkan segitiga TPO berikut :

$$\gamma = \cos^{-1} \left( \frac{R_e}{OP} \right) \quad \dots (2.3a)$$

Dengan :  $OP = MO / \cos |\theta_S - \theta_L| = R_e / \cos \theta_1 \cos |\theta_S - \theta_L|$ , seperti yang ditunjukkan dari segitiga MPO dan TMO, sehingga :

$$\gamma = \cos^{-1} ( \cos \theta_1 \cos [\theta_S - \theta_L] ) \quad \dots (2.3b)$$

Sedangkan untuk perhitungan sudut  $\delta$  berdasarkan gambar 2.12 di dapatkan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\delta &= \tan^{-1}\left(\frac{SB}{TB}\right) \\
&= \tan^{-1}\left(\frac{r - R_e \cos \gamma}{R_e \sin \gamma}\right) \\
&= \tan^{-1}\left(\frac{r - R_e \cos \theta_i \cos(\theta_s - \theta_L)}{R_e \sin(\cos^{-1}(\cos \theta_i \cos(\theta_s - \theta_L)))}\right) \dots (2.4)
\end{aligned}$$

Selanjutnya berdasarkan persamaan (2.2), dengan memasukkan  $\delta$  pada persamaan (2.4) dan  $\gamma$  pada persamaan (2.3b) maka akan dapat diperoleh sudut elevasi  $E$  yang diekspresikan sebagai persamaan berikut :

$$E = \tan^{-1}\left(\frac{r - R_e \cos \theta_i \cos(\theta_s - \theta_L)}{R_e \sin(\cos^{-1}(\cos \theta_i \cos(\theta_s - \theta_L)))}\right) - \cos^{-1}(\cos \theta_i \cos(\theta_s - \theta_L)) \dots (2.5)$$

Dimana :

$r$  = Jari-jari orbit *geostaioner* (km)

$R_e$  = jari-jari bumi bidang ekuator (km)

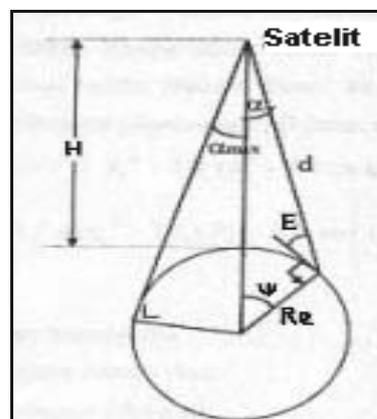
$\theta_s$  = Posisi lintang stasiun bumi (derajat)

$\theta_L$  = Posisi bujur satelit (derajat)

$\theta_i$  = Posisi bujur stasiun bumi (derajat)

## 2.12 *Slant Range*

Pada sistem komunikasi satelit hal terpenting dan tidak boleh diabaikan adalah *Slant range*, dimana *slant range* dalam penulisan Tugas akhir ini merupakan jarak dari stasiun bumi ke satelit yang berbeda-beda disetiap titik, hal ini disebabkan oleh pengaruh kelengkungan bumi. dan posisi stasiun bumi pada posisi lintang dan bujur yang berbeda antar satu dengan yang lain



Gambar 2.14 Penentuan *Slant Range*

Berdasarkan gambar 2.14 maka perhitungan *slant range* ( $d$ ) dapat ditulis perumusannya sebagai berikut

$$d^2 = (R_e + H)^2 + R_e^2 - 2 R_e (R_e + H) \cos \varpi$$

$$= (R_e + H)^2 + R_e^2 - 2 R_e (R_e + H) \cdot \sin \left[ E + \sin^{-1} \left( \frac{R_e}{R_e + H} \cos E \right) \right] \quad \dots(2.6)$$

Dimana :

$R_e$  = Jari-jari bumi pada bidang ekuator (km)  $\approx$  6380

$E$  = Sudut elevasi (derajat)

$H$  = Ketinggian orbit satelit dari bumi pada bidang ekuator (km)  $\approx$  36.000

$r$  = Jari-jari orbit *geostaioner* (km)  $\approx$  42380

### 2.13 Profile PT. Patra Telekomunikasi Indonesia

PT. Patrakom atau yang mempunyai nama asli PT. Patra Telekomunikasi Indonesia adalah perusahaan telekomunikasi yang berdiri sejak 28 September 1995, yang bergerak dalam bidang penyediaan *network provider* untuk data, voice ataupun akses internet, dalam bidang teknologi *VSAT (Very Small Aperture Terminal)* maupun komunikasi teresterial. PT Patrakom juga telah melayani banyak yang melayani banyak bidang operasi bisnis, antara lain :

1. Industri Perminyakan (Pertamina, Asian Petroleum Development, Petrochina, Exxon Mobil)
2. Perbankan (Bank BTN, Bank Sult, Bank BPD)
3. Instansi Pemerintah (Departemen Agama, Departemen Kesehatan, KUA)
4. Perusahaan dibidang Telekomunikasi Seluler (Telkomsel, Smart Telecom, Telkom Divre I, II dan VI, Infomedia, Telematika)
5. Unit-unit Perkebunan, dan banyak Perusahaan Swasta lainnya (Sanken, Kompas gramedia dll).

Patrakom dalam pelaksanaan produksi dan pelayanannya, didukung oleh adanya base yang disertai *engineer standby* hampir di lebih dari 30 kota besar di Indonesia termasuk wilayah timur Indonesia. Sedangkan untuk mendukung produk dan pelayanannya PT. Patrakom bekerja sama dengan hampir 6 operator satelit baik dalam maupun luar negeri untuk penyediaan alokasi *bandwith* satelit, operator satelit tersebut antara lain (Telkom, Apstar, Asiasat, J-Sat, Panamsat, Singtel). Dari masing - masing operator satelit tersebut PT. Patrakom menggunakan 9 satelit dengan total tranponder yang digunakan mencapai hampir 22 tranponder.

### 2.13.1 Jenis Layanan PT. Patra Telekomunikasi Indonesia

Patrakom dalam menjalankan produk dan service terhadap pelanggannya menyediakan jenis-jenis layanan antara lain, *patramesh*, *patraphone*, *patralink*, *patrashare*, *patranet* dan masih banyak yang lainnya, jenis layanan tersebut dapat dilihat sesuai dengan tabel 2.2 berikut

Tabel 2.2 Jenis layanan PT. Patrakom

ALAT PRODUKSI		SERVICE
SYSTEM	PRODUK	
A. FATMA	ACT-ONE	<p>PatraMesh :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PatraData</b> : dial up data kecepatan menengah dg usage charging</li> <li>• <i>Pertamina, Patrochina, APD</i></li> <li>• <b>PatraPhone</b> : telepon melalui satelit dg usage charging</li> <li>• <i>Pertamina, Depot Hulu Pertamina,, UPMS VII, UPMS VIII, Dep - Kes</i></li> </ul>
B. SCPC or MCPC	BERBAGAI MERK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PatraLink</b> : point to point, point to multipoint, data backbone</li> <li>• <i>Telkomsel, Smart Telecom, Telkom Divre, Pertamina SBTI, Kompas Gramedia, Sanken</i></li> </ul>
C. RTDMA	SKYSTAR ADVANTAGE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PatraShare</b> : data online kecepatan rendah</li> <li>• <i>Dep - Ag, Bank BTN, Bank BPD</i></li> </ul>
	DVB VSAT IP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PatraShare</b> : data online kecepatan rendah</li> <li>• <i>Depot UPMS VI &amp; UPMS VIII, Kungkungan Bay Resort, Bank Sulut</i></li> </ul>
E. INTERNET (MCPC)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PatraNet</b> : ISP (Internet Service Provider).</li> <li>• <i>PT. Cibaliung Sumber Daya</i></li> </ul>
F. Terrestrial		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Patradata online kecepatan Medium via Terrestrial</i></li> <li>• <i>Dep - Kes</i></li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>JASA TURUTAN</b> : Total <i>Solusi Telekomunikasi</i>.</li> </ul>

### 2.14 Link VSAT metode akses SCPC pada Telkomsel

Pada awal perkembangannya teknologi siskomsat yang digunakan memakai sistem analog yaitu dengan sistem *FDM/FM/FDMA*. Dalam pengembangannya Intelsat memperkenalkan sistem yang bernama *Intermediate Data Rate (IDR)*. Penamaan IDR tidak terlepas dari kecepatan yang dapat dilayani yaitu antara 64 Kbps sampai dengan 44.736 Mbps tentunya dengan dengan *rate* yang sangat lebar. Telkomsel sendiri pada Patrakom, untuk aplikasi *VSAT* dengan metode *SCPC* ini dilayani dengan data rate 2.048 Kbps atau yang sering kita sebut dengan E-1

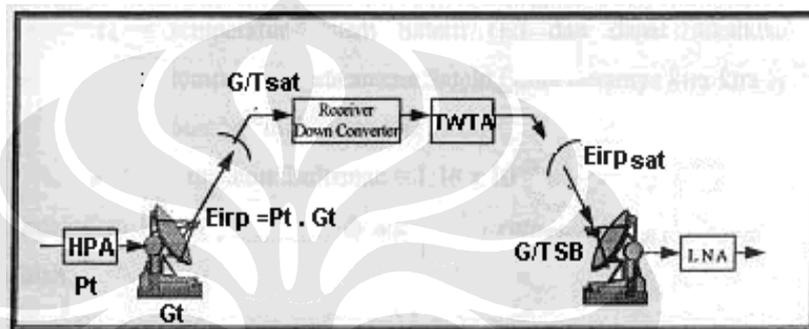
Sistem IDR ini sering pula disebut sistem *PCM/TDM/FDMA*. Pemilihan sistem ini biasanya ditentukan dari banyaknya terminal pelanggan dan besarnya bandwidth informasi yang akan dibutuhkan oleh pelanggan sehingga dengan demikian fleksibilitasnya akan menjadi lebih unggul. Telkomsel dan Pertamina sebagai salah satu pelanggan PT. Patrakom, memakai layanan IDR melalui *VSAT* dengan sistem *FDMA* metode akses *SCPC* pada wilayah yang umumnya berada dibagian timur Indonesia.

## BAB III

### METODE ANALISIS *LINK* KOMUNIKASI SATELIT

#### 3.1 Parameter *Link Budget*

Perhitungan *link budget* dalam sistem komunikasi satelit ini digunakan untuk menilai dan menganalisa kelayakan kualitas *link* transmisi satelit tersebut. Hasil akhir perhitungannya akan memperlihatkan presentase daya dan *bandwidth* yang digunakan oleh sistem tersebut, serta pengaruh parameter yang dipakai agar didapatkan kualitas *link* yang paling maksimum, *link* dasar Satelit dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Parameter dasar *link* satelit [5]

#### 3.2 *Gain* Antena

*Gain* atau penguatan adalah perbandingan antara daya pancar suatu antena terhadap antena referensinya. Persamaan untuk antena parabolik adalah sebagai berikut:

$$G = \eta \left( \frac{\pi^2 d^2}{\lambda^2} \right) = \eta \left( \frac{\pi f d}{c} \right)^2 \quad \dots(3.1a)$$

Atau secara logaritmis dapat ditulis sebagai berikut :

$$G \text{ (dB)} = 20.45 + 20 \log f + 20 \log d + 10 \log \eta \quad \dots(3.1b)$$

Dimana :

$\eta$  = efisiensi antena  $\approx 0.65$

d = diameter antena (m)

c = kecepatan cahaya

f = frekuensi (GHz)

### 3.3 EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*)

EIRP digunakan untuk menyatakan daya pengiriman dari stasiun bumi atau satelit. EIRP stasiun bumi dilambangkan dengan  $EIRP_{SB}$  yang mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$EIRP_{SB} = P_T G_T \quad \dots(3.2a)$$

atau secara logaritmis dapat ditulis sebagai berikut:

$$EIRP(dBW) = 10 \log P_T + 10 \log G_T \quad \dots(3.2b)$$

dimana :  $P_T$  = daya pancar sinyal *carrier* pada *feeder* antena pemancar (dBW)

$G_T$  = gain antena pemancar (dB)

EIRP satelit umumnya sudah disertakan pada design awal dari karakteristik satelit yang bersangkutan. Untuk EIRP linier ( $EIRP_{SB}$  dan  $EIRP_{SAT}$ ), adalah sebagai berikut:

$$EIRP_{SBlinier} (dBW) = SFD + 10 \log(4\pi d^2) + PAD - IBO_{total} \quad \dots(3.3)$$

$$EIRP_{satlinier} (dBW) = EIRP_{satjenuh} - OBO_{total} \quad \dots(3.4)$$

### 3.4 SFD (*Saturated Flux Density*)

SFD adalah daya yang membuat EIRP satelit mencapai titik saturasi yang dilambangkan dengan  $\Phi$ . Harga ini telah disediakan pada karakteristik satelit yang bersangkutan. Untuk memperoleh harga EIRP satelit tersebut maka harus diperoleh harga  $EIRP_{SB}$  terlebih dahulu, yang dapat ditulis sebagai berikut :

$$\phi(W / m^2) = \left( \frac{EIRP_{SB}}{4\pi r^2 \times PAD} \right)$$

atau secara logaritmis dapat ditulis sebagai berikut: (dengan  $r = 36000$  km)

$$\phi(dBW) = EIRP_{SB} - 162,1 - PAD \quad \dots(3.5)$$

dimana :  $r$  = jarak antara stasiun bumi ke satelit  $\approx 36000$  km

$PAD$  = redaman pada *feed* antena

### 3.5 Rugi -rugi pada Lintasan.

Rugi-rugi pada lintasan transmisi adalah redaman yang terjadi pada proses pentransmisi signal dari Tx (Pengirim) hingga diterima di Rx (Penerima), rugi-rugi tersebut antara lain

### 3.5.1 Rugi-rugi Saluran ( $L_{SAL}$ )

Rugi-rugi pada saluran merupakan besarnya redaman yang terjadi sepanjang saluran yang dipergunakan. Dalam konfigurasinya redaman yang terjadi pada pengkoneksian konektor kabel dapat disimpulkan sebagai berikut

- $L_{sal}$  kabel IF (BNC Kabel) 1.3 dB/30 meter
- $L_{sal}$  kabel RF (IFL Kabel) 0.7 dB/meter

### 3.5.2 Rugi-rugi Pancaran Antena ( $L_{ANT}$ )

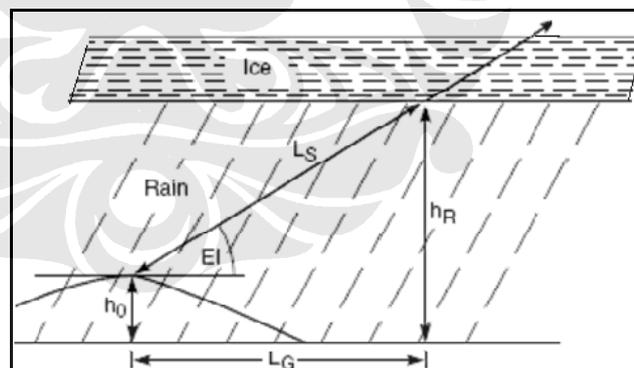
Rugi – rugi pada arah pancar antena biasanya dipengaruhi oleh daya maksimum. Hal ini berkaitan dengan keterarahan antena stasiun bumi yang tidak pas pada arah pancar posisinya, sehingga menyebabkan loss pada daya maksimum yang diperlukan dalam pancaran, umumnya besar rugi pancaran  $\leq$  dari 1.5 dB

### 3.5.3 Rugi-rugi Atmosfir ( $L_{ATM}$ )

Rugi-rugi atmosfer adalah rugi-rugi yang disebabkan akibat dari hasil proses *absorpsi energi* dengan gas atmosfer, proses *absorpsi* tersebut karena pengaruh cuaca. Nilai rugi-rugi atmosfer sangat kecil sehingga dapat diabaikan dalam perhitungan

### 3.5.4 Rugi-rugi Redaman Hujan ( $L_{RAIN}$ )

Redaman hujan merupakan redaman yang memiliki pengaruh besar terhadap propagasi gelombang pada frekuensi diatas 1 GHz. Redaman ini adalah fungsi dari frekuensi dan curah hujan dalam mm/jam yang dapat dihitung dengan tahapan berikut



Gambar 3.2 Sketsa Penentuan Redaman Hujan [4]

Dimana :

- ✓  $R =$  Rain rate point berdasarkan tabel titik laju hujan yang ada pada lampiran E, pada wilayah Indonesia bagian timur termasuk pada regional H dimana nilai  $R = 147\text{mm/h}$
- ✓ Persamaan kuantitas koefisien empiris polarisasi

$$a_c = \frac{a_H + a_V}{2} \quad \dots(3.6a)$$

$$b_c = \frac{a_H b_H + a_V b_V}{2a_C} \quad \dots(3.6b)$$

- ✓ Sehingga redaman hujan spesifik (dB/km) dapat dinyatakan sebagai

$$\alpha = a_C R^{b_c} \quad \dots(3.7)$$

- ✓ Tinggi atmosfer terjadi hujan ( $h_r$ )

$$h_r (km) = \begin{cases} 3 + 0,028 & \text{jika } 0 < \text{latitude} < 36^\circ \\ 4 - 0,075 & \text{jika } \text{latitude} \geq 36^\circ \end{cases} \quad \dots(3.8)$$

- ✓ Panjang lintasan hujan efektif ( $L_S$ ) untuk sudut elevasi antena  $\geq 10^\circ$

$$L_S = \frac{(h_r - h_o)}{\sin E} \quad \dots(3.9)$$

- ✓ Jarak lintasan hujan ( $L_G$ )

$$L_G = L_S \cos E \quad \dots(3.10)$$

- ✓  $r_p$  = rain rate reduction factor, dimana p (reduction factor) bergantung pada kondisi daerah masing-masing

$\text{for } p = 0.001\% \rightarrow r_{0.001} = \frac{10}{10 + L_G}; \quad \text{for } p = 0.01\% \rightarrow r_{0.01} = \frac{90}{90 + 4L_G}$
$\text{for } p = 0.1\% \rightarrow r_{0.1} = \frac{180}{10 + L_G}; \quad \text{for } p = 1\%; \rightarrow r_1 = 1$

- ✓ Faktor reduksi lintasan hujan pada wilayah Indonesia, memiliki presentase unavailability 0,01% sehingga dapat ditulis

$$r_{0.01} = \frac{90}{90 + 4L_G} \quad \dots(3.11)$$

- ✓ Maka besarnya redaman hujan total presentase curah hujan sebesar 0.01% adalah:

$$L_{\text{Rain}(dB)}^{(r=0,01\%)} = \alpha L_S r_{0,01} \quad \dots(3.12)$$

Dimana :

E = Sudut elevasi

$h_r$  = Ketinggian hujan (km)

$h_o$  = Tinggi stasiun bumi dari permukaan laut (km)

### 3.6 Redaman Ruang Bebas (*Path Loss $L_{FS}$* )

Redaman ruang bebas ( $L_{FS}$ ) merupakan hilangnya daya yang dipancarkan pada ruang bebas saat pemancaran sehingga tidak seluruh daya dapat diterima oleh antenna penerima. Besar redaman ini dapat ditulis sebagai berikut :

$$L_{FS} = \left( \frac{4\eta d_{u/d}}{\lambda} \right)^2 = \left( \frac{4\eta f_{u/d} d}{c} \right)^2 \quad \dots(3.13a)$$

Pada  $d_{uplink} = d_{downlink}$ , secara logaritmis  $L_{FS}$  dapat ditulis sebagai berikut:

$$L_{FS} (dB) = 92.45 + 20 \log f_u + 20 \log d_u \quad \dots(3.13b)$$

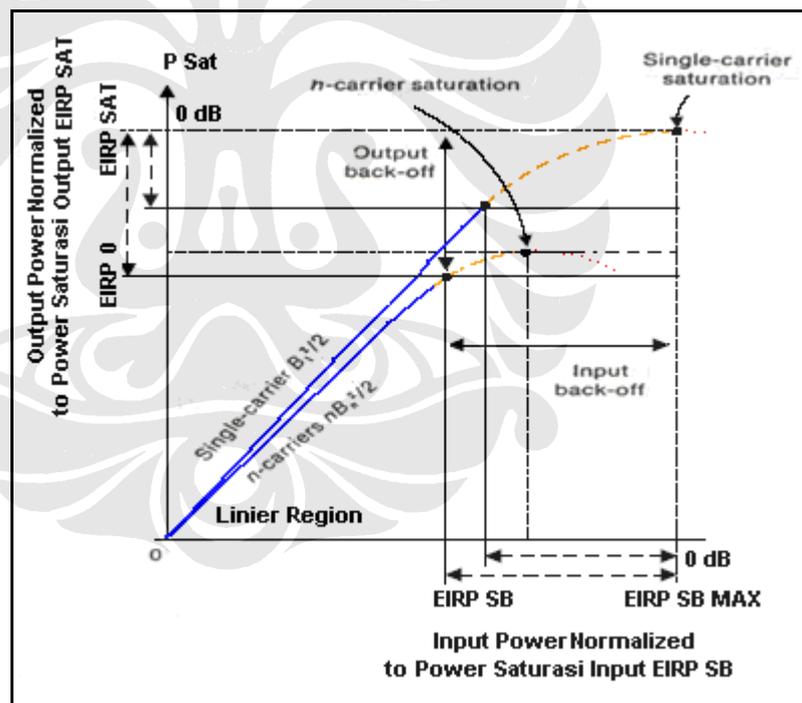
dimana :  $c$  = kecepatan cahaya

$d_{up/d}$  = *slant range* antar stasiun bumi ke satelit (km)

$f_{u/d}$  = frekuensi (GHz)

### 3.7 IBO (Input Back Off) dan OBO (Output Back Off)

IBO merupakan pengurangan daya masukan pada penguat daya transponder satelite agar titik kerja menjadi linier. Sedangkan OBO merupakan penguatan daya keluaran yang disebabkan oleh daya masukan dari IBO. Hubungan IBO dan OBO pada satelit sistem SCPC dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 3.3 IBO (Input Back Off) dan OBO (Output Back Off) [7]

Pada *Transponder Operation*, perlu diperhatikan point – point pada analisis IBO dan OBO yakni sebagai berikut

- Pada *Single Carrier Operation*, *carrier* dapat dikompensasi sehingga bisa dioperasikan pada titik jenuh.
- Pada *Multi Carrier Operation*, *carrier* harus dioperasikan pada daerah linier, untuk mencegah saturasinya EIRP Satelit

- Sehingga kita harus menyesuaikan ukuran dan komposisi bandwidth, serta power dari setiap stasiun bumi yang digunakan pada transponder operasional
- Kita juga harus mengenal karakteristik dan mengetahui parameter - parameter dari satelit tersebut

### 3.8 *Figure Of Merit / Gain To Temperature (G/T)*

Adalah parameter yang digunakan untuk menunjukkan performansi satena stasin bumi dan LNA dalam hubungan sensitifitas *carrier* pada lintasan turun (*downlink*) yang diterima dari satelit. Titik referensi untuk kalkulasi G/T dimodelkan sebagai berikut

$$G/T(dB/^{\circ}K) = G/T$$

atau secara logaritmis dapat ditulis sebaga berikut :

$$G/T = 10\log G - 10\log T \quad \dots(3.14)$$

Dimana : G = Gain antena (dB)

T = Temperatur sistem penerima ( $^{\circ}K$ )

### 3.9 *Carrier to Noise Ratio (C/N)*

*Carrier to Noise* merupakan parameter untuk menentukan nilai kualitas seluruh *link*. C/N dapat ditulis sebagai berikut :

$$C/N_{up} (dB) = EIRP_{SB} - L_{up} + G/T_{SAT} - K - 10 \log B_n \quad \dots(3.15)$$

$$C/N_{down} (dB) = EIRP_{SAT} - L_{down} + G/T_{SB} - K - 10 \log B_n \quad \dots(3.16)$$

Dimana :

L = redaman total yang terjadi ( $L_{FS} + L_{RAIN} + L_{SAL} + L_{ANT}$ )

K = Konstanta *Botsman*  $\approx 1,38 \cdot 10^{-23}$ , dimana ( $10 \log K = -228,6$  dB)

BW = *Bandwith* yang digunakan (BW alokasi Telkomsel 1 MHz)

Maka dari persamaan diatas, nilai C/N total *uplink* dan *downlink* adalah sebagai berikut:

$$C/N_{Total} = \left(\frac{C}{N}\right)_{up}^{-1} + \left(\frac{C}{N}\right)_{down}^{-1} = \frac{1}{\left(\frac{C}{N}\right)_{up-link}^{-1} + \left(\frac{C}{N}\right)_{downlink}^{-1}} \quad \dots (3.17)$$

Dengan memasukkan parameter interferensi maka perbandingan *carier to noise ratio* dapat ditulis sebagai berikut



➤ *Eksternal Interference* :

Interferensi satelit yang disebabkan oleh kondisi external dari satelit, seperti misalnya *Adjacent Satellite Interference (ASI)*

➤ *Internal Interference* :

Interferensi satelit yang disebabkan oleh bagian internal pada satelit, seperti misalnya *Cross Polarisasi Interference (CPI)*

➤ *Other Interference* :

Analisis untuk jenis *other interference* yang dibahas pada penulisan Tugas Akhir ini adalah, adalah *Intermodulation* dan *Adjacent Carrier Channel Interference*

### 3.12.1 Rasio Carrier terhadap Noise akibat Interferensi

Jika  $i_{1,u}(t), i_{2,u}(t), \dots, i_{p,u}(t)$  menyatakan sinyal interferensi yang ditambahkan pada pentransmisian sisi *up-link* dengan daya  $I_{1,u}, I_{2,u}, \dots, I_{p,u}$ , maka total daya *noise* pada *up-link* adalah sebagai berikut :

$$N'_u = E \left[ \left[ n_u(t) + \sum_{k=1}^p i_{k,u}(t) \right]^2 \right] = N_u + \sum_{k=1}^p i_{k,u} \quad \dots(3.25)$$

Kemudian dari persamaan 3.25 maka, maka didapatkan persamaan *ratio carrier* terhadap *noise up link* dengan interferensi dapat ditulis dalam persamaan berikut :

$$\left( \frac{C}{N'} \right)_u = \frac{C_u}{N'_u} = \left[ \left( \frac{C}{N} \right)_u^{-1} + \sum_{i=1}^p \left( \frac{C_u}{I} \right)_{k,u}^{-1} \right]^{-1} = \left[ \left( \frac{C}{N} \right)_u^{-1} + \left( \frac{C}{I} \right)_u^{-1} \right]^{-1} \quad \dots(3.26)$$

sehingga, dimana nilai  $(C/I)_{k,u}$  yang ada, dapat dituliskan dalam persamaan berikut

$$\left( \frac{C}{I} \right)_u = \left[ \sum_{i=1}^p \left( \frac{C}{I} \right)_{k,u}^{-1} \right]^{-1} \quad \dots(3.27)$$

dengan demikian  $(C/I)_{k,u}$ , adalah *carrier* terhadap perbandingan Interferensi *up link* ke-k, dan  $(C / I)_u$  *ratio carrier* terhadap Interferensi arah *uplink*.

Kondisi *uplink* yang telah diuraikan di atas juga berlaku sama pada kondisi *downlink*. maka *ratio carrier downlink* terhadap *noise plus* interferensi dapat diekspresikan sebagai berikut:

$$\left( \frac{C}{N'} \right)_d = \left[ \left( \frac{C}{N} \right)_d^{-1} + \sum_{i=1}^p \left( \frac{C}{I} \right)_{k,d}^{-1} \right]^{-1} = \left[ \left( \frac{C}{N} \right)_d^{-1} + \left( \frac{C}{I} \right)_d^{-1} \right]^{-1} \quad \dots(3.28a)$$

sehingga, dimana nilai  $(C/I)_{k,d}$  yang ada, dapat dituliskan dalam persamaan berikut :

$$\left(\frac{C}{I}\right)_d = \left[ \sum_{i=1}^p \left(\frac{C}{I}\right)_{k,d}^{-1} \right]^{-1} \quad \dots(3.28b)$$

dengan  $(C/I)_{k,d}$  = rasio *carrier* terhadap interferensi *downlink* ke-k, dan  $(C/I)_{k,d}$   $(C/I)_d$  *ratio carrier* terhadap Interferensi *downlink*, maka dengan substitusi  $(C/N)$  dan  $(C/N)_d$  pada persamaan (3.26). dengan  $(C/N)_u$  pada (3.27) dan  $(C/N)_d$  pada (3.28a) maka persamaan *Ratio Carrier* terhadap *Noise* dengan interferensi secara keseluruhan dapat dituliskan menjadi menjadi :

$$\begin{aligned} \left(\frac{C}{N'}\right) &= \left[ \left(\frac{C}{N}\right)_u^{-1} + \left(\frac{C}{N}\right)_d^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_u^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_d^{-1} \right]^{-1} = \left[ \left(\frac{C}{N}\right)^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)^{-1} \right]^{-1} \\ &= \left[ \left(\frac{C}{N'}\right)_u^{-1} + \left(\frac{C}{N'}\right)_d^{-1} \right]^{-1} \end{aligned} \quad \dots(3.29a)$$

Sehingga, dimana nilai  $(C/I)^{-1}$  yang ada, dapat dituliskan dalam persamaan yang lebih sederhana sberikut:

$$\left(\frac{C}{I}\right)^{-1} = \left(\frac{C}{I}\right)_u^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_d^{-1} \quad \dots(3.29b)$$

Dimana :  $C/N$  = *ratio carrier* terhadap *noise* keseluruhan *link* (*uplink* dan *downlink*)

$C/I$  = *ratio carrier* terhadap interferensi dari keseluruhan *link*.

### 3.12.2 *Adjacent Satellite Interference (ASI)*

*Adjacent Satelite Interference* adalah parameter interferensi yang berasal dari jaringan satelit yang saling berdekatan, interferensi dalam hal ini dapat berasal dari *gound segmen* ataupun *space segment*.

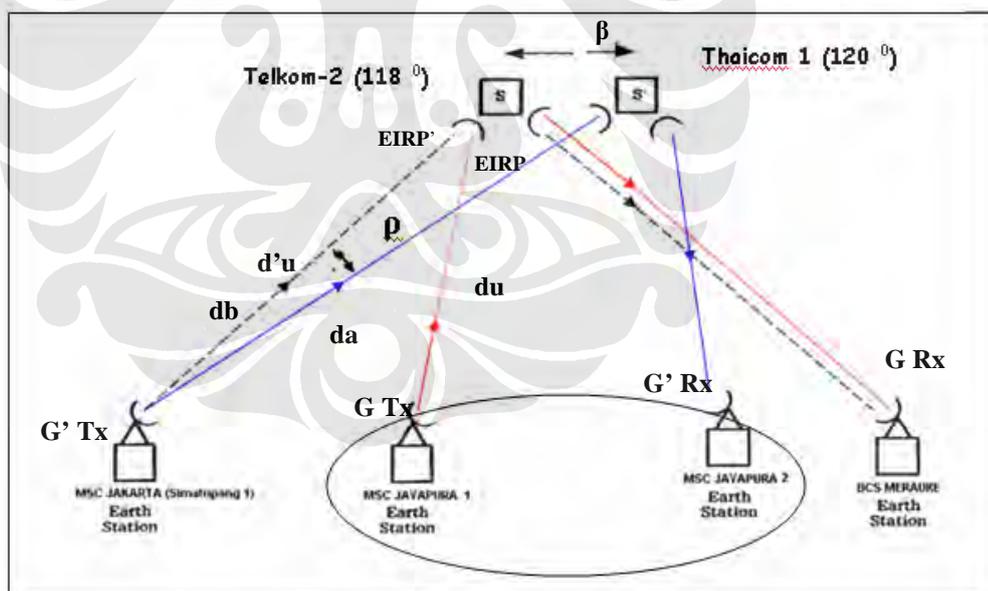
Umumnya penyebab terjadinya interferensi ini adalah :

1. Pengaturan jarak antar satelite.
2. *Overlapping* yang terjadi antar *coverage* area dan frekuensi.
3. *Look angels* antena yang buruk, (berkaitan dengan kesalahan antena *pattern*)
4. *Power* yang terlalu berlebihan.

Sebuah satelit dapat mengalami mode interferensi dari sejumlah satelit yang berdekatan, kondisi ini diberi istilah *interference agregat*. Interferensi ini adalah interferensi yang dibangkitkan oleh stasiun bumi pada jaringan satelit lain yang

letaknya saling berdekatan, dimana stasiun bumi penginterferensi ini transmit pada frekuensi RF dan frekuensi IF yang sama. Interferensi dalam hal ini umumnya berasal dari pancaran *sidelobe* dari antenna stasiun bumi penginterferensi

Sebagai gambaran untuk interferensi yang terjadi antara dua satelit seperti yang terlihat pada gambar 3.4, dua buah satelit (Satelit S dan Satelit S') pada orbit *geosentris* dimana kedua satelit tersebut mempunyai sudut *toposentris* yang sama sebesar ( $\beta^\circ$ ). Sedangkan sudut  $\rho^\circ$  adalah sudut antar satelit dilihat dari stasiun bumi penginterferensi, sudut  $\rho^\circ$  diukur dari lokasi stasiun bumi penginterferensi dan merupakan sudut dari *line of sight* satelit yang diinginkan stasiun bumi pada *adjacent* satelit yang saling meng-*interference* tersebut. Pada stasiun bumi penginterferensi, kesalahan pola pancar dari antenna stasiun bumi tersebut akan menyebabkan interferensi pada alokasi frekuensi yang sama di alokasi frekuensi satelit S (*Interference Frekuensi Overlapping*), sejalan dengan itu parameter stasiun bumi penginterferensi pada satelit S' juga akan mengalami penurunan yang tentunya hal ini akan menyebabkan kerugian pada *link VSAT SCPC* sehingga menyebabkan terjadi penurunan *availability* pada kedua *link* tersebut



**Gambar 3.4** Interferensi antara dua sistem Satelit [4]

Untuk menghitung besarnya sudut antar satelit yang dilihat dari stasiun bumi penginterferensi ( $\rho$ ) tersebut, maka dapat dilakukan analisa perhitungan berdasarkan penggambaran posisi satelit yang berdekatan seperti pada gambar 3.4. Dengan bantuan gambar tersebut maka dapat dihitung besarnya sudut  $\rho$ , dengan melihat hubungan dengan  $\beta$  antenna pada stasiun bumi Jakarta yang kemudian dapat

direlasikan terhadap  $d_A$  dan  $d_B$  dalam perumusan sebagai berikut :

$$\rho = \cos^{-1} \left[ \frac{d_A^2 + d_B^2 - 2(R_e + H)^2 (1 - \cos \beta)}{2d_A d_B} \right] \quad \dots(3.30)$$

Dimana :

$\rho$  = Sudut antara satelit *geostasioner* dilihat dari suatu stasiun bumi penginterferensi

$d_A$  = *Slant range* untuk Stasiun Bumi Jakarta ke dan Satelit S'

$d_B$  = *Slant range* untuk Stasiun Bumi Jakarta ke dan Satelit S

$\beta$  = Representasi perbedaan sudut bujur satelit yang saling berdekatan

Asumsi : jika S sebagai sistem satelit yang tetap dan S' sebagai sistem Satelit yang dekat dengan S. selanjutnya *link* satelit antara stasiun bumi Jayapura-1 dan stasiun Bumi Merauke dipengaruhi oleh dua sumber interferensi (sinyal interferensi *uplink* dari Stasiun Bumi Jakarta dan sinyal interferensi *downlink* dari satelit S'). Maka total *ratio carrier* terhadap interferensi karena dua sumber interferensi ini menggambarkan interferensi yang dibangkitkan oleh sistem Satelit S' ke sistem Satelit S. Berdasarkan gambar 3.4 dan analisa, maka daya interferensi *up link* adalah :

$$I_{ADJ(u)} = (EIRP') \left( \frac{c}{4\eta f'_u d'_u} \right)^2 G'_u \quad \dots(3.31)$$

Dimana:

$EIRP'$  = EIRP stasiun bumi dari sinyal penginterferensi pada arah Satelit S'

$f'_u$  = frekuensi interferensi pada arah *uplink*

$d'_u$  = *slant range uplink* antara Stasiun Bumi Jayapura dan Satelit S yang berubah-ubah sesuai dengan *error look angels* yang mempengaruhi interferensi pada Stasiun Bumi Jayapura-1

$G'$  = *gain* antena penginterferensi (Gain Antena Jakarta).

Dengan menggunakan persamaan diatas maka *ratio carrier* terhadap interferensi dapat diberikan sebagai :

$$\left( \frac{C}{I} \right)_{ADJ(u)} = \frac{C_u}{I_u} = \left( \frac{EIRP}{EIRP'} \right) \left( \frac{F'_u d'_u}{F_u d_u} \right)^2 \left( \frac{G_u}{G'_u} \right) \quad \dots(3.32)$$

dengan asumsi bahwa  $f$  (Frekuensi) dan  $d$  (Jarak Stasiun Bumi ke satelite) pada analisis yang digunakan bernilai sama, maka persamaan 3.32 dapat disederhanakan menjadi persamaan berikut:

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ(u)} = \left(\frac{EIRP_{SB\_W}}{EIRP_{SB\_I}}\right) \left(\frac{G_{Y\_I\_Max}}{32 + 25\log \rho + 10\text{Log}Bw}\right) \quad \dots(3.33a)$$

atau jika ditulis dalam perbandingan logaritmik (dB) dan dalam kondisi *pure carrier* maka persamaan diatas ekivalen dengan persamaan berikut:

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ(u)} = EIRP_{SB\_W} - EIRP_{SB\_I} + G_{TPC\_WMax} - G_{TPC\_IMax} - 32 + 25\log \rho \quad [2] \quad (3.33b)$$

dengan cara yang sama dapat dilakukan pengukuran *ratio carier to interference* pada arah *downlink*, dan persamaannya dapat ditulis sebagai berikut [8]

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ(d)} = EIRP_{SAT\_WMAX} - EIRP_{SAT\_IMAX} + G_{R\_WMAX} - 32 + 25\log \rho \quad [2] \quad \dots(3.34)$$

Dimana :

- $EIRP_{SAT\_W}/EIRP_{SAT\_I}$  = EIRP dari satelit operasional (*Wanted Satelit*) dan satelit pengganggu (*Interfering Satelit*)
- $EIRP_{SB\_I}/EIRP_{SB\_W}$  = EIRP dari stasiun bumi pengganggu (*Interfering Satelit*) dan EIRP stasiun bumi operasional
- $G_{T\_Imax} / G_{T\_WIMaxs}$  = *Gain* antena kondisi *pure carrier* maxsimum pada sisi pengirim dan penerima dari Stasiun Bumi yang mempengaruhi interferensi.
- $G_{R\_WMax}$  = *Gain* antena Stasiun Bumi yang terkena *interference* pada kondisi operasional.

Dengan demikian akhirnya total *ratio carrier* terhadap interferensi yang disebabkan oleh sistem satelit yang berdekatan dapat ditulis sebagai persamaan berikut ini

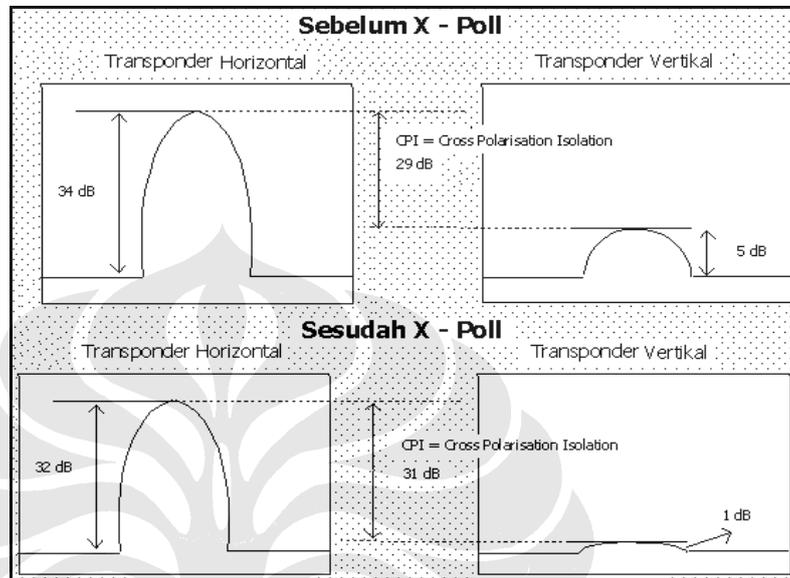
$$\left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ\_TOT} = \left[ \left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ(u)}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ(d)}^{-1} \right]^{-1} \quad \dots(3.35)$$

### 3.12.3 Cross Polarisasi Interference (CPI)

*Cross-polarisasi interferensi* ini didefinisikan sebagai perbandingan level daya *carrier* yang diterima pada polarisasi utama pada kondisi *TX-CW (unmodulated pure carier)* terhadap level daya *carrier* bocoran yang diterima pada arah polarisasi *ortogonal* (arah polarisasi balikkannya) dari sinyal pada frekuensi IF yang sama. Semakin baik nilai *Cross Polarisasi Interference* dari suatu antena VSAT (dalam hal

ini keterarahan polarisasinya) maka semakin baik pula kualitas transmisi sinyal yang dihasilkan.

*X-Poll* adalah proses memaksimalkan nilai *CPI* pada *ground segment* antena *VSAT*, sehingga interferensi antara bidang polarisasi linier satelit pada setiap alokasi channel stasiun bumi menjadi lebih kecil, hal tersebut digambarkan sebagai berikut



Gambar 3.5 Proses *X-Poll* [8]

Antena dengan diameter yang lebih besar umumnya akan mempunyai nilai *CPI* yang lebih tinggi, besarnya diskriminasi *cross* polarisasi mencapai 40 - 50 dB, namun untuk dapat layak operasional Telkom mempunyai ketentuan standar *CPI* yang  $\geq 30$  dB. Jika  $X_E$  dan  $X_S$  merupakan diskriminasi perbandingan *cross* polarisasi dari antena stasiun bumi dan besarnya  $[C/I]_{CPI}$  dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{CPI} = \frac{(X_E^{-1} + X_S^{-1})^{-1}}{2} \quad \dots(3.36)$$

Dimana :

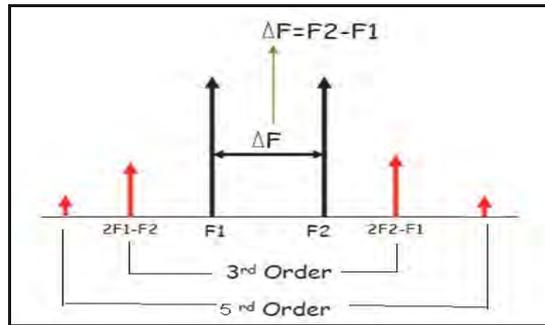
$X_E$  adalah nilai *cross* polarisasi pada antena operational

$X_S$  adalah *cross* polarisasi yang dimiliki oleh antena monitoring pada operator

### 3.12.4 Intermodulasi

*Intermodulasi* merupakan salah satu gangguan *link* komunikasi yang tidak boleh diabaikan. *Intermodulasi* ini disebabkan karena pada pemberian *multi carrier* pada penguat daya akan mengakibatkan keluarnya frekuensi lain (yang biasa disebut

*frekuensi anakan*) selain frekuensi dasar atau sinyal utamanya, yang dapat digambarkan sebagai berikut :



**Gambar 3.6** Intermodulation orde ke 5 [7]

Adapun besarnya intermodulasi untuk orde n (sampai dengan orde ketiga) dapat dilihat pada proses berikut

$$V_0 = A_0 (\sin \omega_1 t + \sin \omega_2 t) \xrightarrow{\omega_1 t} \boxed{\omega_1 t} \xrightarrow{\omega_2 t} V_0 = A_1 V_1 + A_1 V_2^2 + A_1 V_1^3 + \dots A_1 V_1^n$$

**Gambar 3.7** Proses Intermodulasi [7]

- Dimana :
- Komponen Orde I ( n = 1 )
  - Komponen Orde II ( n = 2 )
  - Komponen Orde III ( n = 3 )

Pada transponder yang dibebani oleh *multicarrier* dan *daya* transponder yang sudah melebihi titik jenuhnya (saturasi), maka hal ini akan menyebabkan banyaknya *frekuensi anakan* yang timbul sehingga pada saat *loading* dari satelit melebihi batas, maka hal tersebut menyebabkan *loading* satelit berada pada kondisi *nonlinier* atau *saturation point* dimana hal ini akan menyebabkan terjadinya nilai *intermodulasi* yang tinggi.

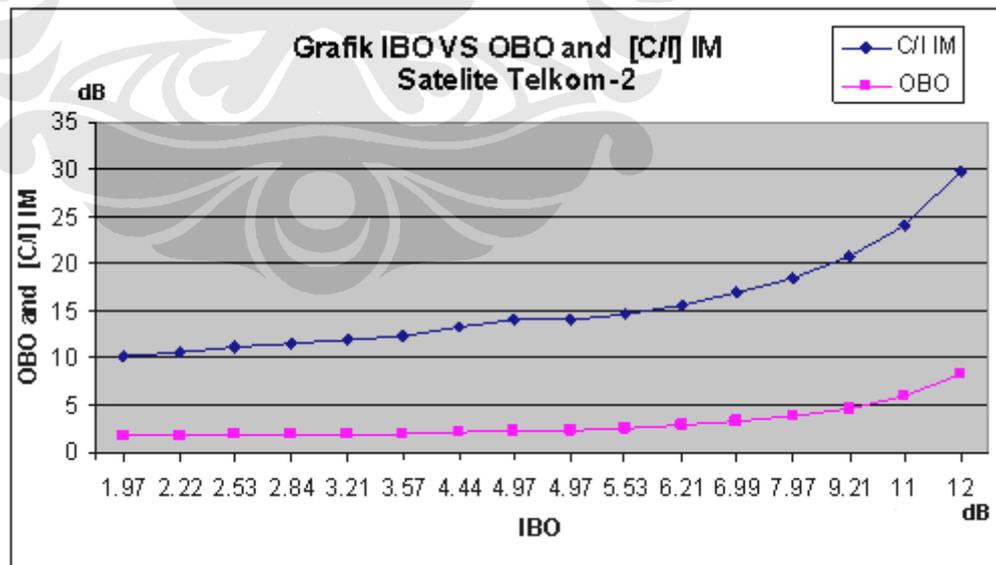
Pada dasarnya nilai produk *frekuensi anakan* pada *intermodulasi* tersebut akan menurun dengan semakin bertambahnya orde. Untuk itu hanya produk *intermodulasi* orde ketiga dan orde kelima yang akan mempengaruhi *link* komunikasi. Namun demikian produk *intermodulasi* orde ketiga yang paling berbahaya, karena selain levelnya yang cukup besar juga masih berada pada daerah frekuensi kerja. Gangguan ini hanya bisa diatasi dengan cara menekan levelnya dibanding level *sinyal carrier*, yang dapat dilakukan dengan memperkecil daya keluaran penguat, yang artinya juga memperkecil daya masukan Untuk memperkecil daya masukan penguat pada *link* komunikasi VSAT dapat dilakukan pada penguat stasiun bumi dan penguat satelit sendiri, memperkecil daya masukan pada penguat satelit dapat dilakukan dengan

mengubah *input backoff* ke penguat satelit tersebut, yang otomatis juga akan mempengaruhi *output backoff* pada penguat satelit. Untuk lebih jelasnya dapat dijelaskan pada gambar 3.3

Akibat gangguan Intermodulasi tersebut maka besarnya rasio *Carrier* terhadap *Noise Plus Intermodulasi* [dengan asumsi bahwa *carrier* pengaruh intermodulasi adalah  $(C/N)_{IM}$ ] dapat kita lihat pada tabel 3.1 dan gambar 3.8 :

**Tabel 3.1** Tabel *Ratio Carrier* terhadap Intermodulasi Telkom-2

$BO_i$	$BO_o$	$(C/I)_{IM}$
1.97	1.809	10.152 dB
2.22	1.813	10.665 dB
2.53	1.832	11.115 dB
2.84	1.868	11.525 dB
3.21	1.92	11.921 dB
3.57	1.992	12.332 dB
4.44	2.21	13.31 dB
4.97	2.37	13.946 dB
4.97	2.37	13.946 dB
5.53	2.58	14.71 dB
6.21	2.87	15.67 dB
6.99	3.26	16.909 dB
7.97	3.822	18.517 dB
9.21	4.641	20.712 dB
10.97	5.958	23.957 dB
11.98	8.309	29.729 dB



**Gambar 3.8**  $[C/I]_{IM}$  Grafik Satelit Telkom-2

besarnya  $(C/I)_{IM}$  pada tabel 3.1 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{IM} = 79 - 10 \log n - 1.65(IBO_t \text{ (dB)} + 5) IBO_t \quad \dots(3.38a)$$

Dimana :

$IBO_t$  = Jumlah semua input power *carier* yang masuk ke transponder / single *carier* input power pada keadaan saturasi  $\left(\frac{\sum P_i^n}{P_i^1}\right)$

$n$  = Jumlah *carier* yang ada pada power tertentu

Sehingga *Carrier to Interference* total yang terjadi pada *link VSAT SCPC* dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{TOT} = \left[ \left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ\_TOT}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_{CPI\_TOT}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_{IM} \right]^{-1} \quad \dots(3.38b)$$

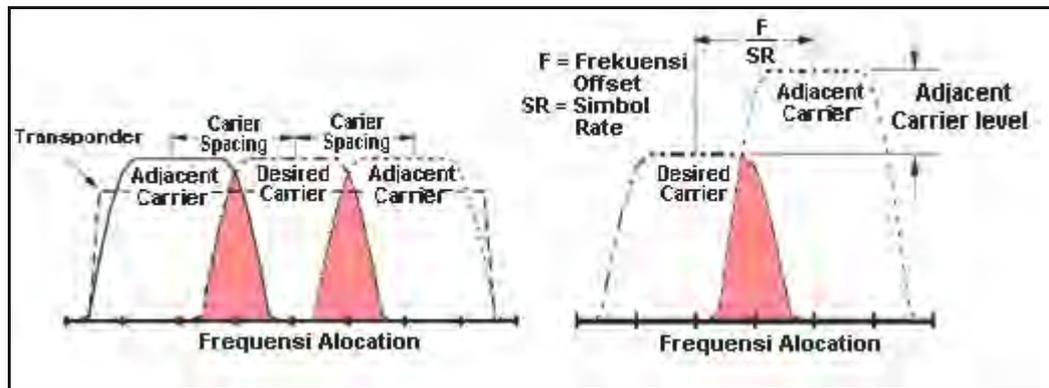
### 3.13 Degradasi $E_b/N_0$ terhadap *Carrier spacing*

Pada *link* satelite dimana *carrier spacing* dibuat semakin mendekati limitnya, maka dalam hal ini akan terjadi dampak pada penurunan performansi dalam perhitungan lintasan. Data yang telah diambil pada operational pengukuran modem *IDR* Satelit CDM 600 dan Comtech 701 yang beroperasi dengan *FEC* dan *turbo coding* tertentu pada pengukuran pengambilan sample maka akan terjadi degradasi  $E_b/N_0$  seiring dengan kenaikan level *modulated carier* tetangganya (*adjacent carrier faktor*)

Pada proses pengukuran ini modem di-set untuk beroperasi pada *IF Frekuensi* tertentu dengan suatu acuan  $E_b/N_0$  yang sesuai dengan *BER*  $10^{-8}$ , pada modulasi tertentu. Kondisi awal pengukuran  $E_b/N_0$  *desired carier* tersebut akan dibandingkan dengan kondisi dimana terdapat *carier* tetangga (*adjacent carrier*) yang diletakkan bersebelahan dengan *desired carier* tersebut. Pada pengukuran tercatat, seiring dengan penambahan level-level *carier* kemudian, maka hal ini akan menyebabkan terjadinya penurunan level  $E_b/N_0$  yang tercatat pada *desired carier* tersebut, namun yang mempengaruhi terbesar penurunan nilai  $E_b/N_0$  *desired carier* tersebut adalah *adjacent carier* yang berada tepat disamping *desired carier* tersebut.

Pada test pengukuran  $E_b/N_0$  tersebut juga dilakukan perubahan level *adjacent carier* secara simultan dimana perubahan level *adjacent carier* tersebut juga akan menyebabkan perubahan pada level  $E_b/N_0$  pada *single carier* tersebut. Perubahan

level *carrier* tersebut dilakukan pada kondisi -3 dB, kondisi 0 dB (kondisi normal BER 10<sup>-8</sup>), Kondisi +3dB, Kondisi + 6dB



Gambar 3.9 Degradasi Eb/No terhadap *Carrier Spacing* [9]

Dimana  $F/SR$  (MHz) adalah perbandingan *carrier spacing* yang dinormalisasi terhadap *symbol rate modulated carrier* atau dapat dikatakan sebagai jarak antara IF center frekuensi *modulated carrier* yang bersebelahan.

### 3.14 FEC (Forward Error Correction), Eb/No dan BER

FEC atau *Forward Error Correction* adalah metode pengontrolan kesalahan yang menggunakan penambahan bit pada transmisi sinyal, sehingga bilamana terjadi kesalahan pada saat pengiriman nantinya diakhir pengiriman kesalahan tersebut akan dapat diperbaiki. Metode ini menambahkan bit *parity* kedalam bit data, penambahan ini bertujuan untuk perlindungan terhadap kesalahan transmisi, FEC ini berhubungan dengan BER, dimana BER merupakan besar kemungkinan *error* yang menentukan kinerja suatu modulator digital. Nilai BER merupakan fungsi dari energi tiap bit informasi to *noise ratio* ( $E_b/N_o$ ), dimana  $E_b/N_o$  adalah hasil perkalian dari *carrier to noise* (C/N) dan *bandwidth to bit ratio* atau dapat ditulis :

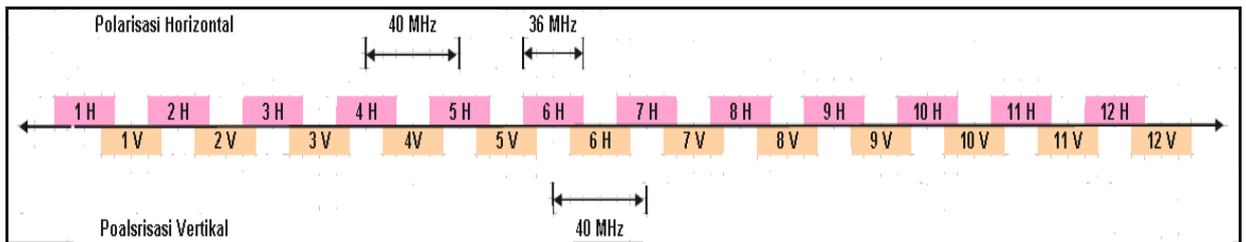
$$BER = f(E_b/N_o)$$

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{C}{N} \times \frac{BW}{R} \quad \dots(3.39)$$

Beberapa nilai FEC yang biasanya digunakan dalam dalam *link VSAT SCPC* adalah  $\frac{1}{2}$  dan  $\frac{3}{4}$ , pada modulasi QPSK, 8-PSK dan 16-QAM. Hubungan antara ketiga FEC Eb/No dan C/N terlampir pada lampiran F

### 3.15 Kapasitas Telkom-2 Transponder 5-H

Adapun kapasitas transponder satelit Telkom-2, yaitu terdiri dari 24 transponder, dimana dari 24 transponder tersebut terbagi atas 12 polarisasi horisontal dan 12 polarisasi vertikal, seperti gambar berikut :



Gambar 3.10 Alokasi kapasitas transponder Satelit Telkom-2 [8]

Pada transponder 5-H ini, terdiri dari lebih dari  $\pm 20$  kanal *link SCPC* Telkomsel dengan bandwidth rata-rata per carier nya 1 MHz, untuk itu maka dalam analisa cukup diambil sampel *link* yang dapat mewakili permasalahan keseluruhan *link* pada transponder yang dimaksud. Dalam hal ini adalah *link* untuk koneksi Telkomsel *BSC Uncen* Jayapura – Telkomsel *BSC Merauke*, dimana *link* tersebut tercatat mempunyai nilai *availability* yang rendah, seperti pada tabel 3.1 berikut :

Tabel 3.2 *Availability* Hub Telkomsel Jayapura

BSC Jayapura	Availability W2	Freq Down	Tot Outage (s)	Awal W2		
FakFakBSC1	100.00%	2	30	100.00%	Minor Alarm	
AsikBSC1	99.88%	1	725	99.88%	Minor Alarm	
Genyem DCS	99.88%	3	756	99.88%	Minor Alarm	
Kepi	99.87%	3	780	99.87%	Minor Alarm	
Raja Ampat	99.94%	2	387	99.94%	Minor Alarm	
Merauke	79.33%	5	124,996	79.33%	Minor Alarm	Transmission Alarm
Sorong	98.59%	7	8,539	98.59%	Minor Alarm	Transmission Alarm
Tanah Merah	99.73%	5	1,644	99.73%	Minor Alarm	Freq Allocation
Tanah Merah DCS	99.08%	7	5,543	99.08%	Mayor Alarm	Power Alarm
Teluk Wondama	98.33%	13	10,129	98.33%	Mayor Alarm	Power Alarm

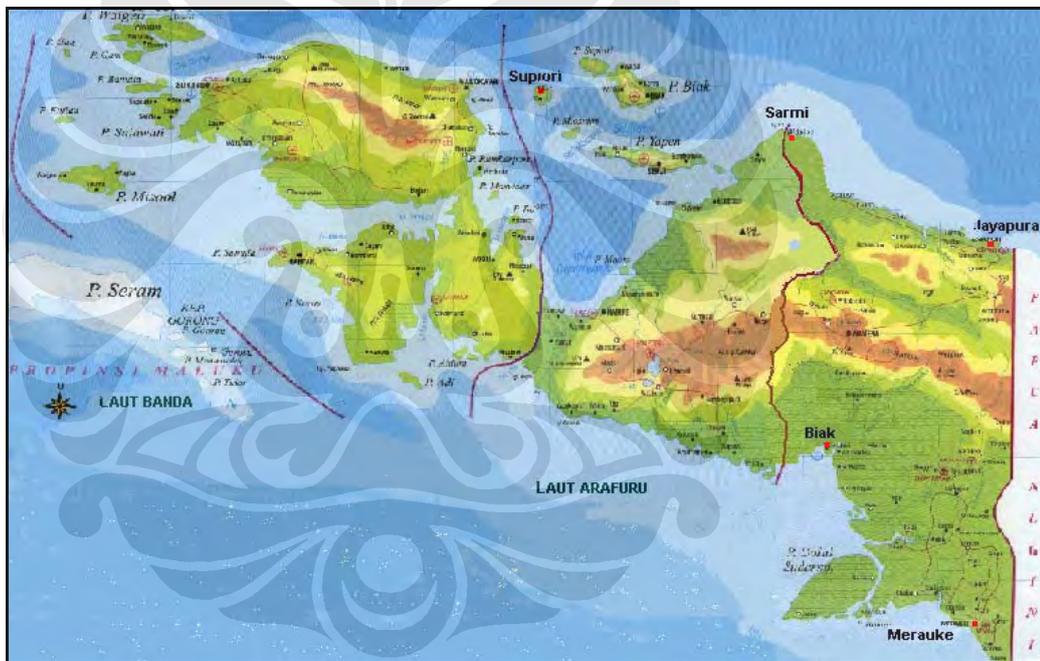
Analisis penyebab dan penanganan penurunan *availability* pada *link* VSAT SCPC Telkomsel Jayapura – Telkomsel Merauke, inilah yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini

## BAB IV

### ANALISIS OPTIMALISASI *LINK* KOMUNIKASI *VSAT SCPC*

#### 4.1 Kondisi Alam dan Geografi Wilayah Papua.

Irian Jaya atau yang lebih sering disebut Papua, merupakan kepulauan paling timur Indonesia yang terletak pada  $0,89^{\circ}$  -  $8,82^{\circ}$  Lintang Selatan dan  $130,9^{\circ}$  -  $141,8^{\circ}$  Bujur Timur. Wilayah Papua terbagi atas 3 propinsi yakni Papua Barat, Papua Tengah dan Papua Timur. Wilayah Papua juga merupakan salah satu pusat wilayah media bisnis baru dalam dunia pertelekomunikasian, hal ini dikarenakan saat ini wilayah tersebut sedang berkembang. Dalam pembahasan Tugas Akhir ini akan dilakukan pembahasan optimalisasi komunikasi *VSAT* pada *link* dari kota Jayapura ke kota Merauke

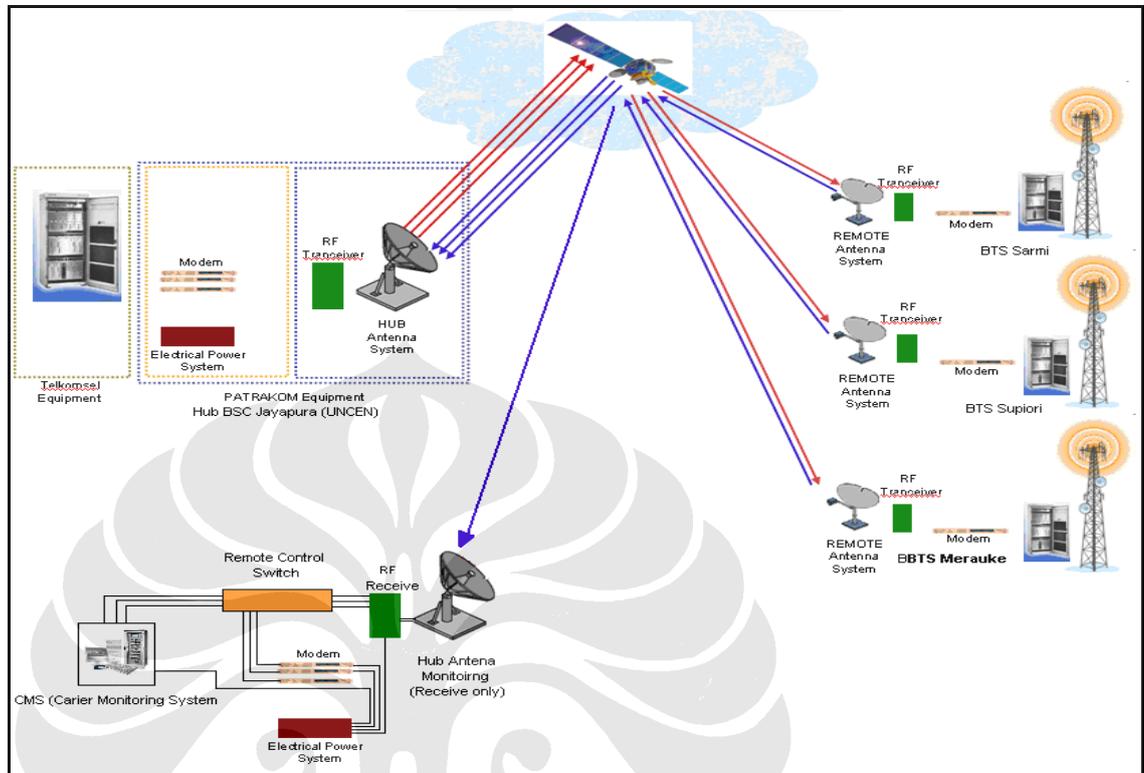


Gambar 4.1 Wilayah Geografis Papua [10]

#### 4.2 *Link VSAT SCPC* PT. Telkomsel *BSC Uncen Jayapura-1 - Jayapura*

*Link VSAT SCPC* pada aplikasi *Link IDR* PT. Telkomsel *BSC uncen* Jayapura, adalah merupakan salah satu bentuk layanan PT. Telkomsel pada pemerintah Indonesia dan masyarakat Indonesia bagian timur pada khususnya dalam pemberian jasa layanan Telekomunikasi. Untuk menjaga dan mengantisipasi perkembangan layanan *link* telekomunikasi tersebut, maka akan dibahas suatu analisa tahapan optimalisasi *Link VSAT SCPC* dengan alokasi pengamatan pada satelite Telkom-2

transponder 5-H dengan *RF Frekuensi* sisi uplink 6105 MHz dan untuk sisi downlink 3880 MHz, serta pada alokasi *IF Frekuensi* 52,00 MHz sampai 88,00 MHz (1 alokasi transponder penuh dengan *bandwith* yang dapat digunakan 36 MHz).



**Gambar 4.2** Konfigurasi *backhaul Seluler* Hub Telkomsel BSC Uncen Jayapura

#### 4.3 Wilayah Cakupan (*Footprint*) dan Spesifikasi Teknis Satelit Telkom-2

Satelit Telkom-2 merupakan sebuah satelit regional yang memiliki *coverage area (Footprint)* yang dapat menjangkau benua Asia selatan, Asia tenggara, Australia utara, Papua Newguine dan Cina bagian selatan. *Footprint* ini dapat membantu kita dalam mengetahui EIRP (dW) dan G/T (dB/K) satelit., Berdasarkan perumusan yang telah diuraikan pada bab III, maka dapat dilakukan analisis optimalisasi *link VSAT SCPC*. Analisis dimulai dengan mengacu pada data teknis Satelit Telkom-2 seperti berikut :

**Tabel 4.1** Spesifikasi Teknis Satelit Telkom 2

NO	KARAKTERISTIK SATELITE	
1	<i>Orbital Location</i>	118° East
2	<i>EIRP (Max Operating)</i>	42 dBW (typical at peak)
3	IBO / OBO (Aggregate)	Multi carier aplication ( 6 / 4 dB)
4	<i>G/T</i>	2 dB / °K (typical at peak)
5	SFD (@ 0 dB PAD)	- 105 dBW / m <sup>2</sup> (typical at peak)

6	<i>Frequency Range</i>	5925 – 6425 MHz (Uplink) - 3700 – 4200 MHz (Down Link)
7	<i>Number of Transponder</i>	24 Channel (36 MHz)
8	<i>Polarization</i>	Linier (Horizontal / Vertikal)
9	<i>Beacon Frequency</i>	Horizontal = 4199,61 MHz ; Vertical = 3701, 25 MHz

Data Satelit untuk EIRP dan G/T dapat dilihat berdasarkan kontur ("*foot-print*"), pada lampiran B dan lampiran C. Adapun data EIRP dan G/T yang terukur khususnya pada wilayah Jayapura sebagai berikut :

- $EIRP_{SAT} = \pm 42 \text{ dBW}$
- $G/T = \pm 1 \text{ dB/}^{\circ}\text{K}$

#### 4.4 Parameter Inisialisasi Link

Parameter inisialisasi *vane* yang digunakan pada analisis ini adalah parameter yang umumnya digunakan pada Satellite Telkom-2 oleh PT Telkom selaku operator, dalam melakukan analisa hubungan data *link* komunikasi Satelit, yaitu :

- $r$  = Jari-jari *geostasioner* = 42.380km
- $R_e$  = Jari-jari bumi = 6.380 km
- $H$  = Tinggi satelit pada Ekuator = 36.000 km
- $c$  = Kecepatan cahaya =  $3 \times 10^8$
- $K$  = Kons *Boltzman* =  $1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$

#### 4.5 Parameter Stasiun Bumi dan Satelit

##### 4.5.1 Data Hub Station Bumi (Hub Telkomsel BSC Uncen Jayapura-1)

- Diameter Antena : 3.8 meter dengan  $\eta = 0.65$
- Frekuensi up *link* : 6095,500 MHz
- Daya transmit : pada ODU 20 Watt
- $L_{SAL} \Rightarrow L_{SAL}$  kabel IF (BNC Kabel) 1.3 dB/30 meter  
 $\Rightarrow L_{SAL}$  kabel RF (IFL Kabel) 0.6 dB/meter
- $L_{ANT} \Rightarrow 1,5 \text{ dB}$

##### 4.5.2 Data Satelit Telkom-2 untuk Transponder 5H

- Posisi Satelit Telkom-2 =  $118^{\circ} \text{ BT}$
- $EIRP_{SAT}$  (untuk Jayapura) =  $\pm 42 \text{ dBW}$
- Bandwidth Transponder 36 MHz
- $G/T = \pm 1 \text{ dB/}^{\circ}\text{K}$
- *Input Back Off* ( $BO_I$ ) 6 dB /; *Output Back Off* ( $BO_O$ ) 4 dB

##### 4.5.3 Data Stasiun Bumi Remote (Telkomsel BTS Merauke)



Berdasarkan rumus 2.1 maka sudut Azimuth pada sisi Merauke dapat dihitung sebagai berikut :

$$A^0_{JYP} = \tan^{-1} \left( \frac{\tan(\theta_s - \theta_L)}{\sin \theta_i} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{\tan(118^0 - 140,37^0)}{\sin 8,5} \right)$$

$$A^0 = \tan^{-1} \left( \frac{\tan(-22,37^0)}{0,147} \right) = -70,344^0 = (360^0 + (-70,344^0)) = 289,72^0$$

Pada pengukuran sudut Azimuth antenna dilapangan dengan memakai *kompas*, didapatkan sudut Azimuth antenna  $290^0$  jika dibandingkan dengan hasil perhitungan, *look angels error* yang terjadi pada sudut Azimuth antenna sisi Merauke cenderung relatif lebih kecil yakni sebesar  $0.28^0$  yang terjadi pada antenna sisi Merauke. Sedangkan pada pengukuran *Polarisasi Offset*

$$\begin{aligned} \text{Polarisasi Offset} &= -(360^0 - 289,72^0) + (0.85) \\ &= -69,43^0 \end{aligned}$$

#### 4.6.2 Sudut Elevasi dan Azimuth Jayapura-1 terhadap Satellite Telkom-2.

Dengan persamaan yang sama maka sudut Elevasi pada sisi Jayapura dapat dihitung sebagai berikut :

$$E_{JYP-1} = \tan^{-1} \left( \frac{42.380 - 6380 \cos 2.47^0 \cos |118^0 - 140,63^0|}{6380 \sin \left( \cos^{-1} \left( \cos 2.47^0 \cos |118^0 - 140,63^0| \right) \right)} \right) - \cos^{-1} \left( \cos 2.47^0 \cos |118^0 - 140,63^0| \right)$$

$$E_{JYP-1} = \tan^{-1} \left( \frac{42.380 - (6380 * 0,99 * 0,92)}{6380 \sin \left( \cos^{-1} (0,99 * 0,92) \right)} \right) - \cos^{-1} (0,99 * 0,92)$$

$$E_{JYP-1} = \tan^{-1} \left( \frac{36.569,096}{6380 \sin (22,77^0)} \right) - 22,77^0$$

$$E_{JYP-1} = \tan^{-1} \left( \frac{36.569,096}{2.469,2} \right) - 22,77^0 = \tan^{-1} (14,81^0) - 22,77^0$$

$$E_{JYP-1} = 86,191^0 - 22,77^0 = 63,421^0$$

Dari pengukuran sudut Elevasi antenna dilapangan dengan menggunakan *angel meter*, didapatkan sudut elevasi antenna  $65,1^0$ , jika dibandingkan dengan hasil perhitungan ada perbedaan yang relatif besar pada sudut elevasi sebesar  $1,679^0$  yang terjadi pada antenna sisi Jayapura-1, error ini juga akan memungkinkan terjadinya interferensi pada *Cross Polarisation Interference*

Berdasarkan rumus 2.1 maka sudut azimuth pada sisi Jayapura-1 dapat pula dihitung sebagai berikut :

$$A^0_{JYP-1} = \tan^{-1} \left( \frac{\tan(\theta_s - \theta_L)}{\sin \theta_i} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{\tan(118^\circ - 140,63^\circ)}{\sin 2,47} \right)$$

$$A^0 = \tan^{-1} \left( \frac{\tan(-22,63^\circ)}{0,043} \right) = -84,14^\circ = (360^\circ + (-84,14^\circ)) = 275,86^\circ$$

Pada pengukuran sudut azimuth antenna dilapangan dengan memakai *kompass*, didapatkan sudut azimuth antenna  $276^\circ$ , jika dibandingkan dengan hasil perhitungan, ada perbedaan yang relatif kecil pada sudut azimuth sebesar  $0,14^\circ$  yang terjadi pada antenna sisi Jayapura-1. Sedangkan pada perhitungan *Polarisasi Offset*

$$\begin{aligned} \text{Polarisasi Offset} &= -(360^\circ - 275,86^\circ) + (0,247) \\ &= -83,89^\circ \end{aligned}$$

Perbedaan sudut elevasi dan sudut azimuth pada stasiun bumi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keoptimalan sebuah *link VSAT* metode akses *SCPC* pada arah polarisasinya, dalam hal ini *error look angels* yang perlu diperhatikan adalah *error look angels* pada sisi Jayapura-1

#### 4.7 Analisis Perhitungan Redaman Hujan

Analisa perhitungan Redaman Hujan adalah analisa yang dilakukan untuk mendapatkan nilai dari pengaruh total redaman hujan yang terjadi pada saat hujan, dimana pembagian tipe regional wilayah berdasarkan pada lampiran E, Indonesia berada pada wilayah regional H dengan nilai  $R = \text{Rain rate point}$  sebesar 147 mm/h dan nilai  $r^{(0.01\%)}$ . Berdasarkan alokasi frekuensi yang digunakan seperti pada lampiran E maka didapatkan *koefisien empiris polarisasi* dimana besar  $a_H$ ,  $a_V$ ,  $b_H$  dan  $b_V$  adalah sebagai berikut :

$$\text{➤ } a_H = 0.00175 \quad b_H = 1.308$$

$$\text{➤ } a_V = 0.00155 \quad b_V = 1.265$$

Berdasarkan parameter *rain atenuation* diatas maka besar  $L_{RAIN}$  dapat dihitung sebagai berikut :

✓ Persamaan kuantitas *koefisien empiris polarisasi*

$$a_c = \frac{a_H + a_V}{2} = \frac{0.00175 + 0.00155}{2} = 0.00165$$

$$b_c = \frac{a_H b_H + a_V b_V}{2 a_c} = \frac{(0.00175 * 1.308) + (0.00155 * 1.260)}{2 * 0.00165} = 1,285$$

✓ Sehingga redaman hujan spesifik (dB/km) dapat dinyatakan sebagai

$$\alpha = a_c R^{bc}$$

$$\alpha = 0.00165 * 147^{1,285} = 1.005$$

- ✓ Tinggi lintasan atmosfer terjadi hujan ( $h_r$ )

Diketahui pada sub bab 4.4 Latitude Site Jayapura  $2,47^0$  LS dan Latitude Site Merauke  $8,5^0$  LS

$$\text{Pada } h_r (\text{km}) = \begin{cases} 3 + 0,028 & \text{jika } 0 < \text{latitude} < 36^{\circ} \\ 4 - 0,075 & \text{jika latitude} \geq 36^{\circ} \end{cases},$$

Maka  $h_r$  (km) pada perhitungan adalah  $= 3 + 0,0028$

$$h_r (\text{km}) = 3,0028 \text{ km}$$

Dengan  $h_o$  (ketinggian stasiun bumi diatas permukaan laut) dimana pada lokasi papua umumnya  $h_o = 500$  mtr

- ✓ Sehingga panjang lintasan hujan efektif ( $L_s$ ) adalah

$$L_s = \frac{(h_r - h_o)}{\sin E}$$

Sudut Elevasi (E) pada kedua stasiun bumi berada pada range yang tidak terlalu berbeda jauh  $E_{JYP} = 63,42^0$  sedangkan  $E_{MRK} = 62,15^0$

$$\begin{aligned} L_s \text{ Uplink} &= (3,0028 - 0,5) / \sin E_{JYP} \\ &= 2,5028 / (\sin 63,42^0) = 2,778 \text{ km} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_s \text{ Downlink} &= (3,0028 - 0,5) / \sin E_{MRK} \\ &= 2,5028 / (\sin 62,15^0) = 2,6 \text{ km} \end{aligned}$$

- ✓ Jarak lintasan hujan ( $L_G$ )

$$\begin{aligned} \text{Uplink } L_G &= L_s \text{ Cos } E \\ &= 2,77 (\text{Cos } 63,42^0) = 1,224 \text{ km} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Downlink } L_G &= L_s \text{ Cos } E \\ &= 2,6 (\text{Cos } 62,15^0) = 1,156 \text{ km} \end{aligned}$$

- ✓  $r_p$  = rain rate reduction factor , dimana p (reduction factor) bergantung pada kondisi daerah masing-masing

$\text{for } p = 0.001\% \rightarrow r_{0.001} = \frac{10}{10 + L_G}; \quad \text{for } p = 0.01\% \rightarrow r_{0.01} = \frac{90}{90 + 4L_G}$
$\text{for } p = 0.1\% \rightarrow r_{0.1} = \frac{180}{10 + L_G}; \quad \text{for } p = 1\%; \rightarrow r_1 = 1$

- ✓ Dengan A (*Avilibility*) yang diinginkan 99.99 %, maka Faktor reduksi lintasan hujan pada wilayah Indonesia, memiliki presentase *unavailability* 0,01% sehingga dapat ditulis

$$Uplink r_{0,01} = \frac{90}{90 + 4L_G} = \frac{90}{90 + 4(1.224)} = 0,948 \text{ dB/Km}$$

$$Downlink r_{0,01} = \frac{90}{90 + 4L_G} = \frac{90}{90 + 4(1,56)} = 0,935 \text{ dB/Km}$$

- ✓ Maka besarnya redaman hujan total presentase curah hujan sebesar 0.01% adalah:

$$Uplink L_{Rain(dB)}^{(r=0,01\%)} = \alpha L_S r_{0,01} \\ = 1,005 (2,77 \text{ Km}) (0,948 \text{ dB / Km})$$

$$Uplink L_{Rain} = 2,73 \text{ dB}$$

$$Downlink L_{Rain(dB)}^{(r=0,01\%)} = \alpha L_S r_{0,01} \\ = 1,005 (2,6 \text{ Km}) (0,935 \text{ dB / Km})$$

$$Downlink L_{Rain} = 2,753 \text{ dB}$$

#### 4.8 Perhitungan *Slant Range*

Perhitungan *Slant Range* dalam penulisan Tugas akhir ini merupakan pengaruh perhitungan jarak antara stasiun bumi ke satelit yang berbeda disetiap titik, hal ini disebabkan oleh pengaruh kelengkungan bumi.dan posisi stasiun bumi pada posisi lintang dan bujur yang berbeda antar satu dengan yang lain.

##### 4.8.1 Perhitungan *Uplink Slant Range*

Analisa perhitungan *Slant Range* pada arah *uplink* Jayapura-1, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.6 yakni sebagai berikut :

$$d_{Up}^2 = (6380 + 36000)^2 + 6380^2 - 2 * 6380 * (6380 + 36000) \sin \left[ 63,42^0 + \sin^{-1} \left( \frac{6380}{6380 + 36000} \cos 63.42^0 \right) \right]$$

$$d_{Up}^2 = (42.380)^2 + 6380^2 - (540.768.000) \sin [63,42 + \sin^{-1}(0.067)]$$

$$d_{Up}^2 = (42.380)^2 + 6380^2 - (540.768.000) * 0,922$$

$$d_{Up} = \sqrt{1.353.280.421} = 36.786,96 \text{ Km}$$

##### 4.8.2 Perhitungan *Downlink Slant Range*

Dengan cara yang sama *Slant Range* pada arah *downlink* Merauke, dapat dihitung sebagai berikut :

$$d_{Down}^2 = (6380+36000)^2 + 6380^2 - 2 * 6380 * (6380+36000) \sin \left[ 62.14 + \sin^{-1} \left( \frac{6380}{6380+36000} \cos 62.14 \right) \right]$$

$$d_{Down}^2 = (42.380)^2 + 6380^2 - (540.768.000) \sin [62.14 + \sin^{-1}(0.067)]$$

$$d_{Down}^2 = (42.380)^2 + 6380^2 - (540.768.000) * 0,923$$

$$d_{Downlink} = \sqrt{1.358.765.022} = 36.861,43 \text{ Km}$$

#### 4.9 Perhitungan Link Budget.

Dengan melakukan analisa dengan perhitungan *link budget* diharapkan kita dapat mengetahui kinerja dan kualitas signal dari *link VSAT*, proses analisis pada perhitungan *link budget* adalah sebagai berikut :

- ✓ Perhitungan Bandwith :

**Tabel 4.2** Spesifikasi teknis *demand link VSAT SCPC* Telkomsel

1	Modulasi	8PSK	16QAM
2	Data Rate	2048	2048
3	FEC	3/4	3/4
4	N	3	4
5	a	0,09	0,46

Modulasi yang dipilih adalah 16-QAM karena dengan modulasi tersebut *bandwith* yang dibutuhkan lebih kecil jika dibandingkan 8-PSK, sehingga diharapkan nantinya pemakaian alokasi transponder lebih efisien, Bandwith pelanggan dapat dihitung dengan persamaan 3.1

$$Bandwidth = \frac{2048}{3/4} \left( \frac{1+0.46}{4} \right) = 2.730,6(0,365) = 996.7 \text{ KHz} \approx 1 \text{ MHz}$$

- ✓ Perhitungan Gain Antena

Perhitungan gain antena pada sisi Jayapura dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.1

$$\begin{aligned} G_{JYP} \text{ (dB)} &= 20.45 + 20 \log f + 20 \log d + 10 \log \eta \\ &= 20.45 + 20 \log (6,095) + 20 \log (3,8) + 10 \log (0,65) \\ &= 20,45 + 15,71 + 11,59 + (-1,86) \\ &= 45,89 \text{ dB} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama gain antena pada sisi Merauke dapat pula dihitung

$$G_{MRK} \text{ (dB)} = 20.45 + 20 \log f + 20 \log d + 10 \log \eta$$

$$\begin{aligned}
&= 20,45 + 20 \log (3,87) + 20 \log (3,8) + 10 \log (0,65) \\
&= 20,45 + 11,75 + 11,59 + (-1,87) \\
&= 41,95 \text{ dB}
\end{aligned}$$

- ✓ Perhitungan EIRP Stasiun Bumi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.2b, dalam hal ini EIRP yang dihitung adalah EIRP stasiun bumi Merauke, dengan  $G_{TX}$  adalah  $G_{JYP}$

$$\begin{aligned}
\text{EIRP}_{\text{SB JYP}} (\text{dB}) &= 10 \log P_T + 10 \log G_T \\
\text{EIRP}_{\text{SB JYP}} (\text{dB}) &= 10 \log 20 \text{ Watt} + G_{\text{JYP}} \text{ dB} \\
&= 13,01 \text{ dB} + 45,89 \text{ dB} \\
&= 58,9 \text{ dBW}
\end{aligned}$$

- ✓ Perhitungan *Figure of Merit*  $G/T(\text{dB}/^\circ\text{K})$  Stasiun Bumi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.14,  $G/T$  yang akan dihitung dibawah adalah  $G/T$  perangkat sisi Merauke, yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
G/T(\text{dB}/^\circ\text{K}) &= 10 \log G_{\text{MRK}} + 10 \log T \\
G/T(\text{dB}/^\circ\text{K}) &= 41,95 \text{ dB} + 10 \log 130^\circ\text{K} \\
&= 41,95 \text{ dB} + (-20,96) \text{ dB} \\
&= 20,99 \text{ dB}/^\circ\text{K}
\end{aligned}$$

- ✓ Perhitungan Redaman Ruang Bebas (*Path Loss*  $L_{FS}$ ) arah *uplink* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.13b , yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
L_{FS} (\text{dB}) &= 92,45 + 20 \log f_u + 20 \log d_u \\
L_{FS} &= 92,45 + 20 \log (6,095) + 20 \log (36.581) \\
L_{FS} &= 199,411 \text{ dB}
\end{aligned}$$

- Perhitungan Redaman Ruang Bebas (*Path Loss*  $L_{FS}$ ) arah *downlink*

$$\begin{aligned}
L_{FS} (\text{dB}) &= 92,45 + 20 \log f_u + 20 \log d_u \\
L_{FS} &= 92,45 + 20 \log (3,87) + 20 \log (36.573) \\
L_{FS} &= 195,39 \text{ dB}
\end{aligned}$$

- ✓ Perhitungan  $[C/N]_{up}$  dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.15, yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
[C/N]_{up} (\text{dB}) &= \text{EIRP}_{\text{SB JYP}} - L_{\text{Total}} + G/T_{\text{SAT}} - K - 10 \log B_n \\
[C/N]_{up} (\text{dB}) &= \text{EIRP}_{\text{SB JYP}} - (L_{FS} + L_{\text{RAIN}} + L_{\text{SAL}} + L_{\text{ANT}}) + G/T_{\text{SAT}} - K - 10 \log BW \\
&= 58,73 - (199,411 + 2,63 + 2 + 0,5) + 1 - (-228,6) - 10 \log (10^6 \text{ Hz}) \\
&= 58,73 - (204,541) + 1 + 228,6 - 60
\end{aligned}$$

$$= 23,789 \text{ dB}$$

- ✓ Perhitungan  $[C/N]_{Down}$  dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.16, yaitu sebagai berikut :

$$[C/N]_{Down} \text{ (dB)} = EIRP_{SAT} - L_{Total} + G/T_{SB MRK} - K - 10 \log B_n$$

$$\begin{aligned} [C/N]_{Down} \text{ (dB)} &= EIRP_{SB JYP} - (L_{FS} + L_{RAIN} + L_{SAL} + L_{ANT}) + 20,82 - K - 10 \log BW \\ &= 42 - (195,39 + 2,44 + 2 + 0,5) + 20,82 - (-228,6) - 10 \log (10^6 \text{ Hz}) \\ &= 40 - (200,333) + 20,82 + 228,6 - 60 \\ &= 31,087 \text{ dB} \end{aligned}$$

- ✓ Sehingga dengan demikian dapat dilakukan perhitungan  $[C/N]_{Total}$  dengan menggunakan persamaan 3.17, yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} [C/N]_{Total} &= \left( \frac{C}{N} \right)_{up}^{-1} + \left( \frac{C}{N} \right)_{down}^{-1} \\ &= 10 \log \frac{1}{\left( \frac{C}{N} \right)_{up}^{-1} + \left( \frac{C}{N} \right)_{down}^{-1}} \\ &= 10 \log \frac{1}{(10)^{-2,3789} + (10)^{-2,9087}} = 10 \log 210,86 \\ &= 23.24 \text{ dB} \end{aligned}$$

#### 4.10 Analisis Perhitungan Interferensi

##### 4.10.1 Analisis Perhitungan *Adjacent Satellite Interference* (ASI).

Adapun besarnya interferensi *adjacent* satelit yang mempengaruhi link VSAT Jayapura-1 – Merauke berdasarkan gambar 3.5, adalah link VSAT Jakarta – Jayapura-2. Link tersebut operational pada satelit Thaicom-1 dengan IF dan RF frekuensi yang sama dengan link Jayapura-1 - Merauke. Dengan asumsi satelit operational adalah satelit Telkom-2 dan satelit pengganggu adalah satelit Thaicom-1, sehingga interferensi *adjacent* yang terjadi diasumsikan paling banyak terjadi berasal dari Thaicom-1.

Parameter stasiun bumi penginterferensi dan satelit penginterferensi yang akan dipakai dalam analisa perhitungan diketahui sebagai berikut

- ✓ Data Stasiun Bumi Penginterferensi (Telkomsel Jakarta)  
Latitude :  $6,08^0$  Lintang Selatan, Longitude :  $106,45^0$  Bujur Timur.
- ✓ Data Stasiun Bumi Remote (Telkomsel Jayapura-2)

Latitude : 2,47 Lintang Selatan, Longitude : 140,63<sup>0</sup> Bujur Timur.

**Tabel 4.3** Spesifikasi Teknis Penginterference Satelit Thaicom-1

NO	KARAKTERISTIK SATELITE.	
1	Orbital Location	120° East
2	<i>EIRP'sat (Maximum Operating)</i>	<i>38 dBW (In Easth Indonesia)</i>
3	G <sub>r</sub> 'wmax	46 dB
4	<i>EIRP'sB Max</i>	46,8 dBW

Sebelum melakukan perhitungan  $[C/I]_{ADJ}$  perlu dilakukan perhitungan elevasi dan *slant range* pada satelit penginterference.

- ✓ Perhitungan  $E_{JKR}$  terhadap satelit Thaicom-1 :

$$E_{JKR} = \tan^{-1} \left( \frac{42.380 - 6380 \cos 6,08^{\circ} \cos |120^{\circ} - 106,45^{\circ}|}{6380 \sin \left( \cos^{-1} \left( \cos 6,08^{\circ} \cos |120^{\circ} - 106,45^{\circ}| \right) \right)} \right) - \cos^{-1} \left( \cos 6,08^{\circ} \cos |120^{\circ} - 106,45^{\circ}| \right)$$

$$E_{JKR} = \tan^{-1} \left( \frac{42.380 - (6380 * 0,994 * 0,972)}{6380 \sin \left( \cos^{-1} (0,994 * 0,972) \right)} \right) - \cos^{-1} (0,994 * 0,972)$$

$$E_{JKR} = \tan^{-1} \left( \frac{36.215,848}{6380 \sin (14,946^{\circ})} \right) - 14,946^{\circ}$$

$$E_{JKR} = \tan^{-1} \left( \frac{36.215,848}{1.645,488} \right) - 14,946^{\circ} = \tan^{-1} (22,01^{\circ}) - 14,946^{\circ}$$

$$E_{JKR} = 87,59^{\circ} - 14,95^{\circ} = 72,64^{\circ}$$

- ✓ Perhitungan Sudut Elevasi sebenarnya pada Stasiun bumi Jakarta terhadap satelit Thaicom-1 adalah  $73.49^{\circ}$ , terdapat *error look angles* sebesar  $0,85^{\circ}$ , hal ini merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya *adjacent satellite interference*

- ✓ Perhitungan  $A_{JKR}$  terhadap satelit Thaicom-1 :

$$A^0_{JKR} = \tan^{-1} \left( \frac{\tan(\theta_s - \theta_L)}{\sin \theta_i} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{\tan(120^{\circ} - 106,45^{\circ})}{\sin 6,08} \right)$$

$$A^0 = \tan^{-1} \left( \frac{\tan(13,55^{\circ})}{0,105} \right) = 66,31^{\circ}$$

- ✓ Pada hasil pengukuran sudut Azimuth sebenarnya dilapangan adalah  $62^{\circ}$ , dengan adanya *error look angles* sebesar  $4,31^{\circ}$  hal ini merupakan salah satu penyebab paling besar terjadinya *adjacent satellite interference* antar satelit dari sisem satelit Thaicom-1 ke Telkom-2

- ✓ Dengan cara yang sama, hasil perhitungan Sudut Elevasi dan Azimuth stasiun bumi sisi Jakarta to Telkom-2 adalah sebagai berikut

$$E_{JKR} = 74,98^{\circ} ; A_{JKR}^0 = 61,77^{\circ}$$

- ✓ Perhitungan  $E_{JYP-2}$  terhadap *adjacent* satelit Thaicom-1 :

$$E_{JYP-2} = \tan^{-1} \left( \frac{42.380 - 6380 \cos 2.47^\circ \cos |120^\circ - 140,63^\circ|}{6380 \sin (\cos^{-1} (\cos 2.47^\circ \cos |120^\circ - 140,63^\circ|))} \right) - \cos^{-1} (\cos 2,47^\circ \cos |120^\circ - 140,63^\circ|)$$

$$E_{JYP-2} = \tan^{-1} \left( \frac{42.380 - (6380 * 0,99 * 0,935)}{6380 \sin (\cos^{-1} (0,99 * 0,935))} \right) - \cos^{-1} (0,99 * 0,935)$$

$$E_{JYP-2} = \tan^{-1} \left( \frac{36.476,53}{6380 \sin (22,233^\circ)} \right) - 22,23^\circ$$

$$E_{JYP-2} = \tan^{-1} \left( \frac{36.476,53}{2.414} \right) - 22,23^\circ = \tan^{-1} (27,9^\circ) - 22,23^\circ$$

$$E_{JYP-2} = 87,95^\circ - 22,23^\circ = 65,72^\circ$$

- ✓ Hasil pengukuran Sudut Elevasi sebenarnya pada Stasiun bumi Jayapura-2 terhadap satelit Thaicom-1 adalah  $66^\circ$ , terdapat *error look angles* yang relatif lebih kecil yakni sebesar  $0,28^\circ$ .
- ✓ Perhitungan  $A_{JYP-2}$  terhadap satelit Thaicom-1 :

$$A_{JYP-2}^0 = \tan^{-1} \left( \frac{\tan(\theta_s - \theta_L)}{\sin \theta_i} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{\tan(120^\circ - 140,63^\circ)}{\sin 2,47} \right)$$

$$A^0 = \tan^{-1} \left( \frac{\tan(-22,63^\circ)}{0,043} \right) = -83,51^\circ = [360^\circ + (-83,51^\circ)] = 276,49^\circ$$

- ✓ Pada hasil pengukuran sudut Azimuth pada stasiun bumi Jayapura-2 adalah sebesar  $277^\circ$ , *error look angles* yang terjadi relatif lebih kecil sebesar  $0,51^\circ$ .
- ✓ Pada hasil perhitungan dan pengukuran diatas *error look angles* yang memungkinkan terjadinya *adjacent satellite interference* pada stasiun bumi Jayapura-2 ini relatif lebih kecil.

- ✓ Perhitungan *Slant Range* uplink SB Jakarta terhadap satelit Thaicom-1 :

$$d_{Up}^2 = (R_e + H)^2 + R_e^2 - 2 * R_e * (R_e + H) \sin \left[ E^0 + \sin^{-1} \left( \frac{R_e}{R_e + H} \cos E^0 \right) \right]$$

$$d_{Up}^2 = (6380 + 36000)^2 + 6380^2 - 2 * 6380 * (6380 + 36000) \sin \left[ 72,64^\circ + \sin^{-1} \left( \frac{6380}{6380 + 36000} \cos 72,64^\circ \right) \right]$$

$$d_{Up}^2 = (42.380)^2 + 6380^2 - (540.768.000) \sin [72,64^\circ + \sin^{-1} (0,045)]$$

$$d_{Up}^2 = (42.380)^2 + 6380^2 - (540.768.000) * 0,966$$

$$d_{Up} = \sqrt{1.313.906.745} = 36.247,85 \text{ Km.}$$

- ✓ Perhitungan *Slant Range* uplink SB Jakarta pada saat terjadi *error look angels* (mengarah pada satelit Telkom-2)

$$d_{Up}^2 = (42.380)^2 + 6380^2 - (540.768.000) \sin[73.49^\circ + \sin^{-1}(0.042)]$$

$$d_{Up}^2 = (42.380)^2 + 6380^2 - (540.768.000) * 0,969$$

$$d_{Up} = \sqrt{1.312.299.648} = 36.225,67 \text{ Km.}$$

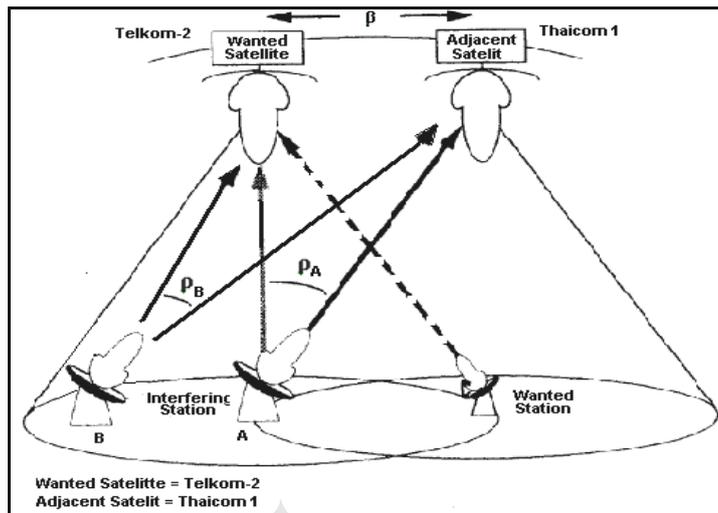
Dari hasil perhitungan diatas, diperoleh informasi bahwa *look angels* antena sisi Jakarta pada link VSAT Jakarta-Jayapura-2 lebih mengarah pada satelit Telkom-2 dari pada Thaicom-1, sehingga hal ini menimbulkan interferensi antara *adjacent satellite* dan mengganggu kinerja dan optimalisasi *link VSAT*. Dalam menganalisa besarnya *adjacent satellite interference* perlu diketahui nilai  $\rho$  yang direpresentasikan kedalam sudut pemisah antar satelit dilihat dari titik referensi stasiun bumi penginterferensi.

- ✓ Dengan  $\beta$  = jarak sudut antar 2 satelit yang berdekatan, maka perhitungan  $\rho$  dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.30 seperti berikut :

$$\rho = \cos^{-1} \left[ \frac{36.247,85^2 + 36.225,67^2 - 2 * 42.380^2 (1 - \cos 2^\circ)}{2 * 36.247,85 * 36.225,67} \right]$$

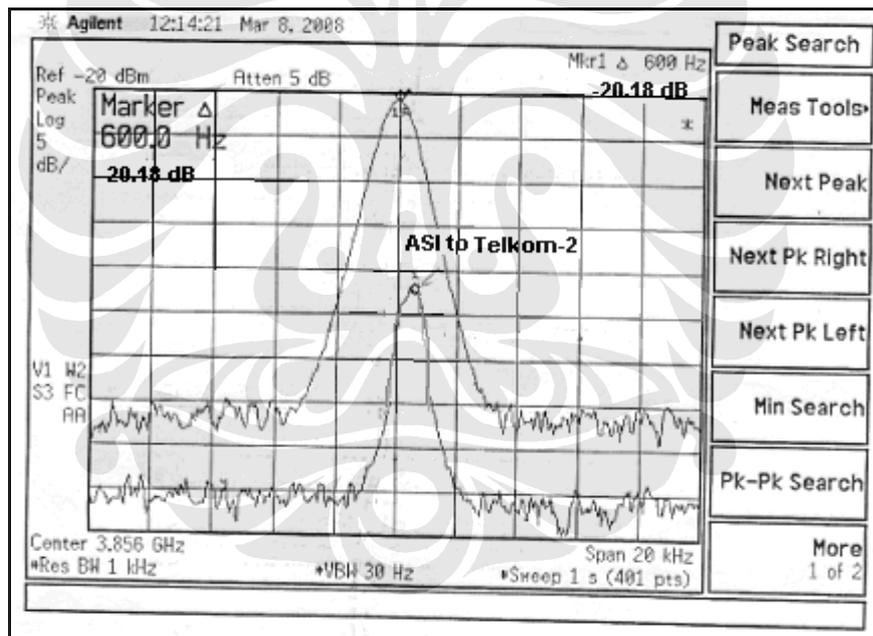
$$\rho = \cos^{-1} \left[ \frac{2.672.465.726}{2.674.656.396} \right] = 2,33^\circ$$

Satelit Telkom-2 sebagai *wanted satellite* akan menerima *carrier* transmit dari VSAT remote yang masih berada dalam jangkauannya, selain itu akan diterima juga *carrier* transmit yang berasal dari stasiun lain yang seharusnya memancarkan *carrier* nya ke satelit lain, hal ini terjadi karena adanya *error look angels* yang terjadi pada antena lain, hal ini tentunya juga akan menyebabkan terjadinya interferensi pada *link* komunikasi VSAT dan menurunkan kinerja *link* komunikasi VSAT. *Interference Adjacent Satellite* terburuk terjadi bila VSAT remote berada tepat dipaling pinggir *coverage area* satelit sedangkan stasiun bumi penginterferensi berada tepat ditengah *coverage area* satelit Telkom-2 seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.3 Uplink interferensi dari sistem Satelit yang saling berdekatan [2]

Interferensi *adjacent satellite* pada link Jayapura-1 - Merauke melalui satelit Telkom-2, adalah interferensi yang terjadi akibat adanya *error look angels* sisi Jakarta pada link Jakarta – Jayapura-2 melalui satelit Thaicom-1



Gambar 4.4 Interferensi dari sistem satelit yang saling berdekatan [2]

- ✓ Sehingga besarnya interferensi pada Jayapura-1, karena pengaruh satelit yang berdekatan pada *uplink* sisi Jakarta dapat dihitung berdasarkan persamaan (3.33b) dan (3.34), yaitu :

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ(u)} = EIRP_{SB\_W} - EIRP_{SB\_I} + (G_{TPC\_WMax} - G_{TPC\_IMax}) - 32 + 25 \log \rho$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ(u)} = 58.73 - 46,8 + 20,18 - 32 + 25 \log 2,33$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ(u)} = 9.29 \text{ dB}$$

- ✓ dengan cara yang sama dapat dilakukan perhitungan *ratio carier to interference* pada arah *downlink*, seperti pada persamaan 3.34 sebagai berikut :

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ(d)} = EIRP_{SAT\_W\ Max} - EIRP_{SAT\_I\ Max} + G_{R\_W\ Max} - 32 + 25 \log \rho$$

- ✓ dengan  $G_{R\_W\ Max}$  yang diperoleh dari perhitungan diatas didapatkan 45,9 dB, maka

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ(d)} = 42 - 38 + 45.9 - 32 + 25 \log 2,33$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ(d)} = 42 - 38 + 45.9 - 32 + 9.18$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ(d)} = 27,08 \text{ dB}$$

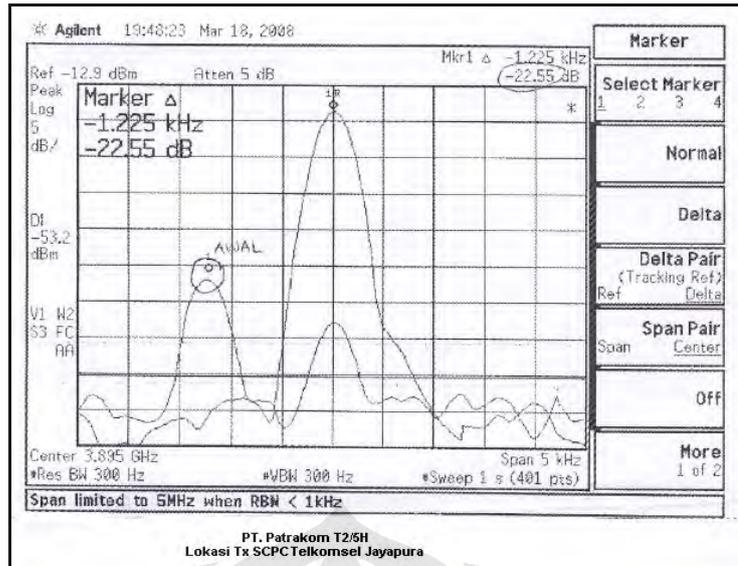
- ✓ Sehingga  $[C/I]_{ADJ}$  Total yang terjadi pada link Jayapura-1 - Merauke adalah :

$$\begin{aligned} \left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ\ BAD\_TOT} &= \left[ \left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ(u)}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ(d)}^{-1} \right]^{-1} \\ &= 10 \log \frac{1}{\left(\frac{C}{N}\right)_{ADJ(u)}^{-1} + \left(\frac{C}{N}\right)_{ADJ(d)}^{-1}} \\ &= 10 \log \frac{1}{10^{-0,929} + 10^{-2,708}} = 10 \log 8,35 \\ &= 9,21 \text{ dB} \end{aligned}$$

#### 4.10.2 Analisa Perhitungan *Cross Polarisation Interference (CPI)*

Berdasarkan persamaan 3.36 maka besarnya  $[C/I]_{CPI}$  pada kondisi awal dapat dihitung sebagai berikut berikut :

- ✓ Dari data yang diperoleh dari Cibinong (*CPI* kondisi Awal sebelum *maintenance*)



**Gambar 4.5** Interferensi dari *Cross Polarisation*

Dimana :  $X_e = 22,55 \text{ dB}$

$X_s = 46 \text{ dB}$  (Data CPI value antenna monitoring operator dari *Telkom Long Distance Division Cibinong*)

$$\begin{aligned} \checkmark \text{ Maka } &= \left( \frac{C}{I} \right)_{CPI\_TOT} = 10 \log \left[ \frac{(10^{-2,25} + 10^{-4,6})^{-1}}{2} \right] \\ &= 10 \log \left[ \frac{(5,6485 \times 10^{-3})^{-1}}{2} \right] \\ &= 10 \log [88,51] = 19,47 \text{ dB} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan  $[C/I]_{CPI}$ , nilai *Cross Polarisation Intererence* Stasiun Bumi tersebut masih belum memenuhi standart PT Telkom  $\geq 30 \text{ dB}$ , sehingga perlu dilakukan pengoptimalan nilai  $[C/I]_{CPI}$

#### 4.10.3 *Intermodulation.*

Dalam menganalisa perhitungan besarnya intermodulasi dapat didasarkan pada besarnya IBO dan OBO pada satelit yang digunakan, dalam analisa ini, Satelit Telkom-2 menggunakan  $BO_i = 6 \text{ dB}$  dan  $BO_o = 4 \text{ dB}$ . Berdasarkan data IBO dan OBO pada tabel 3.1 dan gambar 3.8, maka diperoleh besarnya  $[C/I]_{IM}$  kondisi operational satelit Telkom-2 saat ini sebesar  $15,2 \text{ dB}$

#### 4.11 Analisis $[C/I]_{TOT}$ dan $[C/N]_{TOT}$ pada *link* komunikasi VSAT SCPC

- ✓ Parameter [C/N] kondisi awal link Jayapura-1 – Merauke besarnya adalah

$$\begin{aligned}
 [C/N]_{\text{Awal}} &= [C/N]_{\text{Total}} + [C/I]_{\text{IM}} \\
 &= 10 \log \frac{1}{\left(\frac{C}{N}\right)_{\text{TOT}}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_{\text{IM}}^{-1}} \\
 &= 10 \log \frac{1}{10^{-2.324} + 10^{-1.52}} = 10 \log 28,61
 \end{aligned}$$

$$[C/N]_{\text{Awal}} = 14,56 \text{ dB}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Eb/No pada kondisi Awal} &= [C/N]_{\text{Awal}} + 10 \text{ Log [Bandwith / Data rate]} \\
 &= 14,56 \text{ dB} + 10 \log [10^6 / 2,048 \cdot 10^6] \\
 &= \mathbf{11, 45 \text{ dB}}
 \end{aligned}$$

- ✓ Berdasarkan batasan standart performance Eb/No, BER vs Modulation pada perangkat sesuai pada lampiran F, yang kemudian dipakai sebagai SOP oleh PT. Patrakom, maka persyaratan Eb/No yang harus dipenuhi agar kualitas *link* dalam keadaan baik adalah :

- Eb/No kondisi *best operasional* = 8,2 dB (Lampiran F)
- Eb/No kondisi *threshold* = 7,7 dB (Kondisi *BER*  $10^{-8}$ , Lampiran F)

- ✓ Berdasarkan hasil perhitungan, maka besarnya  $[C/I]_{\text{IM}}$  akan mempengaruhi Eb/No *link* komunikasi pada kondisi awal. Namun dalam hasil perhitungan Eb/No awal akibat pengaruh  $[C/I]_{\text{IM}}$  tersebut masih dalam batas layak operational

- ✓ Perhitungan  $[C/I]$  secara keseluruhan dalam link akibat adanya *error look angels* pada sisi Jakarta dan Jayapura-1 dapat dihitung dengan kombinasi  $[C/I]_{\text{ADJ\_TOT}}$ ,  $[C/I]_{\text{CPI}}$ , sesuai dengan rumus

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{\text{BAD\_TOT}} = \left[ \left(\frac{C}{I}\right)_{\text{ADJ\_BAD\_TOT}}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_{\text{CPI\_BAD\_TOT}}^{-1} \right]^{-1}$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{\text{BAD\_TOT}} = 10 \log \frac{1}{\left(\frac{C}{I}\right)_{\text{ADJ\_BAD\_TOT}}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_{\text{CPI\_BAD\_TOT}}^{-1}}$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{\text{BAD\_TOT}} = 10 \log \frac{1}{10^{-0.921} + 10^{-1.947}}$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{BADTOT} = 10 \log 7.62 = 8.81 \text{ dB}$$

- ✓ Dengan memasukkan harga total interferensi yang terjadi pada *link VSAT*, maka besarnya  $[C/N]_{TOT}$  terpengaruh interferensi yang terjadi pada *link komunikasi VSAT SCPC* adalah :

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{TOT \text{ PENGARUH INTERFERENSI}} = \left[ \left(\frac{C}{N}\right)_{TOT}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_{BADTOT}^{-1} \right]^{-1}$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{TOT \text{ PENGARUH INTERFERENSI}} = 10 \log \frac{1}{10^{-1,456} + 10^{-0,881}}$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{TOT \text{ PENGARUH INTERFERENSI}} = 10 \log 6 = 7,78 \text{ dB}$$

- ✓ Dengan harga  $[C/N]_{TOT}$  yang terpengaruh interferensi tersebut, maka nilai  $E_b/N_0$  pada kondisi tersebut adalah :

$$\begin{aligned} E_b/N_0 \text{ Terpengaruh Interferensi} &= [C/N]_{TOT} + 10 \text{ Log [Bandwith / Data rate]} \\ &= 7,78 + 10 \log [10^6 / 2,048 \cdot 10^6] \\ &= \mathbf{4,67 \text{ dB}} \end{aligned}$$

- ✓ Berdasarkan hasil perhitungan besarnya  $[C/N]_{TOT}$  Terpengaruh Interferensi pada kondisi ini diperoleh  $E_b/N_0$  4,67 dB.  $E_b/N_0$  tersebut berada jauh dibawah kondisi *threshold*. Sehingga perlu dilakukan optimalisasi pada  $[C/I]_{TOT}$  *link VSAT SCPC* Telkomsel Jayapura-1 - Merauke, dengan optimalisasi diharapkan  $[C/N]_{TOT}$  dan  $E_b/N_0$  kembali berada pada wilayah best operasional.
- ✓ Untuk mengatasi kondisi gangguan interferensi yang terjadi di luar dugaan ini, maka PT Telkom (dalam hal ini Divisi Long Distance) senantiasa melakukan pengukuran besarnya *cross polarisasi*, *intermodulasi* dan komunikasi dengan operator satelit lain perihal *adjacent satellite interference* yang dianggap sangat mempengaruhi kestabilan *link komunikasi VSAT*

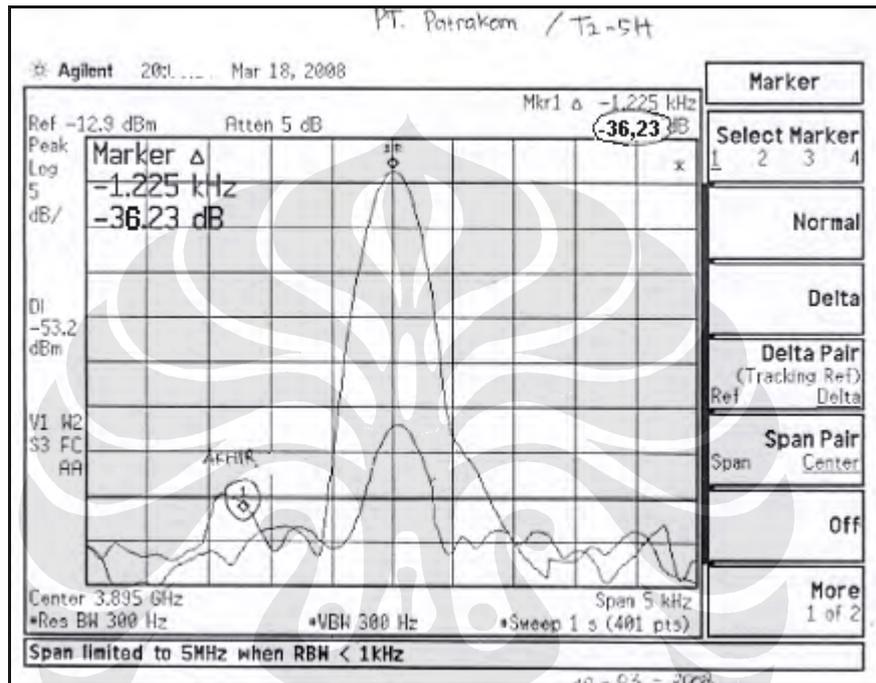
#### 4.12 Analisis Tahapan Optimalisasi pada *link komunikasi VSAT SCPC*.

Analisis tahapan optimalisasi yang akan dibahas pada Tugas akhir ini dilakukan pada parameter *Adjacent Satellite Interference (ASI)*. dan *Cross Polarisasi Interference (CPI)*, optimalisasi dalam perbaikan  $[C/N]_{TOT}$  dan peminimuman  $[C/I]_{TOT}$  ini dilakukan dengan cara *me-repointing* antena pada *ground segment* stasiun

bumi sehingga diharapkan *pointing* stasiun bumi kembali maksimum pada operational satelitnya dalam hal ini Telkom-2

#### 4.12.1 Analisis Perhitungan Optimalisasi *Cross Polarisasi Interference (CPI)*

Optimalisasi pertama pada analisis ini adalah optimalisasi peminimuman besarnya interferensi pada *Cross Polarisasi Interference* yang disebabkan stasiun bumi sisi Jayapura-1. Berdasarkan pengukuran didapatkan data seperti dibawah :



**Gambar 4.6** Interferensi *Cross Polarisasi* pasca optimalisasi

- ✓ Dengan :  $X_e = 36,23 \text{ dB}$  dan  $X_s = 46 \text{ dB}$

$$\begin{aligned} \checkmark \text{ Maka } &= \left( \frac{C}{I} \right)_{CPI\_TOT} = 10 \log \left[ \frac{(10^{-3,623} + 10^{-4,6})^{-1}}{2} \right] \\ &= 10 \log \left[ \frac{(2,633 \times 10^{-4})^{-1}}{2} \right] \\ &= 10 \log 2.844,45 = 34,54 \end{aligned}$$

- ✓ Besarnya perubahan  $[C/I]$  Total, pasca optimalisasi pada *cross polarisasi* antenna sisi Jayapura-1 adalah sebagai berikut

$$\left( \frac{C}{I} \right)_{TOT\ CONDITION-1} = \left[ \left( \frac{C}{I} \right)_{ADJ\ BAD\_TOT}^{-1} + \left( \frac{C}{I} \right)_{CPI\ GOOD\_TOT}^{-1} \right]^{-1}$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{TOT\ CONDITION-1} = 10\log \frac{1}{\left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ\ BAD\_TOT}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_{CPI\ GOOD\_TOT}^{-1}}$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{TOT\ CONDITION-1} = 10\log \frac{1}{10^{-0,921} + 10^{-3,454}}$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{TOT\ CONDITION-1} = 10\log 8,32 = 9,19\text{ dB}$$

- ✓ Dengan memasukkan harga total interferensi pada [C/I] kondisi-1 yang terjadi pada *link VSAT*, maka besarnya [C/N]<sub>TOT</sub> kondisi-1, pasca optimalisasi *cross polarisasi* yang terjadi pada *link komunikasi VSAT SCPC* adalah :

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{TOT\ CONDITION-1} = \left[ \left(\frac{C}{N}\right)_{TOT}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_{TOT\ CONDITION-1}^{-1} \right]^{-1}$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{TOT\ CONDITION-1} = 10\log \frac{1}{10^{-1,456} + 10^{-0,919}}$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{TOT\ CONDITION-1} = 10\log 6,729 = 8,28\text{ dB}$$

- ✓ Dengan kenaikan [C/N]<sub>TOT</sub> yang terjadi pasca optimalisasi *cross polarisasi* tersebut, maka nilai Eb/No link VSAT Jayapura-1 – Merauke akan naik menjadi :

$$Eb/No = [C/N]_{TOT} + 10\text{ Log [Bandwith / Data rate]}$$

$$= 8,28 + 10\log [10^6 / 2,048 \cdot 10^6]$$

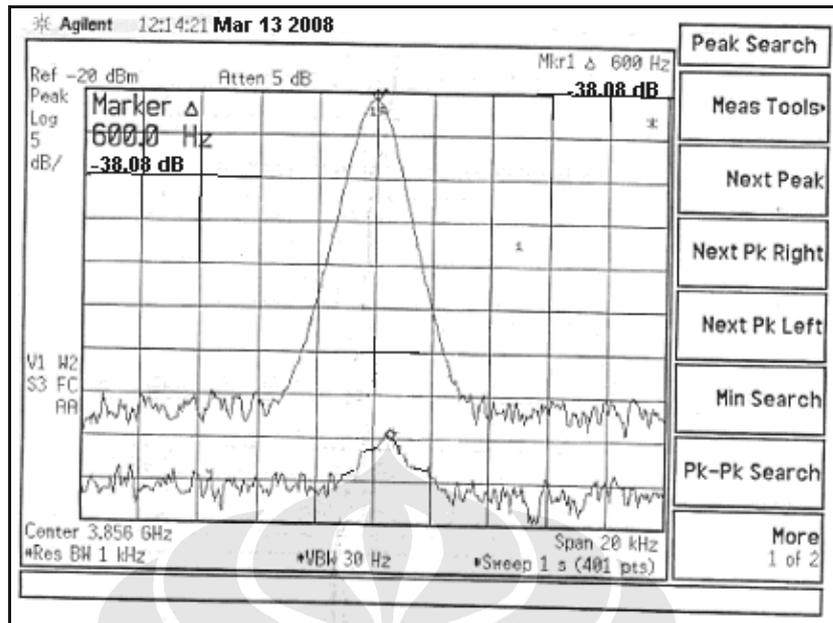
$$= \mathbf{5,17\text{ dB}}$$

- ✓ Berdasarkan hasil perhitungan besarnya optimalisasi [C/N]<sub>TOT</sub> Terpengaruh Interferensi pada kondisi ini diperoleh Eb/No 5,17 dB. Eb/No tersebut masih berada jauh dibawah kondisi *threshold*. Sehingga perlu dilakukan optimalisasi lanjutan pada [C/N]<sub>TOT</sub> *link VSAT SCPC* Telkomsel Jayapura-1 - Merauke, dengan optimalisasi lanjutan ini diharapkan [C/N]<sub>TOT</sub> kembali berada pada wilayah best operasinal.

#### 4.12.2 Analisis Perhitungan Optimalisasi *Adjacent Satellite Interference (ASI)*.

Optimalisasi kedua pada analisis ini adalah optimalisasi peminimuman besarnya interferensi pada *Adjacent Satelit Interference* yang disebabkan stasiun

bumi sisi Jakarta. Berdasarkan pengukuran didapatkan data seperti dibawah :



Gambar 4.7 Interferensi dari sistem satelit yang saling berdekatan pasca optimalisasi

- ✓ Besarnya  $\{C/I\}_{ADJ} Uplink$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ(u)} = EIRP_{SB\_W} - EIRP_{SB\_I} + (G_{T\_W Max} - G_{T\_I Max}) - 32$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ(u)} = 58,79 - 46,8 + 38,1 - 32$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ(u)} = 18,1 \text{ dB}$$

- ✓ dengan cara yang sama seperti diatas dapat dilakukan pengukuran besarnya  $\{C/I\}_{ADJ}$  pada arah *downlink*

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ(d)} = 42 - 38 + 45,9 - 32 = 17,9 \text{ dB}$$

- ✓ Sehingga  $[C/I]_{ADJ}$  Total adalah tanpa perhitungan parameter *bandwidth*

$$\begin{aligned} \left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ\ GOOD\_TOT} &= 10 \log \frac{1}{10^{-1,81} + 10^{-1,79}} = 10 \log 31,54 \\ &= 14,98 \text{ dB} \end{aligned}$$

- ✓ Besarnya perubahan  $[C/I]$  Total, pasca optimalisasi pada nilai *adjacent satellite interference* antena sisi Jakarta adalah sebagai berikut

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{TOT\ CONDITION-2} = \left[ \left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ\ GOOD\_TOT}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_{CPI\ GOOD\_TOT}^{-1} \right]^{-1}$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{TOT\ CONDITION-2} = 10 \log \frac{1}{\left(\frac{C}{I}\right)_{ADJ\ GOOD\_TOT}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_{CPI\ GOOD\_TOT}^{-1}}$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{TOT\ CONDITION-2} = 10 \log \frac{1}{10^{-1,498} + 10^{-3,454}}$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{TOT\ CONDITION-2} = 10 \log 31,6 = 15 \text{ dB}$$

- ✓ Dengan memasukkan harga total interferensi pada [C/I] kondisi-2 yang terjadi pada *link VSAT*, maka besarnya [C/N]<sub>TOT</sub> kondisi-2, pasca optimalisasi nilai *adjacent satellite interference* yang terjadi pada *link komunikasi VSAT SCPC Jayapura-1 - Merauke* adalah :

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{TOT\ CONDITION-2} = \left[ \left(\frac{C}{N}\right)_{TOT}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_{TOT\ CONDITION-2}^{-1} \right]^{-1}$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{TOT\ CONDITION-2} = 10 \log \frac{1}{10^{-1,456} + 10^{-1,5}}$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{TOT\ CONDITION-2} = 10 \log 15,02 = 11,76 \text{ dB}$$

- ✓ Dengan kenaikan [C/N]<sub>TOT</sub> yang terjadi pasca optimalisasi *adjacent satellite interference* tersebut, maka nilai Eb/No link VSAT Jayapura-1 – Merauke akan naik menjadi :

$$\begin{aligned} Eb/No &= [C/N]_{TOT} + 10 \text{ Log [Bandwith / Data rate]} \\ &= 11,76 + 10 \log [10^6 / 2,048 \cdot 10^6] \\ &= \mathbf{8,65 \text{ dB}} \end{aligned}$$

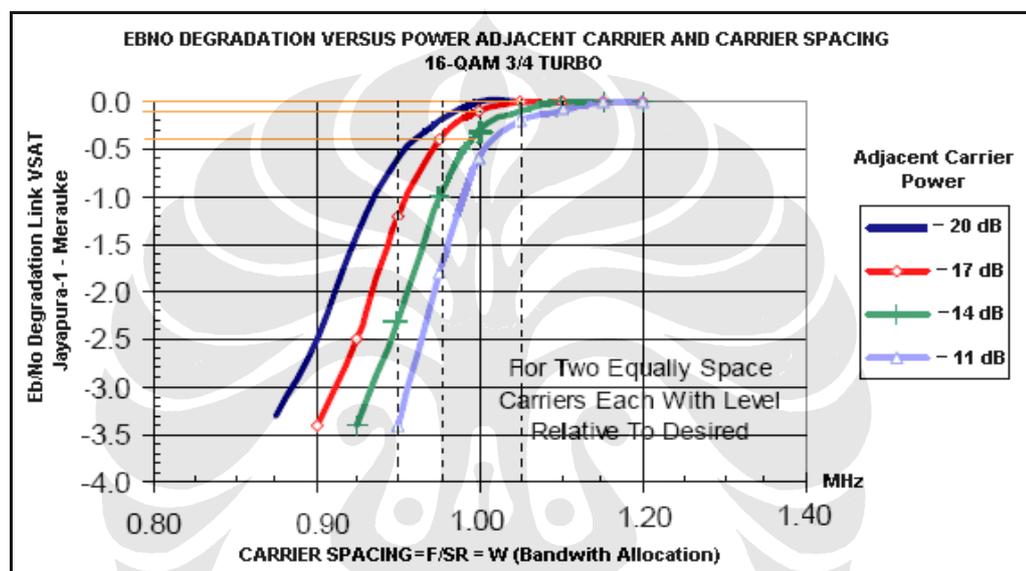
- ✓ Berdasarkan hasil perhitungan besarnya optimalisasi [C/N]<sub>TOT</sub> Terpengaruh Interferensi pada kondisi pasca optimalisasi *cross polarisation* dan *adjacent satellite interference* berikut diperoleh Eb/No 8,65 dB. Eb/No tersebut sudah berada pada kondisi normal untuk transmit carrier modulated 16-QAM, karena Eb/No sudah berada diatas kondisi *threshold*.

#### 4.13. Degratation Eb/No vs Power Adjacent Carrier dan carrier spacing

Telkom-2 transponder 5-H merupakan salah satu transponder yang mempunyai *load* terbesar diantara transponder lain. Sehingga perlu dilakukan

pengaturan *power* dan *carrier spacing* untuk semua *carrier* yang *operational* pada transponder tersebut, sehingga diharapkan semua *carrier* yang ada bekerja pada titik *operational maximum*

Penurunan *Eb/No* terhadap *power adjacent carrier* dan *carrier spacing* merupakan salah satu faktor terpenting yang harus diperhatikan khususnya dalam performansi, dari hasil pengukuran pada link carrier Jayapura-1 dan Merauke akibat adanya pengaruh *adjacent carrier* dalam hal ini carrier BSC Supiori yang posisinya tepat berada disebelah *carrier* sisi Merauke. Dari hasil pengukuran didapatkan data sebagai berikut :



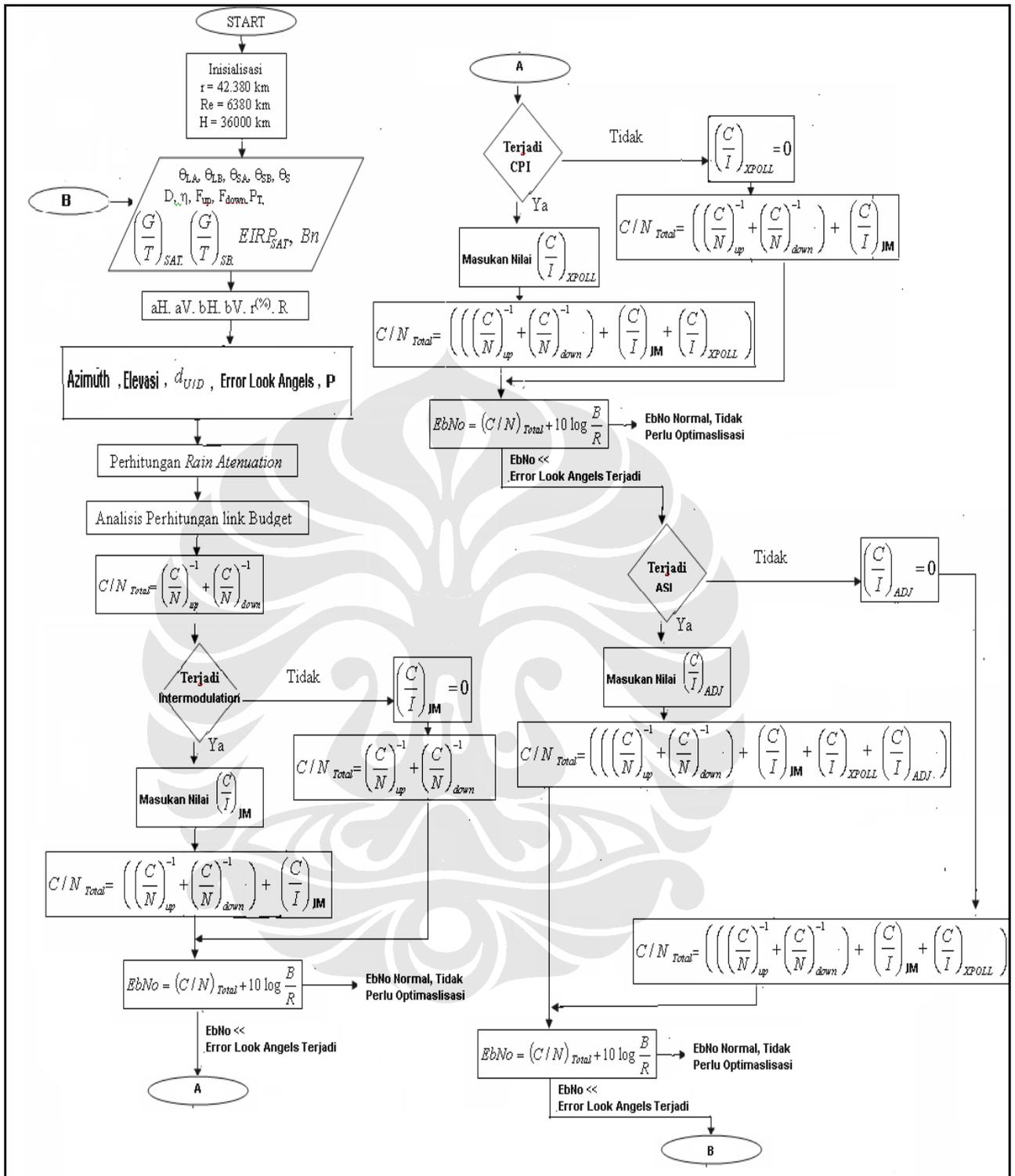
**Gambar 4.8** Optimalisasi Degradation *Eb/No* vs *Power Adjacent Carrier* dan *carrier spacing*

Pada kondisi *operational* link Jayapura – Supiori sebagai *adjacent carrier* link Jayapura-1 – Merauke, berada pada garis hijau dengan level *power* -14 dB. Dengan melakukan *levelling* penurunan *power adjacent carrier* menjadi -17 dB maka akan terjadi kenaikan *Eb/No* pada link Jayapura-1 – Merauke sebesar 0,3 dB, dan apabila *Eb/No* Akhir yang dihasilkan masih belum memenuhi standart, maka *Eb/No* Degradation tersebut juga dapat diminimalkan dengan cara memperbesar *carrier spacing*. Sehingga *Eb/No* akhir yang diperoleh pada proses optimalisasi ini adalah

$$\begin{aligned} \checkmark \text{ Eb/No} &= \text{Eb/No Akhir} + 0.3 \\ &= 8.65 + 0,3 = \mathbf{8,95 \text{ dB}} \end{aligned}$$

#### 4.15 Flowchart Analisa Optimalisasi Link Komunikasi VSAT.

Dari hasil perhitungan, pengukuran dan analisa optimalisasi link VSAT diatas maka dibuat suatu Flowchart analisis Optimalisasi link VSAT yakni sebagai berikut :



Gambar 4.9 Flowchart optimalisasi link VSAT

## BAB V

### SIMULASI OPTIMALISASI LINK KOMUNIKASI VSAT SCPC

## 5.1 Simulasi perhitungan Analisis Optimalisasi *link* komunikasi VSAT SCPC

Untuk membantu dalam proses perencanaan suatu *link* komunikasi Satelit, khususnya dalam proses perhitungan *link budget* maka dibuat suatu program pembantu dengan algoritma dan spesifikasi tersebut di bawah ini.

- Fasilitas Yang Disediakan :
  - ✓ Menampilkan layanan *editor* untuk mengubah *inputan*
  - ✓ Menghitung besarnya elevasi, *slant range*, rugi-rugi lintasan dan *link budget*.
  - ✓ Menghitung besarnya [C/N] sistem, dan interferensi total [C/I] yang terjadi
  - ✓ Penampilan detail perhitungan *link*, dan grafik optimalisasi dari parameter penerimaan Eb/No link VSAT
- Kemampuan Teknis:
  - ✓ Dibuat dengan bahasa pemrograman "*Visual Basic 6.0*"

## 5.2 Tampilan Simulasi

- Halaman pertama



- Halaman kedua berupa masukan parameter inialisasi *link*

**Parameter Inisialisasi Link**

**Inisialisasi Awal**

Tinggi Satelit pada Ekuator	=	36000	Km	Frekuensi Uplink	=	6.095	GHz
Jari-Jari Bumi (Re)	=	6380	Km	Frekuensi Downlink	=	3.87	GHz
Jari - Jari Geostasioner (r)	=	42380	Km				

**Spesifikasi Satelit dan Stasiun Bumi**

Efisiensi Antena	=	0.65		EIRP Satelit	=	42	dB/Watt
Diameter Antena	=	3.8	Mtr	Posisi Satelit	=	118	BT
Power Transmit	=	20	Watt	G/T Satelit	=	1	dB
T Sys (Temperature Sistem)	=	130	<sup>0</sup> K	IBO	=	6	
L Sal (IFL dan IF Kabel)	=	2	dB	OBO	=	4	
L Ant	=	0.5	dB	Data Rate	=	2048	Kbps
Modulasi 8-PSK	Kec Simbol	=	4	FEC	=	0.75	
Modulasi 16-QAM	Roll Off Factor	=	0.465				

**Posisi Look Angels dan Parameter Redaman Hujan**

Site Telkomsel MSC Jayapura	Site Telkomsel BSC Merauke	Site Telkomsel MSC Jakarta
Latitude = 2.47 LS	Latitude = 8.5 LS	Latitude = 6.08 LS
Longitude = 140.63 BT	Longitude = 140.37 BT	Longitude = 106.45 BT

**Koefisien Empiris Redaman Hujan**

Av = 0.00155	Bv = 1.265
Ah = 0.00175	Bh = 1.308

**Parameter Perhitungan Redaman Hujan Lainnya**

Rain Rate Point (R)	=	147	mm/H
Lintasan Atmosfer Terjadinya Hujan (hr)	=	3.028	Km
Tinggi Stasiun Bumi diatas Perm Laut (ho)	=	0.5	Km

EXAMPLE RESET NEXT

- o Halaman 3-A adalah analisis perhitungan dasar link Jayapura-1 – Merauke, kondisi  $[C/I]_{CPI}$  terburuk

**ANALISIS PERHITUNGAN**

Gain, EIRP, G/T Stasiun Bumi, Redaman Hujan (Lrain), BW

Lrain Uplink = 2.73 dB	Lrain = 2.753 dB	Sisi Jayapura To Telkom-2
Lfs Uplink = 199.46 dB	Lfs Downlink = 195.54 dB	Elevasi = 63.42 0
Bandwidth (W) = 1 MHz	Bandwidth (W) = 1 MHz	Azimuth = 275.86 0
HITUNG	HITUNG	Polarisasi = -83.89 0

Slant Range = 36786.96 Km (Jayapura) / 36861.43 Km (Merauke)

Telkomsel Jayapura	Telkomsel Merauke
Elevasi = 63.42 0	Elevasi = 62.15 0
Azimuth = 275.86 0	Azimuth = 289.72 0
Slant Range = 36786.96 Km	Slant Range = 36861.43 Km

**Sisi Merauke To Telkom-2**

Elevasi = 62.15 0	Azimuth = 289.72 0	Polarisasi = -69.43 0
-------------------	--------------------	-----------------------

**Perhitungan C/N Awal**

C/N Uplink = 24.22 dB	C/N Total sebelum Terinterferensi = 23.24 dB
C/N Downlink = 31.32 dB	HITUNG C/N

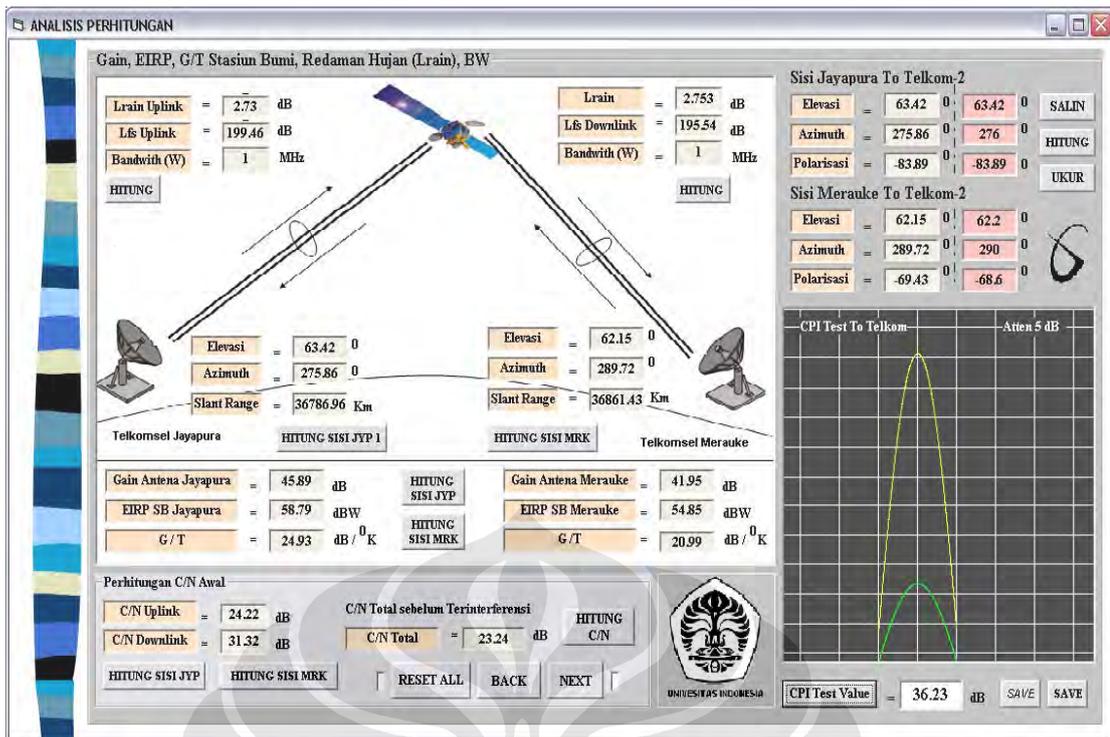
Gain Antena Jayapura = 45.89 dB, EIRP SB Jayapura = 58.79 dBW, G/T = 24.93 dB / <sup>0</sup>K

Gain Antena Merauke = 41.95 dB, EIRP SB Merauke = 54.85 dBW, G/T = 20.99 dB / <sup>0</sup>K

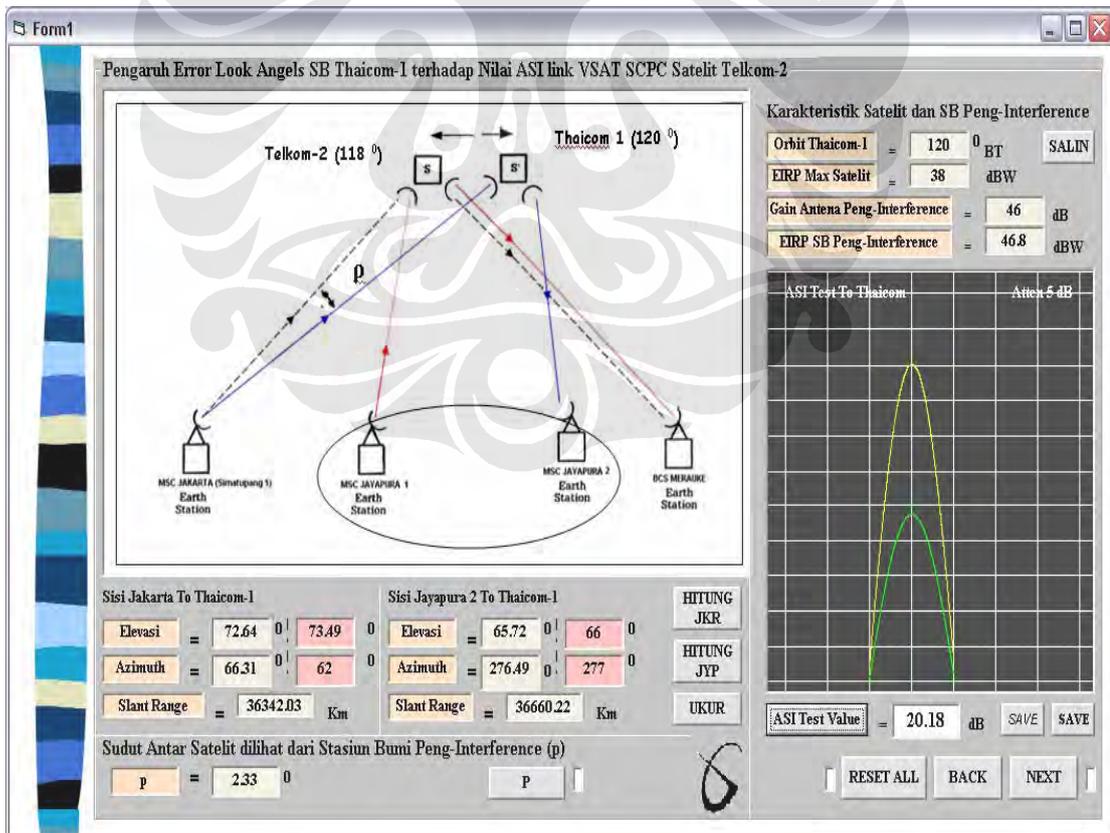
CPI Test To Telkom - Atten 5 dB

CPI Test Value = 22.5 dB

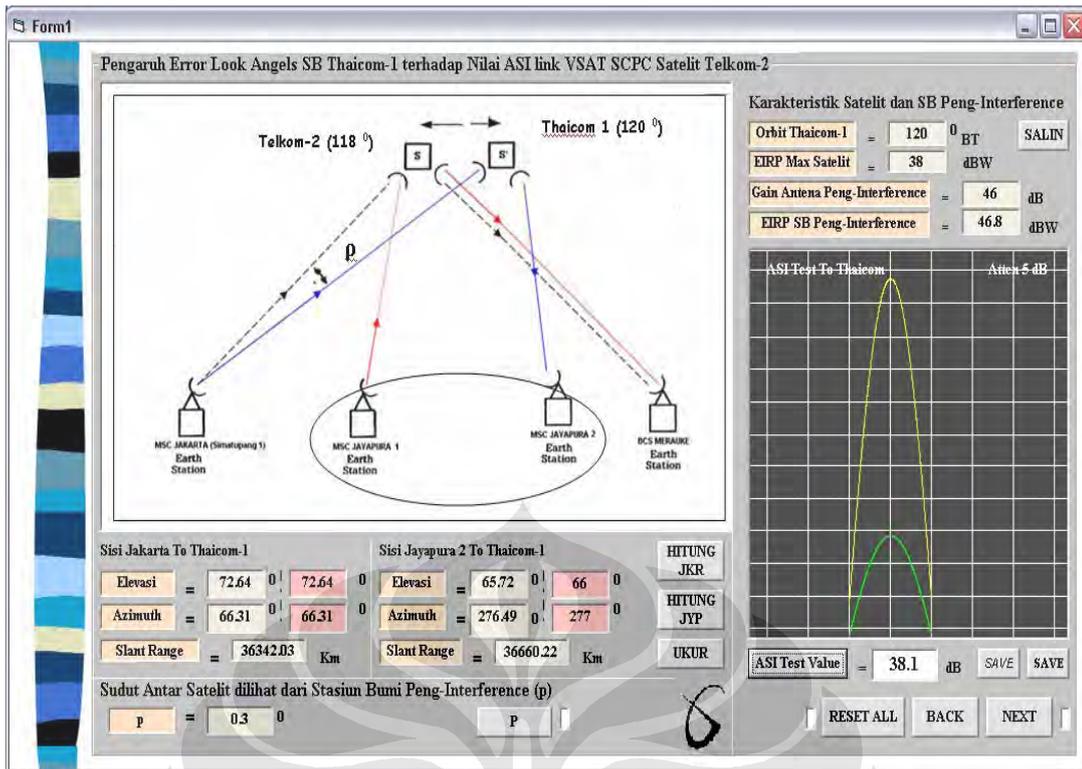
- o Halaman 3-B analisis perhitungan link Jayapura-1 – Merauke, kondisi  $[C/I]_{CPI}$  baik



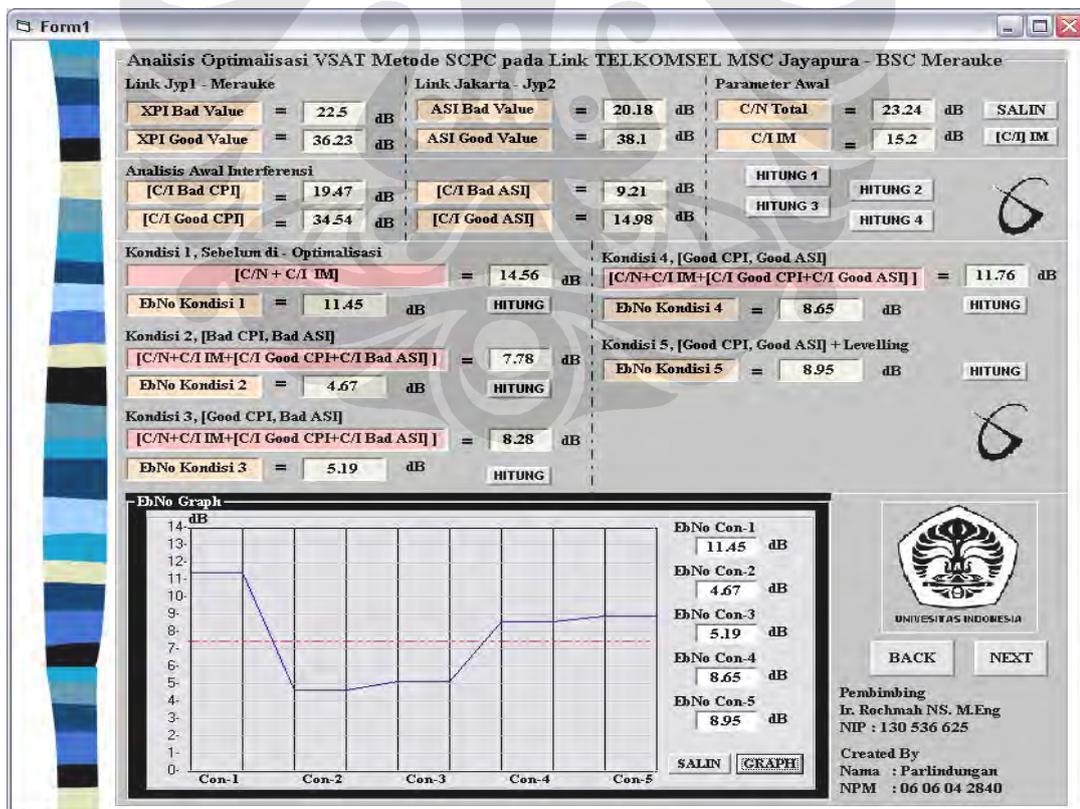
- o Halaman 4-A adalah analisis perhitungan dasar link Jakarta – Jayapura-2 , kondisi  $[C/I]_{ADJ}$  terburuk



- o Halaman 4-A analisis perhitungan link Jakarta – Jayapura-2 , kondisi  $[C/I]_{ADJ}$  Baik



➤ Halaman 5 adalah analisis optimalisasi Eb/No pada link Jayapura-1 – Merauke yang disajikan dalam bentuk *graph*



## BAB VI

### KESIMPULAN

#### Kesimpulan

1. Keoptimalan sistem VSAT dihitung berdasarkan  $[C/N]_{TOT}$ ,  $E_b/N_o$ , analisa *link budget* dan  $[C/I]_{TOT}$  yang terjadi pada *intermodulation*, *cross polarisation* dan *adjacent satelit*. Pengoptimalisasian link juga dapat dilakukan dengan melakukan *levelling* antar *adjacent carrier* dan pengaturan *carrier spacing* antar *carrier*
2.  $C/N_{TOT}$  pada kondisi awal ( $C/N_{TOT}+C/I_{IM}$ ) = 14,56 dB dengan  **$E_b/N_o = 11,45$  dB**,  $E_b/N_o$  tersebut masih berada kondisi normal
3.  $C/N_{TOT}$  pada kondisi terpengaruh *CPI* dan *ASI* adalah  $((C/N_{TOT} + C/I_{IM}) + C/I_{ADJ\ BAD\_TOT} + C/I_{CPI\ BAD\_TOT}) = 7,78$  dB, dengan  **$E_b/N_o = 4,67$  dB**.
4. Optimalisasi tahap pertama adalah optimalisasi *cross polarisation* pada sisi Jayapura-1,  $C/N_{TOT}$  pada kondisi ini adalah  $((C/N_{TOT} + C/I_{IM}) + C/I_{ADJ\ BAD\_TOT} + C/I_{CPI\ GOOD\_TOT}) = 8,28$  dB, dengan  **$E_b/N_o = 5,19$  dB**
5. Optimalisasi tahap kedua yang dilakukan adalah optimalisasi *adjacent satelit* pada sisi Jakarta,  $C/N_{TOT}$  pada kondisi ini adalah  $((C/N_{TOT} + C/I_{IM}) + C/I_{ADJ\ GOOD\_TOT} + C/I_{CPI\ GOOD\_TOT}) = 11,76$  dB, dan  $E_b/N_o$  yang didapatkan **8,65 dB**
6. Optimalisasi ketiga merupakan kesimpulan dari hasil pengukuran *Eb/No Degradation versus power adjacent carrier* dan *carrier spacing* dimana perlu dilakukan leveling antar setiap *adjacent carrier* agar *link* dapat bekerja secara maksimal, pada tahap ini  $E_b/N_o$  *link* dapat naik sebesar 0.3 dB, menjadi **8.95 dB**
7. Optimalisasi *link* VSAT dilakukan sesuai dengan tahapan yang tersedia pada *flowchart*, hal ini dimaksudkan untuk mengurangi  $[C/I]_{TOT}$  yang terjadi pada *link* Optimalisasi tersebut dilakukan dengan cara memperbaiki *look angel* antena (*me-repointing* antena) pada sisi Jayapura-1 dan sisi Jakarta
8. Perlunya dilakukan *maintenance X-Pol* *CPI* dan *ASI* pada setiap stasiun bumi, minimal dapat dilakukan 6 bulan sekali. *Maintenance* tersebut dimaksudkan untuk memperbaiki *error look angels* yang terjadi pada stasiun bumi Hal ini dimasukkan untuk mengkoreksi besarnya interferensi antar *cross polarisation* dan *adjacent satellite* yang terjadi sehingga kestabilan *link* lebih terjaga

## DAFTAR ACUAN

- [1] Purnomo Arief, “*SCPC ASSI Training Material PT.Telkom*”, ASSI news letter, 2004, Jatiluhur Jakarta.
- [2] G. Maral, “*VSAT Network*”, Jhon Wiley Ltd, 1995, England
- [3] Gideon Jonathan, “*Sistem Komunikasi Satelit*”, Kopma STT Telkom, 1998, Bandung
- [4] Roody Dennis, “*Satellite Communication*”, Prentice Hall, New Jersey
- [5] Zulha, Dr, Prof, “*Prinsip Dasar Elektrotehnik Telekomunikasi*”, Gramedia pustak 2004, Jakarta
- [6] Rochmah, Ir, H, MEng Sc, “*Diktat Perencanaan Sistem Transmisi*” Fakultas Teknik Unversitas Indonesia, 2008
- [7] Rusli, Ali, “*Spektrum and Interference Analisis*” ASSI Training Material PT.Telkom, ASSI news letter, 2004, Jatiluhur Jakarta.
- [8] Wahyudin Achmad, “*VSAT Intaslotion*” ASSI Training Material PT.Telkom”, ASSI news letter, 2004, Jatiluhur Jakarta.
- [9] Mark Wiegel “*8-PSK Modulation Maximizing Capacity for broadcast network*”, Comtech EF data corporation, Tempe Arizona USA
- [10] [www.mutiarahitam.go.id](http://www.mutiarahitam.go.id)

## DAFTAR PUSTAKA

- Purnomo Arief, “*SCPC ASSI Training Material PT.Telkom*”, ASSI news letter, 2004, Jatiluhur Jakarta.
- G. Maral, “*VSAT Network*”, Jhon Wiley Ltd, 1995, England
- Gideon Jonathan, “*Sistem Komunikasi Satelit*”, Kopma STT Telkom, 1998, Bandung
- Roody Dennis, “*Satellite Communication*”, Prentice Hall, New Jersey
- Zulha, Dr, Prof, “*Prinsip Dasar Elektrotehnik Telekomunikasi*”, Gramedia pustak 2004, Jakarta
- Rochmah, Ir, H, MEng Sc, “*Diktat Perencanaan Sistem Transmisi*” Fakultas Teknik Unversitas Indonesia, 2008
- Rusli, Ali, “*Spektrum and Interference Analisis*” ASSI Training Material PT.Telkom, ASSI news letter, 2004, Jatiluhur Jakarta.
- Wahyudin Achmad, “*VSAT Intaslation*” ASSI Training Material PT.Telkom”, ASSI news letter, 2004, Jatiluhur Jakarta.
- Mark Wiegel “*8-PSK Modulation Maximizing Capacity for broadcast network*”, Comtech EF data corporation, Tempe Arizona USA
- [www.mutiarahitam.go.id](http://www.mutiarahitam.go.id)

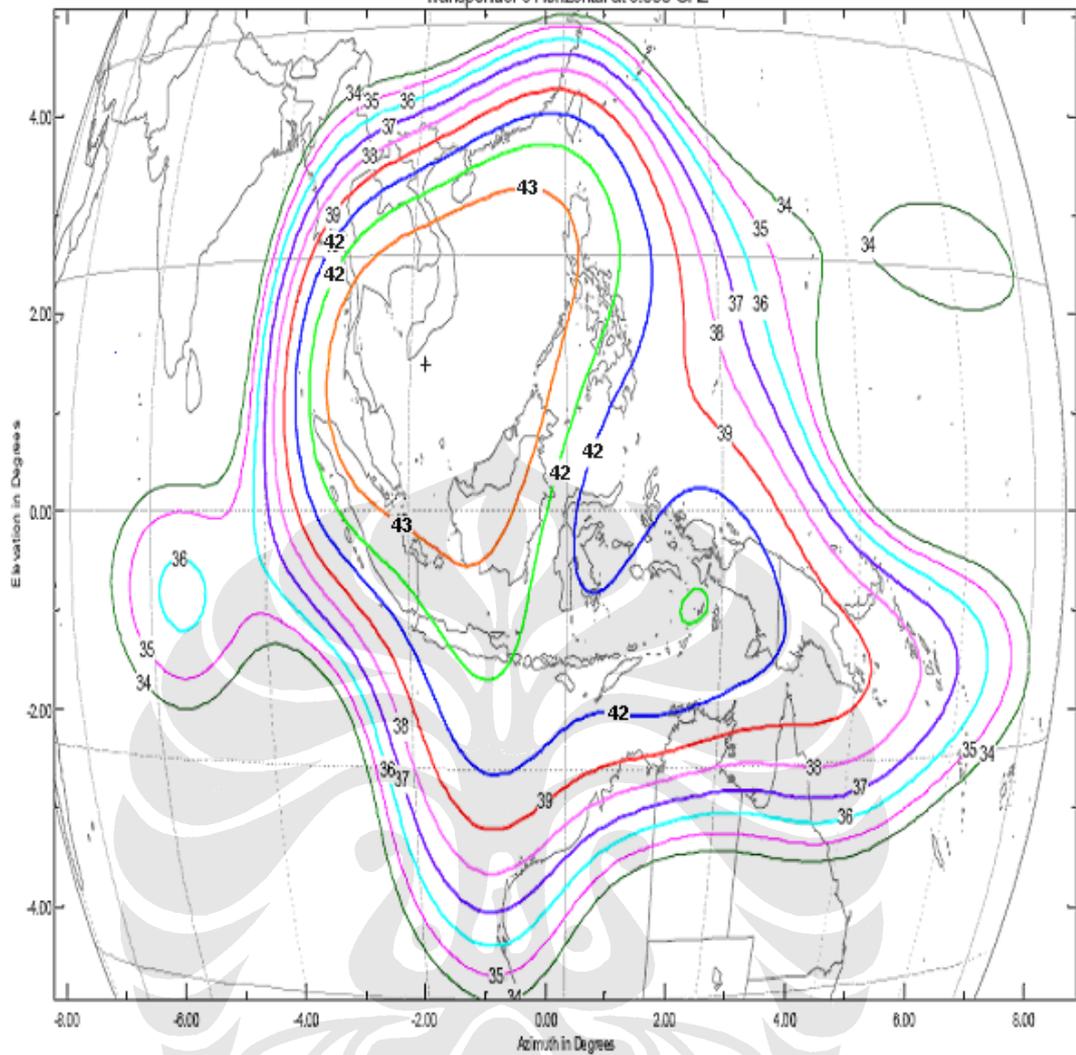
## LAMPIRAN A

### KARAKTERISTIK UMUM SATELIT TELKOM 2

Orbital Location	118 °East
Station Keeping	+ 0,05 °(E/W & N/S)
Manufacture	Orbital Science Corporation
Body Stabilization	Three Axis
Launched	17 November 2005
Life Time	15 Years
Coverage	<b>ASEAN Beam:</b> (South East Asia, South China, Papua New Guinea, North Australia, Guam) <b>ASEAN + INDIA Beam:</b> (South Asia, South East Asia, South China, Papua New Guinea, North Australia, Guam)
EIRP (Maximum Operating)	ASEAN Beam: 43 dBW (typical at peak) ASEAN + INDIA Beam: 42 dBW (typical at peak)
IBO/OBO (aggregate)	Multi Carrier Application : 6 / 4 dB
G/T	2 dB/K (typical at peak)
SFD (@ 0 dB PAD)	- 105 dBW/m <sup>2</sup> (typical at peak)
Attenuator	0 – 22 dB (1 dB/Step)
Frequency Range	5925 – 6425 MHz (Up Link) 3700 – 4200 MHz (Down Link)
Number of Transponders	24 Channel (4 Ch ASEAN + INDIA Beam, 20 Ch ASEAN Beam)
Channel Bandwidth	36 MHz
Polarization	Linier (Horizontal / Vertical)
Redundancy	Transponder : 2 Groups of 15 for 12 Receiver : 5 for 3
Beacon Frequency	Horizontal : 4199,61 MHz Vertical : 3701,25 MHz

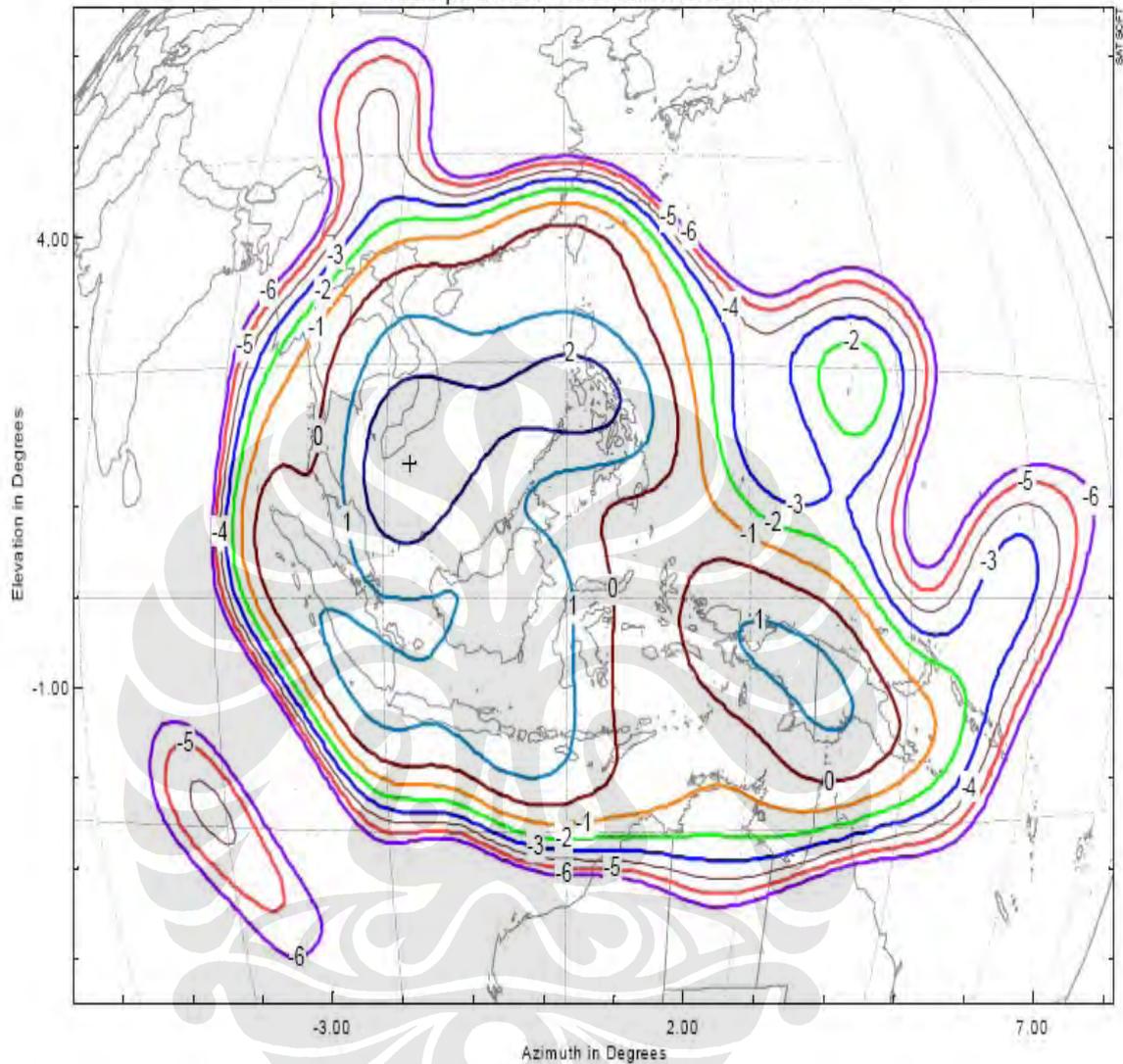
## LAMPIRAN B

EIRP (dBW) Telkom-2 ASEAN Beam  
Transponder 5 Horizontal at 3.880 GHz



## LAMPIRAN C

G/T (dB/K) Telkom-2 ASEAN Beam  
Transponder 5 Horizontal at 6.105 GHz

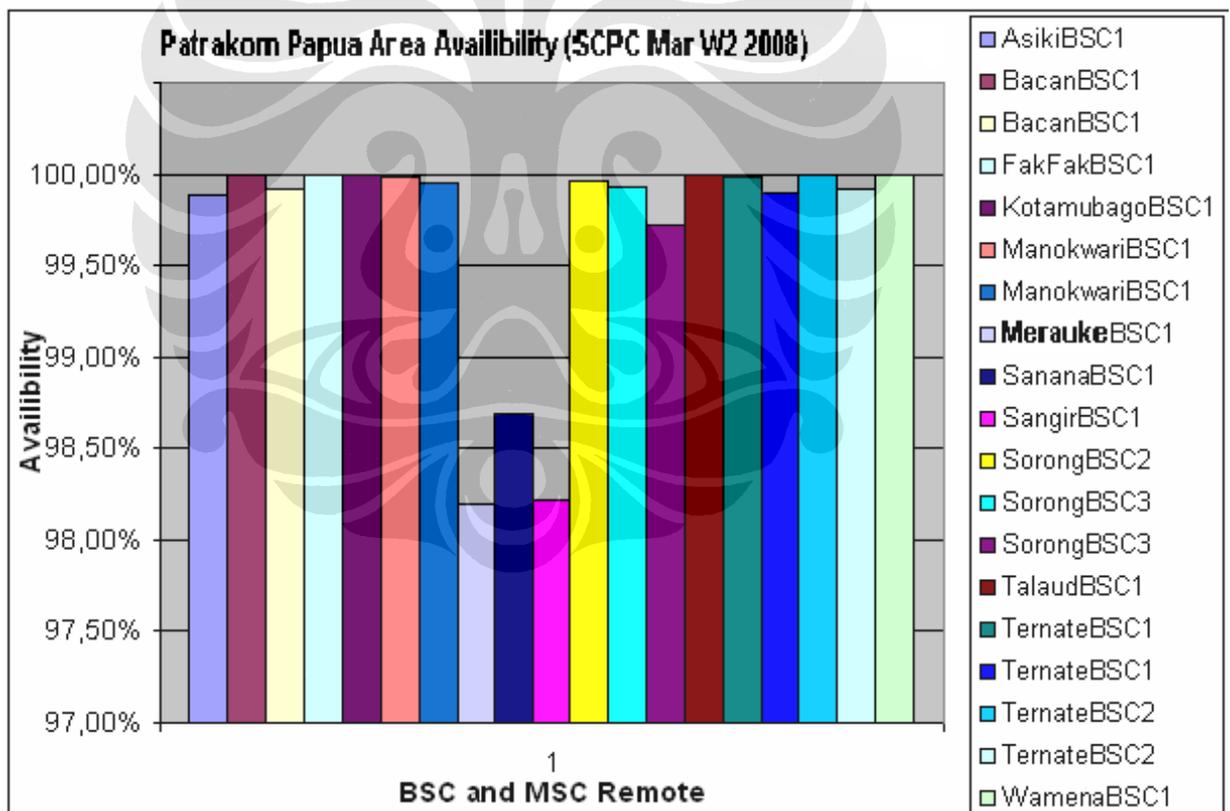


## LAMPIRAN D

### Calculation Availability Patrakom Papua Area (Mar W2 2008)

BSC	Availability W2	Freq Down	Tot Outage (s)	Availability W2				
%Sumarorong	100.00%	-	-	100.00%	Minor Alarm			
Agats	99.02%	4	5,924	99.02%	Minor Alarm			
Ampana	100.00%	-	-	100.00%	Minor Alarm			
Ampana DCS	99.92%	2	465	99.92%	Minor Alarm			
Buli	98.96%	8	6,312	98.96%	Mayor Alarm	Power Alarm		
Buli DCS	94.03%	110	36,110	94.03%	Mayor Alarm	Power Alarm		
Combat Babo	100.00%	-	-	100.00%	Minor Alarm			
Combat Gebe	99.73%	5	1,643	99.73%	Minor Alarm			
Galela	97.87%	7	12,867	97.87%	Minor Alarm			
Genyem DCS	99.88%	3	756	99.88%	Minor Alarm			
Kepi	99.87%	3	780	99.87%	Minor Alarm			
Pasar Wajo	99.97%	1	200	99.97%	Minor Alarm			
Pasar Wajo DCS	99.84%	5	957	99.84%	Minor Alarm			
Pelabuhan Bacan	99.91%	2	518	99.91%	Minor Alarm			
Raja Ampat	99.94%	2	387	99.94%	Minor Alarm			
Merauke	79.33%	5	124,996	79.33%	Minor Alarm	Transmision Alarm	99,95 - 100	Best Performance
Sorong	98.59%	7	8,539	98.59%	Minor Alarm	Transmision Alarm	99,90 - 100 %	Good performance
Tanah Merah	99.73%	5	1,644	99.73%	Minor Alarm		99,80 - 99,90 %	Medium Performance
Tanah Merah DCS	99.08%	7	5,543	99.08%	Mayor Alarm	Power Alarm	99,70 - 99,80 %	Warning Performance
Teluk Wondama	98.33%	13	10,129	98.33%	Mayor Alarm	Power Alarm	< 99,70	Not Recommended
Tolikara	99.90%	2	618	99.90%	Minor Alarm			
Waropen	99.07%	5	5,621	99.07%	Mayor Alarm	Power Alarm		
Weda	99.92%	2	495	99.92%	Minor Alarm			
Yahukimo	99.31%	6	4,171	99.31%	Mayor Alarm	Power Alarm		

Graph Availability Patrakom Papua Area (Mar W2 2008)



LAMPIRAN E

RAIN ELIMINATE REGION TABLE

NO	Percent of year (R%)	Rain elimiate region												Minuter	Hours
		A	B1	B	B2	C	D1	D=D2	D3	E	F	G	H	per Year	Per year
1	0.001	28.5	45.0	57.5	70	78	90	108	126	165	66	185	253	5.256	0.0876
2	0.002	21.0	34.0	44.0	54	62	72	89	106	144	51	157	220.5	10.512	0.1752
3	0.005	13.5	22.0	28.5	35	41	50	64.5	80.5	118	34	120.5	178	26.28	0.438
4	0.001	10.0	15.5	19.5	23.5	28	35.5	49	63	98	23	94	147	5.256	0.0876
5	0.002	7.0	11.0	13.5	16	18	24	35	48	78	15	72	119	10.512	0.1752
6	0.005	4.0	6.4	8.0	9.5	11	14.5	22	32	52	8.3	47	86.5	26.28	0.438
7	0.1	2.5	4.2	5.2	6.1	7.2	9.8	14.5	22	35	5.2	32	64	525.6	8.76
8	0.2	1.5	2.8	3.4	4	4.8	6.4	9.5	14.5	21	3.1	21.8	43.5	1051.2	17.52
9	0.5	0.7	1.5	1.9	2.3	2.7	3.6	5.2	7.8	10.6	1.4	12.2	22.5	2628	43.8
10	1.0	0.4	1.0	1.3	1.5	1.8	2.2	3	0.7	6	0.7	8	12	5256	87.6
11	2.0	0.1	0.5	0.7	0.8	1.1	1.2	1.5	1.9	2.9	0.2	5	5.2	10512	175.2
12	3.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.5	0	0	0	0	0	1.8	1.2	15768	262.8

Source : NASA Propagation Effects Handbook for Satellite System Design, ORY TR 1979

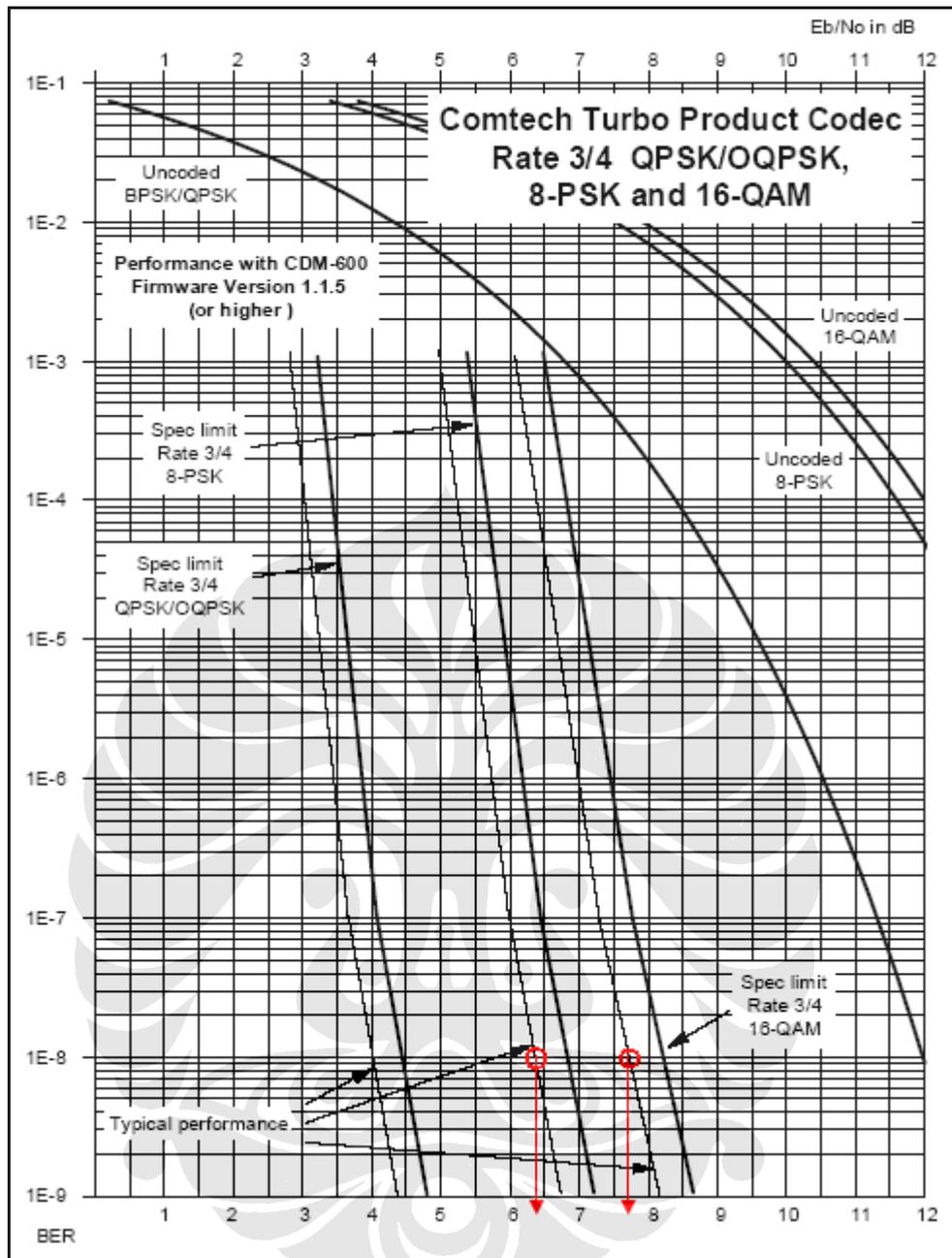
### Specific Attenuation Coefficients

Frequency, GHz	$a_h$	$a_v$	$b_h$	$b_v$
1	0.0000387	0.0000352	0.912	0.88
2	0.000154	0.000138	0.963	0.923
4	0.00065	0.000591	1.121	1.075
6	0.00175	0.00155	1.308	1.265
7	0.00301	0.00265	1.332	1.312
8	0.00454	0.00395	1.327	1.31
10	0.0101	0.00887	1.276	1.264
12	0.0188	0.0168	1.217	1.2
15	0.0367	0.0335	1.154	1.128
20	0.0751	0.0691	1.099	1.065
25	0.124	0.113	1.061	1.03
30	0.187	0.167	1.021	1

SOURCE: Ippolito, 1986, p. 46.

## LAMPIRAN F

### Performance with CDM-600 VS BER and Eb/No



## LAMPIRAN G

