

**PERENCANAAN JARINGAN VSAT TDMA DI
WILAYAH AREA JAYAPURA**

TUGAS AKHIR

Oleh

ARI PRABOWO
06 06 04 229 2



**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

**PERENCANAAN JARINGAN VSAT TDMA DI
WILAYAH AREA JAYAPURA**

TUGAS AKHIR

Oleh

ARI PRABOWO
06 06 04 229 2



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

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

PERENCANAAN JARINGAN VSAT TDMA DI WILAYAH AREA JAYAPURA

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, 10 Juli 2008

Ari Prabowo

NPM 06 06 04 229 2

PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul :

**PERENCANAAN JARINGAN VSAT TDMA DI WILAYAH AREA
JAYAPURA**

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 ujian tugas akhir pada tanggal 8 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai Tugas Akhir pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 10 Juli 2008

Dosen Pembimbing

Hj.Ir Rochmah, M.Eng.Sc

NIP 130 536 625

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Ir. Rochmah N Sukardi Ny MSc

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

Ari Prabowo
NPM 0606042292
Departemen Teknik Elektro

Dosen Pembimbing
I. Ir. Rochmah N Sukardi Ny MSc

**PERENCANAAN JARINGAN VSAT TDMA DI WILAYAH AREA
JAYAPURA**

ABSTRAK

Perkembangan teknologi informasi dan sarana telekomunikasi berkembang sangat cepat seiring dengan kebutuhan akan layanan jasa telekomunikasi bagi pelanggannya. Kecepatan permintaan layanan telekomunikasi sangat cepat, sehingga sangat sulit dipenuhi dengan hanya mengandalkan sistem terestrial yang telah ada, terutama untuk daerah-daerah terpencil yang sulit dijangkau. 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*).

Untuk mengatasi permasalahan diatas maka dilakukan penerapan teknologi VSAT (*Very Small Aperture Terminal*) yang salah satunya menggunakan metode akses TDMA. Dalam kesempatan ini akan dibahas mengenai metode perencanaan VSAT TDMA di wilayah area Jayapura. Perencanaan dilakukan dengan mempertimbangkan aspek teknis dan ekonomis. Selain itu juga diperhitungkan perubahan parameter seperti teknik modulasi, diameter antena, teknik pengkodean yang akan mempengaruhi perhitungan *link budget* keseluruhan.

Kata Kunci : VSAT, TDMA, Perencanaan

Ari Prabowo
NPM 0606042292
Electro Departemen Engineering

Counsellor
I. Ir. Rochmah N Sukardi Ny MSc

**PLANNING OF VSAT TDMA NETWORK IN REGION JAYAPURA
AREA**

ABSTRACT

Development of information technology and supporting facilities for telecommunications grow quickly along with requirement of telecommunications service for its customer. Request of telecommunications service very quickly so that very difficult to complete only relies on terrestrial system which there have, especially for outlying areas which is difficult is reached. Since year 1990, satellite technology viewed as one of technology appropriate to provide adequate solution in some country. One of application from satellite communications technology is VSAT (Very Small Aperture Terminal) network communications.

To overcome that problems by adjusment of VSAT (Very Small Aperture Terminal) technology which one of them is using access method TDMA. In this opportunity will be studied about planning method of VSAT TDMA in Jayapura area. Planning is done with considering economic and technical aspect. Also is considered change of parameter like modulation technique, antenna diameter, encoding technique which will influence link budget calculation.

Keywords : VSAT, TDMA, Planning

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	1
1.3 Perumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi Penulisan	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI SATELIT	4
2.1 Sistem Komunikasi Satelit	4
2.1.1 Konfigurasi Sistem Komunikasi Satelit	4
2.1.2 Komponen Sistem Komunikasi Satelit	5
2.1.2.1 Satelit	5
2.1.2.2 Stasiun Bumi	5
2.1.3 <i>Multiple Acces</i> Pada Sistem Komunikasi Satelit	7

2.1.3.1	<i>Frekuensi Divisoin Multiple Acces</i>	7
2.1.3.2	<i>Time Division Multiple Acces</i>	7
2.1.3.3	<i>Code Division Multiple Acces</i>	9
2.1.4	<i>Parameter Link Budget</i>	9
2.1.4.1	<i>Azimuth dan Elevasi</i>	9
2.1.4.2	<i>Slant Range</i>	10
2.1.4.3	<i>Gain antena</i>	11
2.1.4.4	<i>Effective Isotropic Radiate Power</i>	11
2.1.4.5	<i>Saturated Fluxs Density</i>	12
2.1.4.6	<i>Redaman Hujan</i>	12
2.1.4.7	<i>Redaman Ruang bebas</i>	13
2.1.4.8	<i>Input Backoff dan Output Backoff</i>	13
2.1.4.9	<i>Figure of Merit</i>	14
2.1.4.10	<i>Redaman Attenuator</i>	15
2.1.4.11	<i>Carier to Noise</i>	15
2.1.5	<i>Carier to Noise Required</i>	15
2.1.6	<i>Daya dan Bandwidth</i>	16
2.1.7	<i>Interferensi</i>	16
2.2	<i>FEC Coding Gain</i>	18
2.3	<i>Sistem Komunikasi VSAT</i>	19
2.3.1	<i>Arsitektur Jaringan Komunikasi VSAT</i>	19
2.3.1.1	<i>Jaringan Bintang (Star)</i>	19
2.3.1.2	<i>Jaringan Jala (Mesh)</i>	21
2.4	<i>Sistem Komunikasi ARSA (Adaptif Reservation Slotted Aloha)</i>	22
2.4.1	<i>Random TDMA Slotted Aloha</i>	22

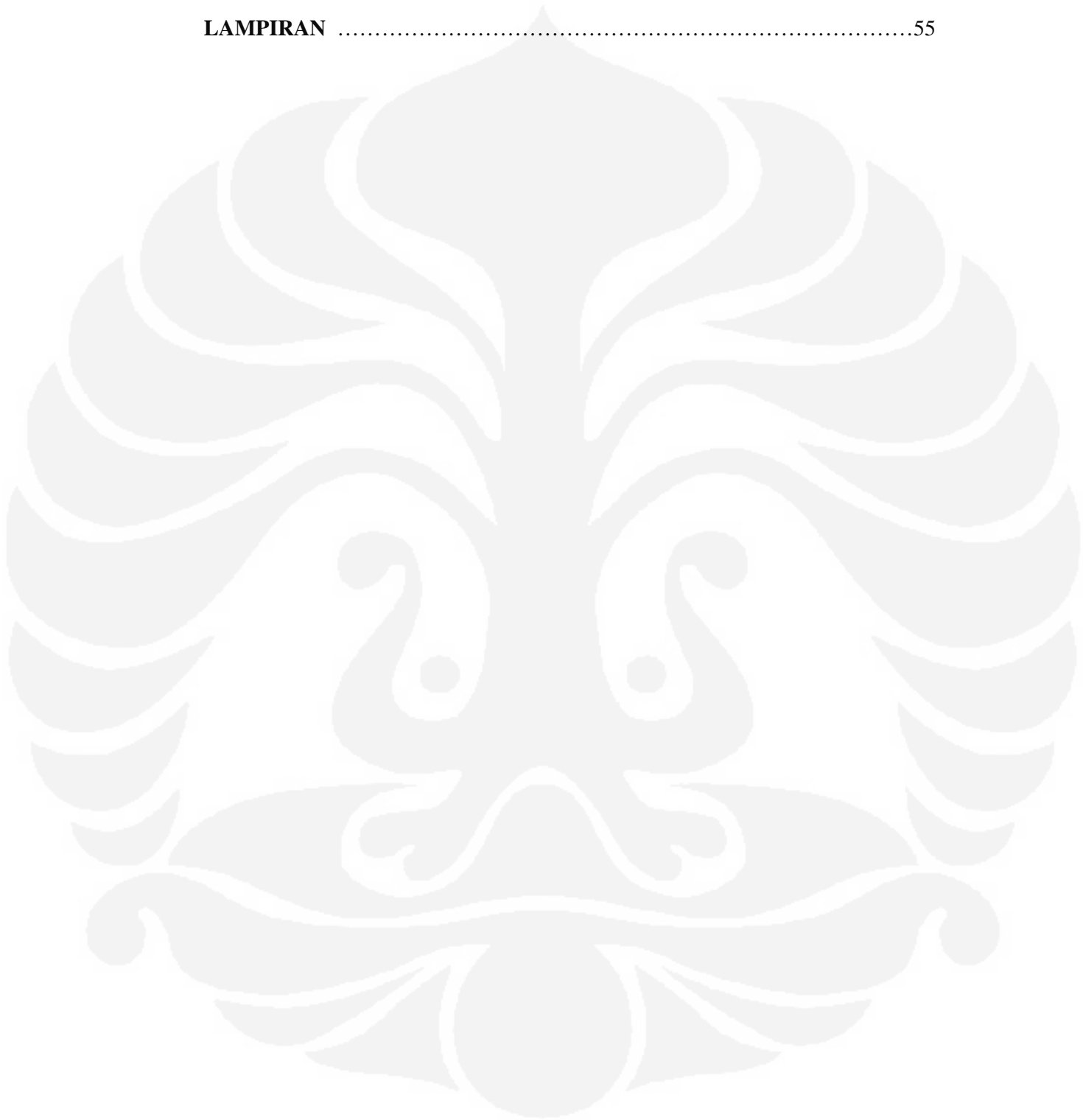
BAB III PERENCANAAN JARINGAN VSAT TDMA DI WILAYAH

	JAYAPURA	23
3.1	<i>Geografis Jayapura</i>	23
3.2	<i>Konfigurasi Jaringan</i>	26
3.3	<i>Diagram Alir Perencanaan Jaringan VSAT</i>	27
3.4	<i>Daerah Perencanaan</i>	28

3.4 Perhitungan <i>Link Budget</i>	28
3.4.1 Perhitungan <i>bandwidth</i>	28
3.4.2 Menentukan (<i>C/N</i>) yang disyaratkan	30
3.4.3 Perhitungan Redaman	30
3.4.3.1 Perhitungan Sudut Elevasi	30
3.4.3.2 Perhitungan Sudut Azimuth	31
3.4.3.3 Perhitungan <i>Slant Range</i>	31
3.4.3.4 Redaman ruang bebas (<i>Lfs</i>)	32
3.4.3.5 Redaman hujan	33
3.4.3.6 Redaman <i>attenuator</i>	34
3.4.3.7 Redaman salah sorot	34
3.4.3.8 Suhu derau perangkat	35
3.5 Interferensi	35
3.6 Menentukan (<i>C/N</i>)	40
3.6.1 Komunikasi <i>inbound</i>	40
3.6.2 Komunikasi <i>outbound</i>	42
3.6.3 Menentukan (<i>C/N</i>)total	43
3.7 Perencanaan Biaya	44
BAB IV PERANCANGAN SIMULASI DAN ANALISIS PERENCANAAN	
JARINGAN VSAT TDMA	46
4.1 Simulasi Perencanaan	46
4.2 Analisis Perencanaan	48
4.2.1 Penggunaan antena <i>remote</i>	48
4.2.2 Penggunaan teknik modulasi	49
4.2.3 Penggunaan <i>FEC</i>	50
4.3 Operasional <i>VSAT TDMA</i>	51
BAB V KESIMPULAN	52
DAFTAR ACUAN	53

DAFTAR PUSTAKA54

LAMPIRAN55



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Konfigurasi sistem komunikasi satelit	4
Gambar 2.2 Konsep dari <i>FDMA</i>	7
Gambar 2.3 Konsep dari <i>TDMA</i>	8
Gambar 2.4 Konsep dari metode <i>CDMA</i>	9
Gambar 2.5 Sketsa Penentuan Redaman Hujan	12
Gambar 2.6 <i>IBO (Input Back Off)</i> dan <i>OBO (Output Back Off)</i>	14
Gambar 2.7 Interferensi antar satelit	17
Gambar 2.8 Konsep <i>inbound</i> dan <i>inbound</i>	20
Gambar 2.9 Jaringan Bintang Satu Arah	20
Gambar 2.10 Jaringan Bintang Dua Arah	21
Gambar 2.11 Jaringan Jala (<i>Mesh</i>)	21
Gambar 2.12 Metode Akses <i>ARSA</i>	22
Gambar 2.13 Proses transmisi data pada <i>Slotted Aloha</i>	23
Gambar 3.1 Peta Jayapura	24
Gambar 3.2 Konfigurasi jaringan yang direncanakan	26
Gambar 3.3 Diagram alir perencanaan jaringan <i>VSAT</i>	27
Gambar 3.4 Interferensi <i>uplink</i> dari sistem satelit yang berdekatan	38
Gambar 3.5 Interferensi <i>downlink</i> dari sistem satelit yang berdekatan	39
Gambar 4.1 Tampilan menu awal perencanaan	46
Gambar 4.2 Menentukan koordinat awal perencanaan	47
Gambar 4.3 Inisialisasi awal perencanaan	47
Gambar 4.4 Grafik pengaruh Diameter antena terhadap <i>Gain</i>	48
Gambar 4.5 Grafik jenis modulasi terhadap <i>C/N</i>	49
Gambar 4.6 Grafik jenis modulasi terhadap <i>Bandwidth</i>	49
Gambar 4.7 Grafik jenis <i>Error Correction</i> terhadap <i>Bandwidth</i>	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Rekomendasi/Kriteria <i>CCIR/ITU</i> untuk perhitungan Interferensi antar satelit	18
Tabel 3.1 Data Pelanggan	28
Tabel 3.2 Asumsi parameter-parameter yang digunakan	29
Tabel 3.3 Koordinat Lokasi	32
Tabel 3.4 Spesifikasi teknis satelit Palapa C-2	36
Tabel 3.5 Spesifikasi teknis stasiun aplikasi <i>SNG</i>	36
Tabel 3.6 Hasil perhitungan <i>Link Budget</i>	44
Tabel 3.7 Perencanaan Pengeluaran Biaya (USD)	44
Tabel 3.8 Perencanaan Pemasukan Biaya (USD)	45
Tabel 4.1 Nilai C/N_{total} dan <i>Gain</i> untuk beberapa ukuran diameter antena <i>VSAT</i>	48
Tabel 4.2 Pengaruh penggunaan teknik modulasi	49
Tabel 4.3 Pengaruh penggunaan <i>FEC</i> terhadap $(C/N)_{total}$ dan kapasitas ...	50

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Intensitas Curah Hujan di Seluruh Dunia	56
Lampiran 2 Tabel <i>Eb/No</i> terhadap <i>BER</i>	57
Lampiran 3 Tabel Redaman Hujan	58
Lampiran 4 Spesifikasi Perangkat Modem	59
Lampiran 5 Spesifikasi <i>LNA</i>	60
Lampiran 6 Data Lokasi Perencanaan	62

DAFTAR SINGKATAN

<i>BER</i>	<i>Bit Error Rate</i>
<i>BW</i>	<i>Bandwith</i>
<i>C/N</i>	<i>Carrier to Noise Ratio</i>
<i>EIRP</i>	<i>Effective Isotropic Radiated Power</i>
<i>Eb/No</i>	<i>Energi Bit per Noise Ratio</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 Amplifier</i>
<i>IBO</i>	<i>Input Back Off</i>
<i>LNA</i>	<i>Low Noise Amplifier</i>
<i>OBO</i>	<i>Output Back Off</i>
<i>RF</i>	<i>Radio Frequency</i>
<i>RX</i>	<i>Receiver</i>
<i>SB</i>	<i>Stasiun Bumi</i>
<i>SFD</i>	<i>Saturated Flux Density</i>
<i>TX</i>	<i>Transmitter</i>
<i>VSAT</i>	<i>Very Small Aperture Terminal</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi informasi dan sarana telekomunikasi berkembang sangat cepat seiring dengan kebutuhan akan layanan jasa telekomunikasi bagi pelanggannya. Beberapa keunggulan yang dimiliki teknologi satelit memberikan alternatif sistem komunikasi yang menarik dan dapat dipercaya keandalannya. 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:

- Daerah jangkauan luas meliputi sepertiga permukaan bumi.
- Dapat mentransmisikan data dalam jumlah besar.
- Biaya pengoperasian jaringan komunikasi *VSAT* lebih murah daripada biaya pengoperasian jaringan komunikasi terrestrial karena pelanggan dapat menyewa peralatannya.

Pada tugas akhir ini direncanakan suatu jaringan *VSAT* untuk jaringan komunikasi data di wilayah area Jayapura. Hasil penelitian dari perancangan jaringan *VSAT* ini yaitu jaringan ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan akan layanan telekomunikasi internal perusahaan khususnya untuk wilayah area Jayapura yang kondisi geografisnya tidak dimungkinkan menggunakan sistem komunikasi terrestrial.

1.2 TUJUAN

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

- Merencanakan jaringan komunikasi *VSAT* yang menggunakan metode akses *TDMA* di wilayah area Jayapura dari segi teknis dan ekonomis.

- Mengkaji kelayakan teknologi VSAT dengan metode akses TDMA untuk dikembangkan di daerah rural seperti Jayapura dan sebagai solusi terhadap tuntutan *costumers* terutama yang berada di daerah terpencil.

1.3 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang penelitian yang dikemukakan di atas, maka masalah yang diteliti dirumuskan sebagai berikut :

- Rencana pergantian sistem VSAT metode akses FDMA dengan metode akses TDMA untuk telekomunikasi di daerah Jayapura.
- Analisis dari perencanaan VSAT dengan metode akses TDMA meliputi kelebihan dan kekurangannya maupun kemungkinan untuk komunikasi di masa mendatang.

1.4 BATASAN MASALAH

Dalam penulisan tugas akhir ini, ruang lingkup pembahasan masalah hanya dibatasi pada :

- Perencanaan VSAT dilakukan pada jaringan komunikasi di PT PERTAMINA UPMS VIII wilayah area Jayapura.
- Data perhitungan diambil dari stasiun bumi PT PATRAKOM dengan *demand* sesuai kebutuhan pelanggan.
- Sistem komunikasi VSAT yang menggunakan satelit Telkom-2 dengan *C-band*.
- Pokok-pokok pembahasan meliputi kapasitas *bandwidth*, *power* yang dibutuhkan untuk memperoleh kualitas yang diinginkan.
- Dalam tugas akhir ini tidak membahas tentang protokol dan *interface* yang digunakan di jaringan.
- Pengkajian teknologi VSAT meliputi segi teknis dan ekonomis dan digunakan untuk aplikasi data dengan kecepatan bervariasi sesuai *demand*.
- Metode akses yang digunakan adalah *TDMA Slotted-Aloha*.

1.5 METODOLOGI PENULISAN

Pembahasan masalah dalam penyusunan tugas akhir ini menggunakan metode studi kepustakaan untuk teori – teori pendukung dan studi kasus/lapangan

dengan cara meninjau kelengkapan, melakukan pengukuran – pengukuran yang diperlukan serta wawancara dan diskusi dengan petugas di lapangan

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Adapun sistematika yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 LANDASAN TEORI SATELIT

Berisi teori tentang sistem komunikasi satelit, sistem komunikasi *VSAT*, propagasi gelombang radio, perhitungan *link budget*, serta metode akses jamak yang terdapat di dalam satelit.

BAB 3 PERENCANAAN JARINGAN VSAT TDMA DI WILAYAH JAYAPURA

Dalam bab ini akan dibahas mengenai perencanaan jaringan *VSAT* di wilayah Provinsi Jayapura berupa perhitungan *bandwidth*, perhitungan kualitas sinyal, dan lain-lain yang merupakan parameter-parameter dalam merencanakan suatu jaringan *VSAT* meliputi aspek teknis dan ekonomis.

BAB 4 PERANCANGAN SIMULASI DAN ANALISIS PERENCANAAN JARINGAN VSAT TDMA

Bagian ini berisikan perancangan simulasi perencanaan dan analisis hasil perencanaan yang telah dilakukan, pengaruh perubahan parameter terhadap hasil perancangan.

BAB 5 KESIMPULAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari permasalahan bab-bab tersebut diatas.

BAB II

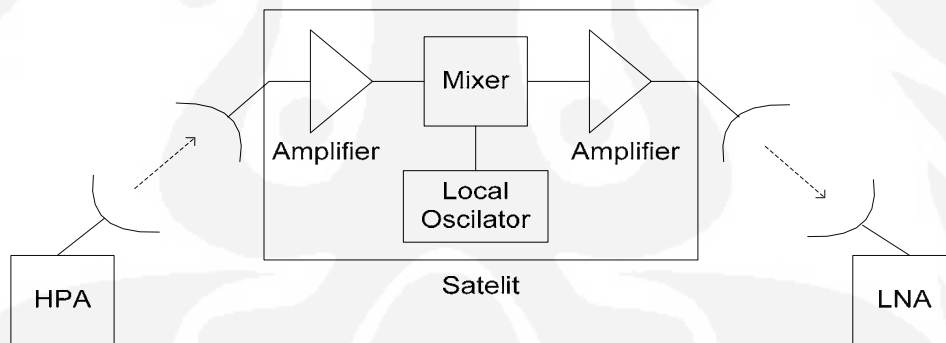
LANDASAN TEORI SATELIT

2.1 SISTEM KOMUNIKASI SATELIT

Satelit adalah benda di angkasa yang bergerak mengelilingi bumi menurut orbit tertentu. Sistem komunikasi satelit dapat dikatakan sebagai sistem komunikasi dengan menggunakan satelit sebagai *repeater*. Satelit berfungsi sebagai *repeater* aktif dimana pada satelit terjadi proses penguatan daya sinyal dan translasi frekuensi

2.1.4 Konfigurasi Sistem Komunikasi Satelit

Secara umum sistem komunikasi satelit tersusun atas dua bagian yaitu ruas angkasa (*space segment*) dan ruas bumi (*ground segment*). Ruas angkasa merupakan satelit yang terletak di orbit bumi sedangkan ruas bumi adalah seluruh perangkat yang berada di stasiun bumi.



Gambar 2.1. Konfigurasi sistem komunikasi satelit [6]

Ditinjau dari daerah cakupannya satelit digolongkan menjadi 3 jenis, yaitu:

➤ *LEO (Low Earth Orbit)*

Satelit ini mengorbit pada ketinggian 500-1500 km dari permukaan bumi. Dengan ketinggian ini, satelit *LEO* memungkinkan 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 dari permukaan bumi. Satelit ini memiliki *coverage* yang lebih sempit dan memiliki *delay* yang lebih kecil dibandingkan *GEO*.

➤ *GEO (Geosynchronous Earth Orbit)*

Satelit ini mengorbit pada ketinggian ± 36000 km dari permukaan bumi. Dengan ketinggian tersebut diperlukan waktu 0.25 detik untuk mentransmisikan sinyal. Satelit ini disebut *Geosynchronous* karena waktu yang dibutuhkan satelit untuk mengitari bumi sama dengan waktu bumi berotasi pada porosnya. *Coverage* satelit ini dapat mencapai 1/3 luas permukaan bumi. Kekurangan satelit ini membutuhkan *power* dan *delay* yang besar untuk mentransmisikan sinyal.

2.1.5 Komponen Sistem Komunikasi Satelit

2.1.5.1 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 (Radio Frequency)* lainnya. Untuk memberikan daya keluaran yang baik, transponder menggunakan suatu sistem penguat seperti *TWTA (Travelling Wave Tube Amplifier)* atau *SSPA (Solid State Power Amplifier)*.

2.1.5.2 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 relatif 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)* 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 penggabungan 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

2.1.3 *Multiple Acces Pada Sistem Komunikasi Satelit*

Kelebihan dari sistem komunikasi satelit yang tidak dipunyai oleh sistem komunikasi lainnya adalah kemampuannya untuk *munghubungkan* semua stasiun bumi bersama-sama baik secara *multidestional* atau *point to point*. Karena satu transponder satelit dapat dipergunakan banyak stasiun bumi secara bersamaan, maka diperlukan suatu teknik untuk mengakses transponder tersebut ke masing-masing stasiun bumi. Teknik ini dinamakan *Satellite Multiple Access* atau metoda akses satelit.

Ada 3 metoda akses yang dipakai untuk komunikasi satelit pada saat ini yaitu :

2.1.3.1 *Frekuensi Division Multiple Access (FDMA)*

Metoda ini merupakan metoda yang paling sederhana dan digunakan sejak adanya satelit komunikasi. Setiap stasiun bumi yang menggunakan metoda *FDMA* atau dikenal *SCPC (Single Channel Per Carrier)* memakai satu atau lebih frekuensi pembawa yang spesifik sepanjang waktu pelayanan. Metoda *FDMA* tidak digunakan untuk pengiriman data berkecepatan rendah tetapi untuk pengiriman data dengan kecepatan di atas 56 kbps. Gambar 2.2 memperlihatkan konsep dari *FDMA*.

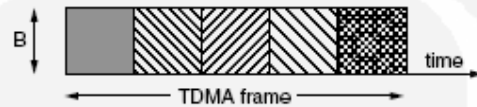


Gambar 2.2. Konsep dari *FDMA* [2]

2.1.3.2 *Time Division Multiple Access (TDMA)*

Pada metoda *TDMA*, sejumlah stasiun bumi menggunakan suatu transponder satelit dengan membagi dalam bidang waktu. Pembagian ini dilakukan dalam selang waktu tertentu, yang disebut kerangka *TDMA (TDMA*

frame). Setiap kerangka *TDMA* dibagi lagi atas sejumlah celah waktu (*time slot*). Informasi dimasukkan dalam *time slot* yang berbeda dan dipancarkan secara periodik dengan selang waktu yang sama. Gambar 2.3 memperlihatkan konsep dari *TDMA*.



Gambar 2.3. Konsep dari *TDMA* [2]

Setiap kerangka *TDMA* terbagi atas beberapa celah waktu, celah waktu tersebut mempunyai struktur yang terdiri dari pre-*amble* *time* dan data bit transmisi.

Dibandingkan dengan metoda akses yang lain, *TDMA* mempunyai beberapa kelebihan, yaitu :

- Sistem pengendalian terpusat oleh stasiun pemandu

Pengendalian dan pengawasan transmisi sinyal pada *TDMA* dilakukan secara terpusat oleh stasiun pemandu. Stasiun pemandu juga berfungsi menentukan waktu transmisi sinyal dari masing-masing stasiun bumi berdasarkan panduan pancaran.

- Perubahan rencana waktu pancar tanpa menghentikan lalu-lintas

Setiap waktu transmisi sinyal ditentukan alokasi dan panjangnya dalam setiap kerangka *TDMA*. Perencanaan penyusunan transmisi sinyal untuk setiap stasiun bumi disebut Rencana waktu pancar (*Burst Time Plan*). Dalam perluasan jaringan dibutuhkan perubahan *Burst Time Plan* seperti pengubahan panjang pancaran atau menambah pancaran baru. Perubahan *Burst Time Plan* dapat dilakukan tanpa menghentikan lalu-lintas yang sedang berlangsung.

- Adanya *Satellite Transponder Hopping*

Dengan adanya penggunaan teknik *Satellite Transponder Hopping* maka memungkinkan sebuah terminal *TDMA* mengirim dan menerima sinyalnya secara bergantian untuk beberapa transponder satellite.

- Penggunaan Teknik *Forward Error Control (FEC)*

Penggunaan *Forward Error Control* dikhususkan pada jalur-jalur yang tidak

dapat memenuhi criteria *Bit Error Rate (BER)* akibat adanya interferensi kanal yang bertambah banyak.

2.1.3.3 Code Division Multiple Access (CDMA)

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 2.4 memperlihatkan konsep dari metoda CDMA.



Gambar 2.4. Konsep dari CDMA [2]

2.1.4 Parameter Link Budget

Perhitungan link dalam sistem komunikasi satelit digunakan untuk menilai kualitas link. Hasil akhirnya memperlihatkan presentase daya dan bandwidth yang digunakan oleh sistem tersebut.

2.1.4.1 Azimuth dan Elevasi

Suatu posisi antena Stasiun Bumi dapat diselesaikan dengan menggunakan sudut *Azimuth* (A) dan sudut Elevasi (E) berdasarkan data posisi lintang (θ_i) dan posisi bujur (θ_L) Stasiun Bumi serta bujur Satelit (θ_s).

Sudut *Azimuth* didefinisikan sebagai sudut yang diukur searah jarum jam dari posisi utara memotong bidang horisontal TMP dan bidang TSO yaitu melewati Stasiun Bumi, Satelit, dan pusat Bumi. Besarnya sudut *Azimuth* adalah berkisar antara 0 sampai 360^0 , tergantung pada lokasi Stasiun Bumi. Sudut *Azimuth* (A) diberikan sebagai berikut :

1. Belahan Bumi Utara

Stasiun Bumi terletak di barat Satelit : $A = 180^0 - A'$ (derajat)

Stasiun Bumi terletak di timur Satelit : $A = 180^0 + A'$ (derajat)

2. Belahan Bumi Selatan

Stasiun Bumi terletak di barat Satelit : $A = A'$ (derajat)

Stasiun Bumi terletak di timur Satelit : $A = 360^0 - A'$ (derajat)

dimana A' merupakan sudut positif berdasarkan gambar elevasi (derajat).

Sudut Elevasi (E) didefinisikan sebagai sudut yang dihasilkan dengan memotong bidang horizontal TMP dan bidang TSO dengan garis pandang antara Stasiun Bumi dan Satelit.

Sudut elevasi(E) dan azimuth(Az) yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$E = \tan^{-1} \left[\frac{\cos \varphi - (R_e / R_e + H)}{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}} \right] \quad (2.1)$$

$$Az = \tan^{-1} \left[\frac{\tan L}{\sin \ell} \right] \quad (2.2)$$

dimana : L = derajat bujur (satelit) – derajat bujur (stasiun bumi)

ℓ = derajat lintang (stasiun bumi)

H = jarak bumi ke satelit (km)

E = sudut elevasi

R_e = jari-jari bumi (km)

$\cos \varphi = \cos L \times \cos \ell$

2.1.4.2 Slant Range

Selain sudut "coverage", sistem link Satelit lain yang penting dan tidak boleh diabaikan adalah *Slant Range* dari Stasiun Bumi ke Satelit. Dimana *range* ini merupakan jarak dari suatu Stasiun Bumi ke Satelit. Rumus perhitungan *slant range* (d) dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{R_e}{R_e + H} \times \cos E \right) \quad (2.3)$$

$$d = \sqrt{(R_e + H)^2 + R_e^2 - 2R_e(R_e + H)\cos \theta} \quad (2.4)$$

dimana :

R_e = jari-jari- Bumi (km)

H = ketinggian Satelit (km)

E = sudut elevasi (derajat)

$$\theta = 90 - E - \alpha$$

2.1.4.3 Gain Antena

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

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

Atau secara logaritmis :

$$G \text{ (dB)} = 20.45 + 20 \log f + 20 \log d + 10 \log \eta \quad (2.5)$$

dimana : η = efisiensi antena

c = kecepatan cahaya

f = frekuensi (GHz)

λ = panjang gelombang (m)

d = diameter antena (m)

2.1.4.4 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 :

$$EIRP_{SB} = P_T G_T$$

atau secara logaritmis :

$$EIRP(\text{dBW}) = 10 \log P_T + 10 \log G_T - 10 \log L_S \quad (2.6)$$

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

G_T = *gain* antena pemancar (dB)

L_S = loss attenuator

EIRP satelit sudah disertakan pada karakteristik satelit yang bersangkutan. Untuk *EIRP* linier ($EIRP_{SB}$ dan $EIRP_{SAT}$), dapat ditulis :

$$EIRP_{SB\text{linier}}(\text{dBW}) = SFD + 10 \log(4\pi d^2) + PAD - IBO_{total} \quad (2.7)$$

$$EIRP_{sat\text{linier}}(\text{dBW}) = EIRP_{sat\text{jenuh}} - OBO_{total} \quad (2.8)$$

2.1.4.5 SFD (Saturated Fluks Density)

SFD adalah daya yang membuat EIRP satelit mencapai titik saturasi yang dilambangkan dengan Φ . 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 : (dengan menggunakan $r = 36000$ km)

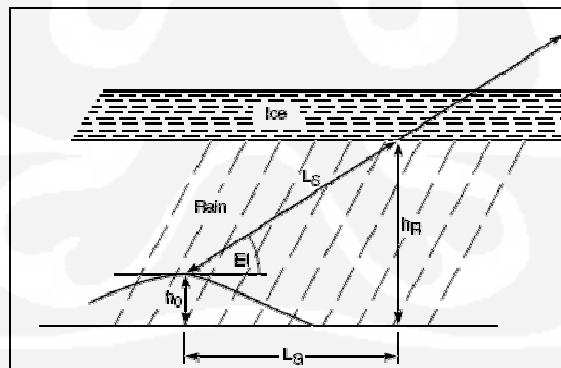
$$\phi(dBW) = EIRP_{SB} - 162,1 - PAD \quad (2.9)$$

dimana : r = jarak antara stasiun bumi ke satelit ≈ 36000 km

PAD = redaman pada feed antena

2.1.4.6 Redaman Hujan

Redaman hujan merupakan redaman yang memiliki pengaruh cukup besar terhadap propagasi gelombang dengan frekuensi diatas 10 GHz. Nilai redaman ini adalah fungsi dari frekuensi dan curah hujan dalam mm/jam, yang dapat dihitung dengan tahap-tahap berikut :



Gambar 2.5. Sketsa Penentuan Redaman Hujan [5]

$$A_{0.01} = axR_{0.01}^b$$

✓ Mencari tinggi atmosfer terjadi hujan, h_r

$$h_r (km) = \begin{cases} 4.0 & 0 < \phi < 36^\circ \\ 4.0 - 0.075(\phi - 36) & \phi \geq 36^\circ \end{cases} \quad (2.10)$$

- ✓ Mencari panjang lintasan hujan, L_s untuk sudut elevasi antena $\geq 10^\circ$

$$L_s (km) = \frac{(h_r - h_s)}{\sin \theta} \quad (2.11)$$

- ✓ Panjang proyeksi lintasan hujan arah horizontal:

$$L_G (km) = L_s \cos \theta \quad (2.12)$$

- ✓ Faktor reduksi lintasan hujan pada prosentasi waktu 0,01%

$$r_{0,01} = \frac{1}{1 + 0.045L_G} \quad (2.13)$$

Redaman hujan efektif untuk persen waktu 0,01 % adalah:

$$L_{HUJAN} = aR_{0,01}^b \cdot L_s \cdot r_{0,01} \quad (2.14)$$

Untuk persentase curah hujan lainnya dapat diestimasi dengan persamaan sebagai berikut:

$$A_{Rain}(p) = A_{Rain}(p = 0,01) \times 12 p^{-(0,546+0,043 \log p)} \quad (2.15)$$

2.1.4.7 Redaman Ruang Bebas (*Path Loss*)

Redaman ruang bebas merupakan hilangnya daya yang dipancarkan pada ruang bebas saat pemancaran sehingga tidak seluruh daya dapat diterima oleh antena penerima. Besar redaman ini dapat ditulis sebagai berikut :

$$L(dB) = \left(\frac{4\pi fr}{c} \right)^2$$

atau secara logaritmis :

$$L(dB) = 92.45 + 20 \log d + 20 \log f \quad (2.16)$$

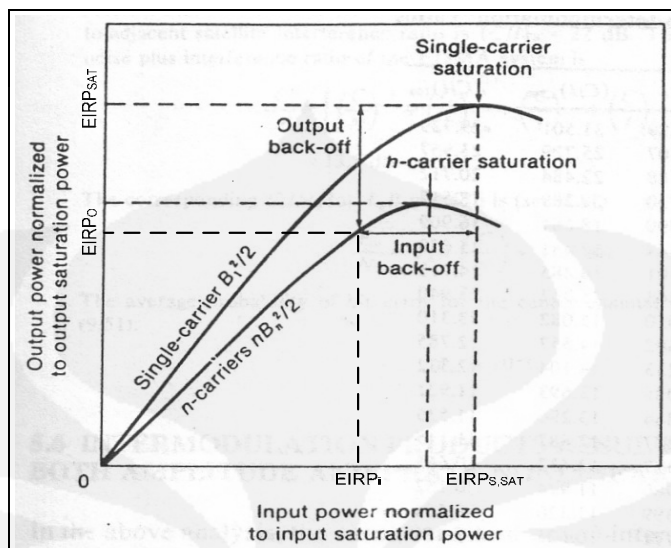
dimana : c = kecepatan cahaya

d = jarak antara stasiun bumi ke satelit (km)

f = frekuensi up/down converter (GHz)

2.1.4.8 *IBO (Input Back Off) dan OBO (Output Back Off)*

IBO merupakan pengurangan daya masukan penguat daya pada transponder agar titik kerja menjadi linier. Sedangkan *OBO* merupakan penguatan daya keluaran yang disebabkan oleh daya masukan dari *IBO*.



Gambar 2.6. IBO (Input Back Off) dan OBO (Output Back Off) [5]

2.1.4.9 Figure of Merit (G/T)

Figure of Merit (G/T) biasanya digunakan untuk menunjukkan performansi antena Stasiun Bumi dan LNA dalam hubungan sensitifitas *carrier down link* yang diterima dari Satelit. Parameter G merupakan *gain* antena penerima yang menunjukkan *input LNA*, sedangkan parameter T didefinisikan sebagai temperatur *noise* sistem Stasiun Bumi yang juga merupakan *input LNA*.

- Persamaan T untuk HUB dan VSAT Receiver dirumuskan

$$T = \left(\frac{T_a}{L_{att}} \right) + \left(T_f - \frac{T_f}{L_{att}} \right) + T_{e,rx} \quad (2.17)$$

$$T_a = \frac{300}{red.hujan} + 275 \left(1 - \frac{1}{red.hujan} \right) + 10$$

dimana : $T_f = 290^0$ K

$T_{e,rx}$ = temperatur noise perangkat : 40^0 K

L_{att} = *loss attenuator*

- Nilai T yang didapat digunakan untuk menghitung G/T sebagai berikut:

$$G/T_{HUB/VSAT} = (G_{HUB/VSAT} - (L_r + L_{attenuator})) - 10 \log (T) \quad (2.18)$$

dimana : L_r = Redaman salah sorot *transmitter/receiver* yang dirumuskan :

$$L_{t,r} = 12 \left(\frac{\theta_{t,r}}{\theta_{3dB}} \right)^2 \quad (2.19)$$

$$\text{dimana : } \theta_{3dB} = 70 \cdot \frac{\lambda}{D}$$

2.1.4.10 Redaman Attenuator

Rugi-rugi saluran akan terjadi dalam hubungan antara antenna penerima dan sifat - sifat penerima. Seperti rugi-rugi dalam penghubung *waveguide*, *filter*, dan *coupler*. Rugi - rugi ini sering disebut dengan '*receiver feeder losses*' (RFL). Pada dasarnya [RFL] ini akan ditambahkan dalam [FSL] sebelumnya. Rugi-rugi yang sama akan terjadi dipengaruhi oleh loss dari feeder, konektor duplexer dan filter yang menghubungkan antenna pengirim dan keluaran *High Power Amplifier* (HPA). Dirumuskan dengan persamaan :

$$Attenuator_{total} = loss\ feeder + loss\ konektor + loss\ duplexer + loss\ filter\ (dB) \quad (2.20)$$

2.1.4.11 Carrier to Noise (C/N)

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

$$C/N_{up}\ (dB) = EIRP_{SB} - L_{up} + G/T_{SAT} - K - 10 \log B_n \quad (2.21)$$

$$C/N_{down}\ (dB) = EIRP_{SAT} - L_{down} + G/T_{SB} - K - 10 \log B_n \quad (2.22)$$

Dimana : L = redaman yang terjadi

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

$$C/N_{total}\ (dB) = 10 \log \frac{1}{\left(\frac{C}{N}\right)_{up}^{-1} + \left(\frac{C}{N}\right)_{down}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)^{-1}} \quad (2.23)$$

2.1.5 Carrier to Noise Required

Carrier to noise required merupakan faktor untuk menentukan kualitas link. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut :

$$C/N_{req}(dB) = \left(\frac{Eb}{No} \right)_{req} (dB) + \frac{N}{1+\alpha} \quad (2.24)$$

Nilai Eb/No diperoleh dari harga BER sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan pada jaringan VSAT. Nilai dapat dibaca pada grafik, sehingga :

$$C/N_{total}(dB) = (C/N)_{req}(dB) + margin(dB) \quad (2.25)$$

Dimana : Eb/No = perbandingan energi tiap bit terhadap *noise* temperatur

N = kecepatan symbol modulasi

α = *Roll off factor*

2.1.6 Daya dan Bandwidth

Perhitungan daya dan *bandwidth* untuk suatu carrier ditentukan dari besarnya bit informasi yang dikirim. Hal ini dapat ditulis sebagai berikut :

$$Bandwidth = \frac{R_{info}}{FEC} \left(\frac{1+\alpha}{N} \right) \quad (2.26)$$

dimana : R_{info} = *bit rate* informasi

FEC = *Forward Error Correction*

Maka % *BW* untuk setiap carriernya pada 1 transponder dapat ditulis :

$$\% BW / carrier = \frac{BW_{info} (KHz)}{BW_{xponder} (KHz)} \times 100 \% \quad (2.27)$$

dimana : 1 transponder = 36 MHz

$$\% Power / carrier = 10^{-(linkcalculation/10)} \times 100 \% \quad (2.28)$$

$$Link\ calculation = EIRP_{satlinier} - EIRP_{satoperasi} \quad (2.29)$$

2.1.7 Interferensi

Interferensi merupakan energi frekuensi radio yang tidak diinginkan yang berasal dari sumber interferensi yang timbul pada penerima (*receiver*). Pada jaringan VSAT terdapat dua tipe interferensi, yaitu :

1) *Self Interference*

- *Co-channel interference* merupakan kerugian dari penggunaan pengulangan frekuensi yang bertujuan meningkatkan kapasitas dari system karena *bandwidth* system yang terbatas. *Interferensi co-channel* berasal dari isolasi yang tidak sempurna antar beam pada satelit dan juga

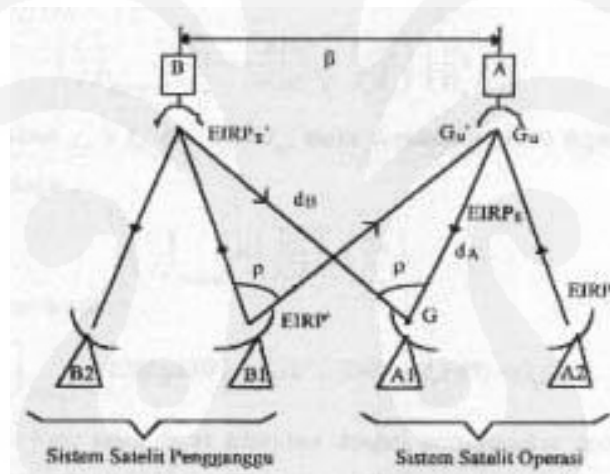
disebabkan oleh ketidak sempurnaan isolasi antara pengulangan polarisasi orthogonal pada frekuensi yang sama.

- *Adjacent Channel Interference* merupakan interferensi yang berasal dari daya *carrier* penginterferensi terhadap sinyal yang diinginkan yang diterima oleh stasiun bumi.

2) *External Interference*

- Interferensi dari sistem terestrial
- Interferensi dari sistem satelit yang berdekatan

Untuk menganalisa interferensi ke atau dan sistem Satelit yang berdekatan maka perlu mempertimbangkan link Satelit dan interferensi antara dua sistem Satelit A dan B. Untuk lebih jelasnya sistem tersebut dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.7. Interferensi antar satelit [6]

Asumsi : jika A sebagai sistem Satelit yang tetap dan B sebagai sistem Satelit yang dekat dengan A. selanjutnya *link* Satelit antara stasiun Bumi A2 dan stasiun Bumi Ai dipengaruhi oleh dua sumber interferensi (sinyal interferensi *up link* dari Stasiun Bumi Bi dan sinyal interferensi *down link* dari Satelit B). Maka total *ratio carrier* terhadap interferensi karena dua sumber interferensi ini menggambarkan interferensi yang dibangkitkan oleh sistem Satelit B ke sistem Satelit A.

Persamaan *Carrier to Interference* dirumuskan :

- Untuk link *uplink*

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{up} = EIRP_{VSAT_w} - EIRP_{VSAT_i} + G_{T_i,max} - 32 + 25 \log \theta + 10 \log Bi \quad (2.30)$$

- Untuk link *downlink*

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{down} = EIRP_{SL_w,max} - EIRP_{SL_i,max} + 10 \log Bi + G_{Rx,max_VSAT} - 32 + 25 \log \theta \quad (2.31)$$

Maka dapat dihitung nilai $\left(\frac{C}{I}\right)_{Total}$ sistem yaitu sebagai berikut:

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{Total}^{-1} = \left(\frac{C}{I}\right)_{Inbound}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_{Outbound}^{-1} \quad (2.32)$$

Tabel 2.1. Rekomendasi/Kriteria *CCIR/ITU* untuk perhitungan Interferensi antar satelit [13]

		CARIER PENGANGGU			
		DIGITAL	TV-FM	SCPC-FM	FDM-FM
CARIER TERGANGGU	DIGITAL	C/I=C/N+12.2 db	C/I=C/N+12.2 db	C/I=C/N+12.2 db	C/I=C/N+12.2 db
	TV-FM	C/I=C/N+14.0 db	C/I=C/N+14.0 db	C/I=C/N+14.0 db	C/I=C/N+14.0 db
	SCPC-FM	C/I=C/N+14.0 db	C/I=C/N+14.0 db	C/I=C/N+14.0 db	C/I=C/N+14.0 db
	FDM-FM	C/I=C/N+14.0 db	C/I=C/N+14.0 db	C/I=C/N+14.0 db	C/I=C/N+14.0 db

2.2 FEC-CODING GAIN

FEC atau *Forward Error Correction* adalah metode pengontrolan kesalahan yang menggunakan penambahan bit lebih pada transmisi sinyal bilamana terjadi kesalahan di tengah-tengah pengiriman sehingga nantinya di akhir pengiriman kesalahan tersebut dapat diperbaiki.

FEC ini berhubungan dengan *BER*, dimana *BER* merupakan besar probabiliti error yang menentukan kinerja suatu modulator digital. Nilai *BER* merupakan fungsi energi tiap bit informasi per *carrier* (E_b) dan noise (N_o), dimana E_b/N_o adalah hasil dari *carrier to noise* (C/N) dan *noise bandwidth to bit ratio* atau dapat ditulis :

$$BER = f(Eb/No)$$

$$\frac{Eb}{No} = \frac{C}{N} \times \frac{BW}{R} \quad (2.33)$$

2.3 SISTEM KOMUNIKASI VSAT

Istilah *VSAT (Very Small Aperture Terminal)* atau dikenal sebagai Sistem Komunikasi Stasiun Bumi Mikro (SKSBM) secara sederhana dapat diartikan sebagai beberapa buah stasiun bumi dengan diameter antena kecil (1,8-3.5 m) yang letaknya secara geografis berjauhan dan mempunyai stasiun utama (*Hub Station*) sebagai pengawas dan pengatur jaringan.

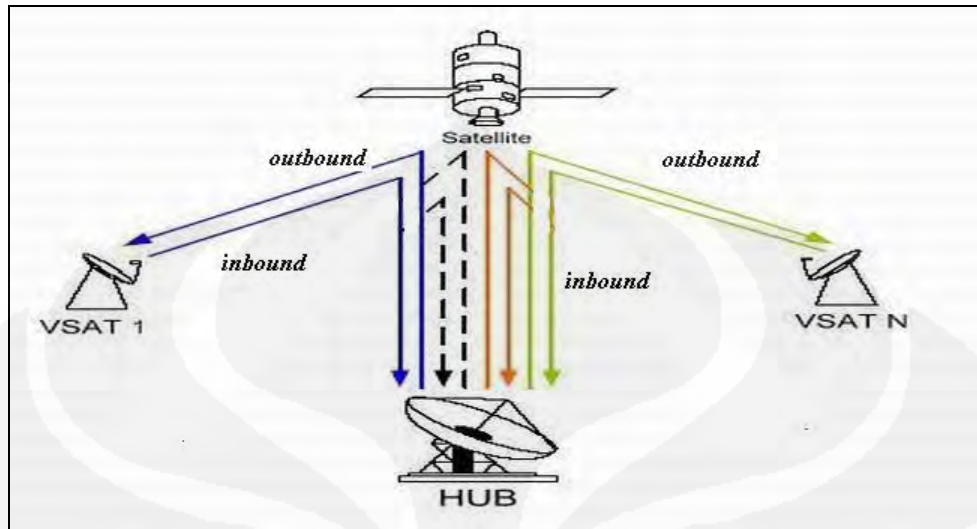
Perangkat jaringan komunikasi *VSAT* yang mudah dan cepat dipasang tidak hanya dapat memberikan transmisi data yang berkualitas tinggi tetapi juga fleksibel dalam pengembangan jaringan. Digunakan satelit geostasioner menyebabkan jaringan komunikasi *VSAT* mempunyai daerah jangkauan yang luas dan tidak perlu melacak arah pergerakan satelit sehingga biaya operasional dan perawatan menjadi rendah. Dengan berbagai kelebihan jaringan komunikasi *VSAT* dapat memberikan solusi pada kebutuhan komunikasi data yang semakin meningkat saat ini.

2.3.1 Arsitektur Jaringan Komunikasi VSAT

Antar stasiun *VSAT* terhubung dengan satelit melalui frekuensi radio (RF). Hubungan (*link*) dari stasiun *VSAT* ke satelit disebut *uplink*, sedangkan *link* dari satelit ke stasiun *VSAT* disebut *downlink*. Jaringan *VSAT* menggunakan satelit geostasioner, yang memiliki orbit pada bidang *equator* dengan ketinggian ± 36000 km diatas permukaan bumi.

2.3.1.1 Jaringan Bintang (*Star*)

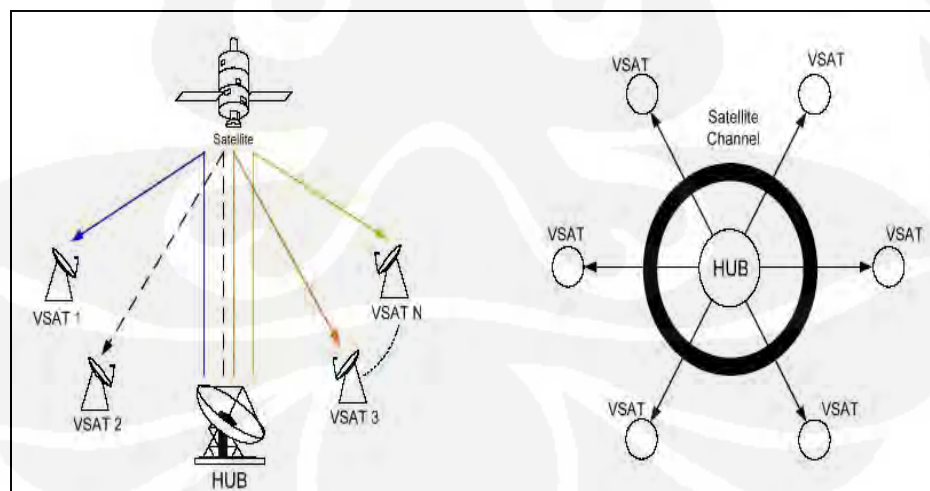
Stasiun hub digunakan sebagai stasiun pusat yang terhubung dengan seluruh stasiun *VSAT*. Hubungan (*link*) yang berasal dari stasiun hub ke stasiun *VSAT* disebut *outbound*, sedangkan link dari *VSAT* menuju stasiun hub disebut *inbound*. Jaringan bintang dapat digunakan untuk komunikasi satu arah (*one-way*) ataupun dua arah (*two-way*).



Gambar 2.8. Konsep *inbound* dan *inbound* [2]

➤ **Jaringan Bintang Satu Arah**

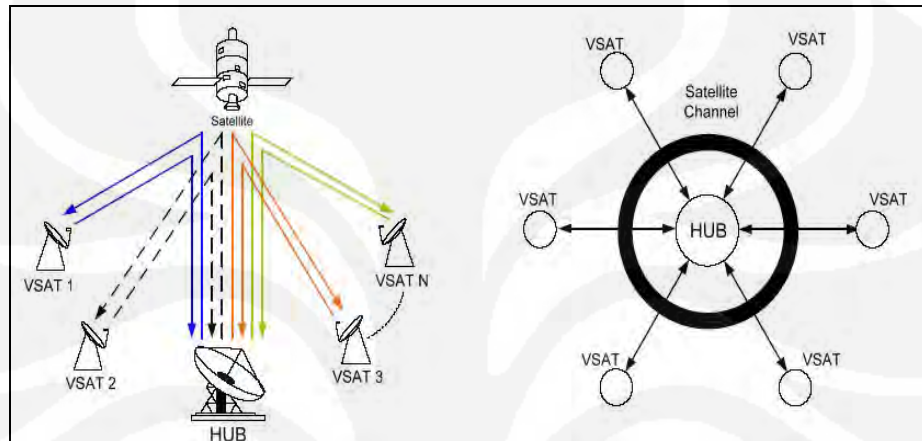
Jaringan bintang satu arah umumnya digunakan oleh perusahaan yang memiliki cabang-cabang yang tersebar secara geografis. Stasiun hub hanya berfungsi untuk mengirimkan informasi ke seluruh stasiun VSAT (*broadcast*). Contoh aplikasi jaringan ini antara lain : penyiaran (*broadcast*) TV, pelatihan jarak jauh, dll.



Gambar 2.9. Jaringan Bintang Satu Arah [2]

➤ Jaringan Bintang Dua Arah

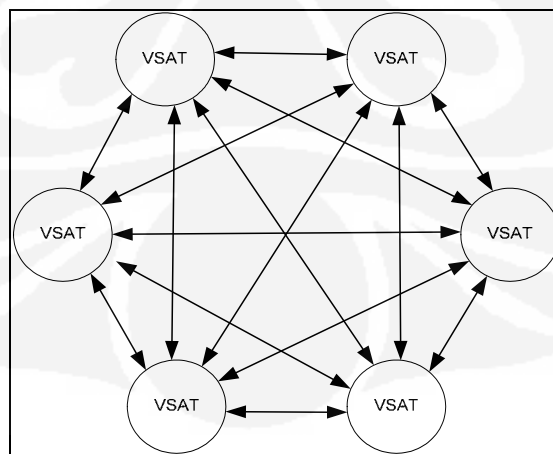
Jaringan bintang dua arah memungkinkan stasiun hub dapat mengirimkan dan menerima informasi dari stasiun VSAT. Tipe ini digunakan untuk trafik yang besar dan bersifat interaktif. Contoh penerapan jaringan ini antara lain pada transaksi antar bank, *ATM (Automatic Teller Machine)*, *E-mail*, *low rate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



Gambar 2.10. Jaringan Bintang Dua Arah [2]

2.3.1.2 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.

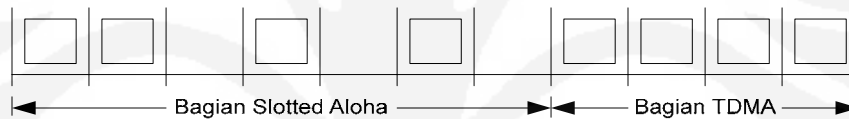


Gambar 2.11. Jaringan Jala (*Mesh*) [2]

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 SISTEM KOMUNIKASI ARSA (*Adaptif Reservation Slotted Aloha*)

Jaringan komunikasi VSAT di Indonesia menggunakan metode akses gabungan antara TDMA dan *Slotted Aloha* atau lebih dikenal dengan ARSA (*Adaptive Reservation Slotted Aloha*). Pada metode akses gabungan ini, dalam suatu *returnlink data frame* terdapat beberapa time slot menggunakan metode pengaksesan *Slotted Aloha* dan sebagian lainnya menggunakan metode pengaksesan TDMA dimana jumlah time slot tersebut diatur dan disesuaikan dengan besarnya lalu lintas data.

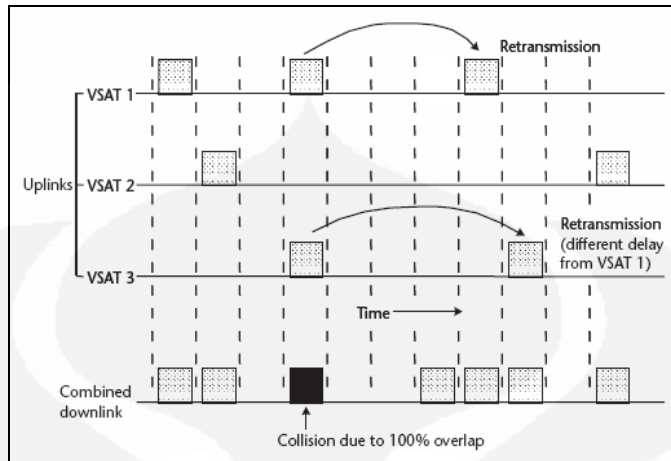


Gambar 2.12. Metode Akses ARSA [6]

Prosesor utama (*Host Processor*) dan perangkat lunak (*software*) di stasiun hub memantau kondisi lalu lintas data pada suatu *community*, untuk menentukan berapa besarnya grup time slot yang mempergunakan metode pengaksesan TDMA maupun *Slotted Aloha*. Selain itu stasiun hub juga dapat menentukan apakah suatu *remote station* memakai metode akses TDMA atau *Slotted Aloha*. Penggunaan metode akses ARSA dapat memberikan hasil yang efisien pada kondisi lalu lintas data yang tinggi maupun rendah.

2.4.1 *Random TDMA Slotted Aloha*

Pada *random TDMA*, disebut juga *Aloha* terdapat dua mode, yaitu *Unslotted Aloha (pure aloha)* dan *Slotted Aloha*. Dengan *Pure Aloha*, VSAT dapat mengirimkan pesan kapan saja, dengan kata lain tidak butuh sinkronisasi. Pada *Slotted Aloha* yang digunakan pada perancangan ini memerlukan sinkronisasi waktu diantara VSAT di jaringan. Paket hanya dapat dikirim ulang (*retransmisi*) dalam suatu periode dari tiap time slot.



Gambar 2.13. Proses transmisi data pada *Slotted Aloha* [6]

Gambar diatas memperlihatkan urutan proses transmisi dari protokol *Slotted Aloha*, yaitu tabrakan dari paket dalam time slot yang sama dan retransmisi dari paket setelah waktu delay acak. Dengan *Slotted Aloha*, VSAT mengirimkan paket dalam *time slot*, yang artinya terjadi sinkronisasi tetapi tidak dikoordinasi dalam arti ketika mengirimkan paket pada *time slot* yang diberikan, tidak peduli walaupun ada VSAT lain mengirimkan paket atau tidak pada *time slot* yang sama.

Setiap *carrier* ditransmisikan dalam kondisi *bursty* dengan durasi sama dengan *time slotnya*. Setiap *burst carrier* membawa sebuah paket data. Sinkronisasi diantara VSAT berasal dari sinyal yang ditransmisikan oleh stasiun *HUB* dan diterima pada *link outbound*. Pengiriman paket dimulai dengan sebuah *message/* pesan yang dibangkitkan oleh terminal *user* yang kemudian diteruskan ke VSAT. Panjang dari pesan dapat tidak sama dengan panjang paketnya. Jika terlalu kecil, maka *message* tersebut ditambahkan *dummy bit* (bit kosong). Jika terlalu besar, maka harus dibawa melalui beberapa paket.

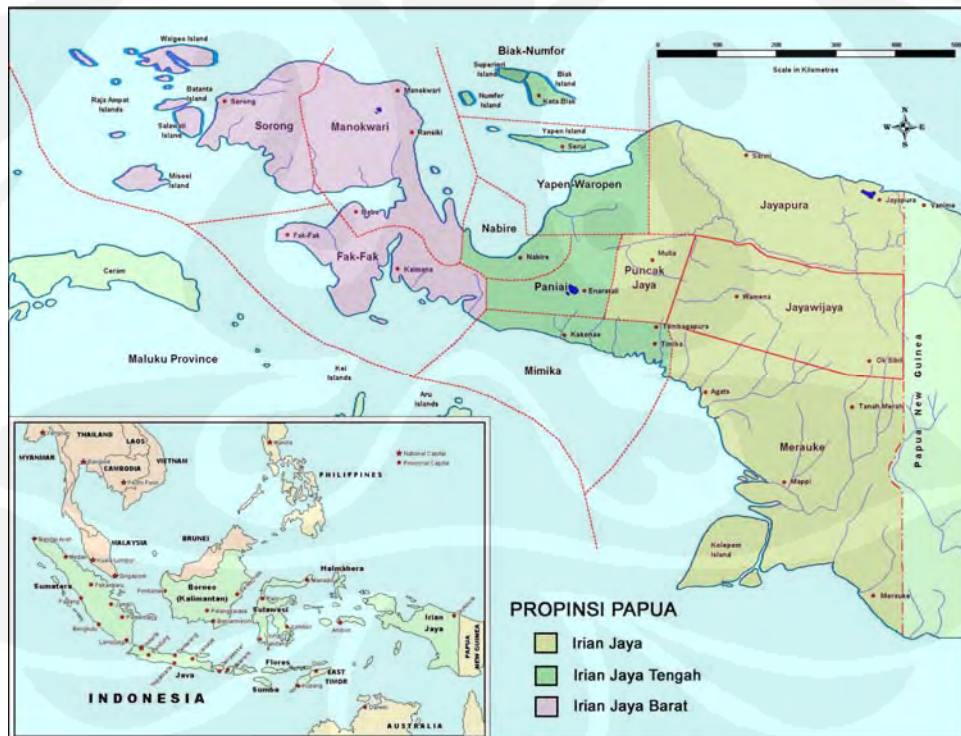
BAB III

PERENCANAAN JARINGAN VSAT TDMA DI WILAYAH JAYAPURA

3.1 GEOGRAFIS JAYAPURA

Secara geografis Kota Jayapura terletak di bagian Utara Provinsi Papua pada kordinat 1°28' 17,26" - 3°58' 0,82" Lintang Selatan (LS) dan 137°34' 10,6" - 141°0' 8,22" Bujur Timur (BT), yang berbatasan langsung dengan :

- Sebelah Barat berbatasan dengan Distrik Sentani dan Depapre Kabupaten Jayapura;
- Sebelah Timur berbatasan dengan Negara Papua New Guinea;
- Sebelah Utara berbatasan dengan Lautan Pasifik;
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Distrik Arso Kabupaten Keerom.



Gambar 3.1. Peta Jayapura [10]

Topografi daerah cukup bervariasi, mulai dari dataran rendah hingga landai dan berbukit / gunung 700 meter di atas permukaan air laut. Kota Jayapura dengan luas wilayah 94.000 Ha terdapat \pm 30% tidak layak huni, karena terdiri dari perbukitan yang terjal, rawa-rawa dan hutan lindung dengan kemiringan 40% bersifat konservasi dan hutan lindung. Secara fisik selain daratan juga terdiri dari rawa (146.575 ha) yang tersebar di beberapa wilayah. Sungai yang melintas di kabupaten Jayapura terdiri dari 21 buah, sebagian besar menuju ke pantai utara (samudra pasifik) yang pada umumnya sangat tergantung dengan fluktuasi air hujan.

Iklm di wilayah kabupaten Jayapura adalah tropis, dengan temperatur rata-rata 25 - 35 derajat Celcius, di daerah pantai temperatur 26 derajat, sedangkan di daerah pedalaman temperaturnya bervariasi sesuai ketinggian dari permukaan laut. Perbedaan musim hujan dan musim kering hampir tidak ada, karena pengaruh angin. Pada bulan Mei - Nopember angin bertiup dari tenggara yang kurang mengandung uap air, sedangkan bulan Desember - April bertiup angin musim barat laut yang banyak mendatangkan hujan. Curah hujan berkisar antara 1500 - 6000 mm/tahun. Dengan jumlah hari hujan dalam setahun rata-rata 159 - 229 hari, curah hujan tertinggi terjadi di pesisir pantai utara sedangkan terendah di daerah pedalaman (sekitar wilayah Kemtuk Gresi - Nimboran). Kelembaban udara rata-rata bervariasi antara 79% - 81% di lingkungan perkotaan sampai daerah pinggiran kota keadaan iklim seperti ini sangat menunjang bidang pertanian dan peternakan.

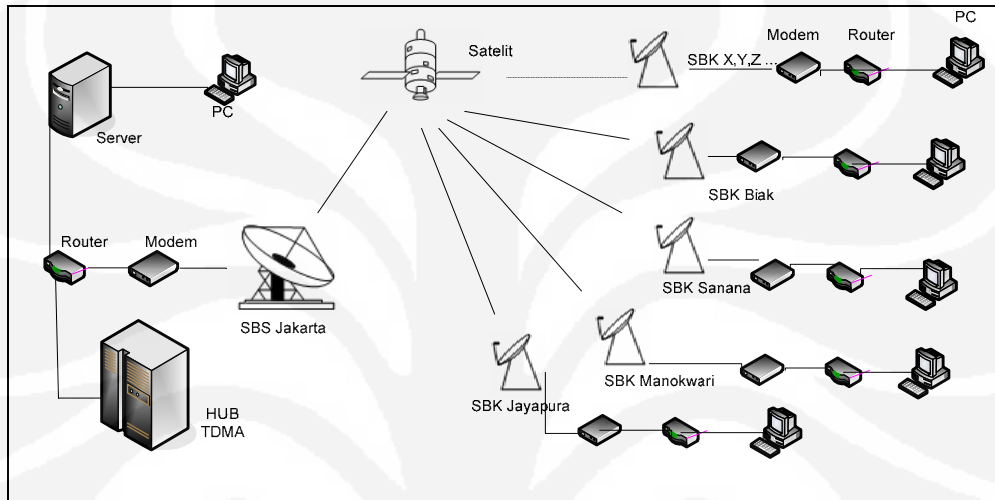
Penduduk Kota Jayapura adalah penduduk heterogen yang terdiri dari bermacam-macam suku yang ada di Indonesia. Jumlah Penduduk Kota Jayapura tahun 2005 adalah 218.027 jiwa dengan laju pertumbuhan 4,10 % per tahun (2002 - 2005).

Luas wilayah Kota Jayapura 940 Km² atau 94.000 ha atau 0,23% dari luas seluruh daerah Provinsi Papua yang terdiri dari 4 (empat) Distrik yaitu Distrik Jayapura Utara, Jayapura Selatan, Abepura dan Muara Tami yang terdiri dari 11 Kampung (dulu Desa) dan 20 Kelurahan. Sebagian lahan di Kota Jayapura adalah merupakan hutan yaitu seluas 4.967 ha. Kesesuaian lahan untuk pembangunan di

Kota Jayapura dikelompokkan ke dalam Kawasan Budidaya (14.220 Ha) dan Kawasan Non Budidaya (79.780 Ha) serta pemukiman dan lain-lain.

3.2 KONFIGURASI JARINGAN

Dalam perencanaan jaringan ini digunakan topologi *star* seperti pada gambar 3.2 di bawah ini karena trafik rendah dan lebih ekonomis.



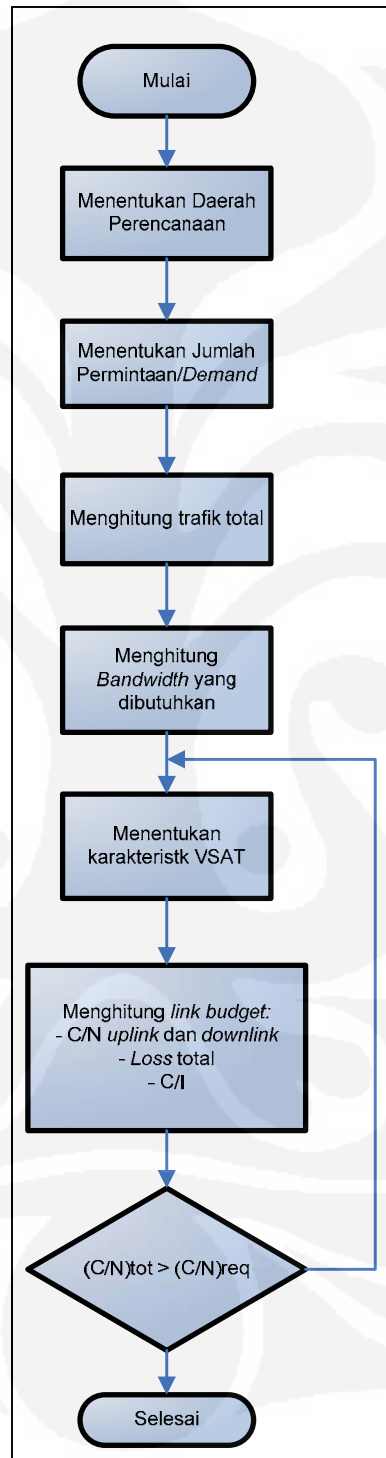
Gambar 3.2. Konfigurasi jaringan yang direncanakan

Berikut adalah spesifikasi satelit TELKOM-2 yang digunakan dalam perencanaan sebagai berikut [11]:

Posisi	: 118 ° BT	<i>EIRP</i>	: 39 dBW
<i>Frequency</i>	: 6.125 GHz (<i>uplink</i>)	<i>G/T</i>	: -1 dB/° K
	4.12 GHz (<i>downlink</i>)	<i>IBO/OBO</i>	: 3/2.5
<i>RF Power</i>	: 39 Watt	<i>SFD</i>	: -92 dBW/m ²
Diameter antena	: 2 meter	<i>PAD</i>	: 0

3.3 DIAGRAM ALIR PERENCANAAN JARINGAN VSAT

Pada gambar 3.3 diperlihatkan tahapan perencanaan jaringan VSAT.



Gambar 3.3. Diagram alir perencanaan jaringan VSAT

3.4 DAERAH PERENCANAAN

Daerah yang dianalisis pada tugas akhir ini adalah daerah yang di Wilayah area Jayapura yang didapat dari PT PATRAKOM. Berikut adalah daftar permintaan pelanggan PT Pertamina yang disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan.

Tabel 3.1. Data Pelanggan

No	Lokasi	Rate in/out	Trough
1	UPMS VIII Depot Biak	64/64	40%
2	UPMS VIII Depot Jayapura	64/64	40%
3	UPMS VIII Depot Bula	64/64	40%
4	UPMS VIII Depot Dobo	64/64	40%
5	UPMS VIII Depot Fak Fak	64/64	40%
6	UPMS VIII Depot Kaimana	64/64	40%
7	UPMS VIII Depot Labuha	64/64	40%
8	UPMS VIII Depot Manokwari	64/64	40%
9	UPMS VIII Depot Masohi	64/64	40%
10	UPMS VIII Depot Merauke	64/64	40%
11	UPMS VIII Depot Nabire	64/64	40%
12	UPMS VIII Depot Namlea	64/64	40%
13	UPMS VIII Depot Sanana	64/64	40%
14	UPMS VIII Depot Saumlaki	64/64	40%
15	UPMS VIII Depot Serui	64/64	40%
16	UPMS VIII Depot Sorong	128/128	40%
17	UPMS VIII Depot Ternate	128/128	40%
18	UPMS VIII Depot Tobelo	128/128	40%
19	UPMS VIII Depot Tual	128/128	40%

Berdasarkan data permintaan diatas maka dapat dihitung jumlah trafik total untuk *inbound* dan *outbound* sebagai berikut:

- 15 lokasi x 64 kbps = 960 kbps
- 4 lokasi x 128 kbps = 512 kbps

Maka Total trafik adalah = $960 + 512 = 1472$ kbps

3.4 PERHITUNGAN LINK BUDGET

3.4.1 Perhitungan *Bandwidth*

Parameter yang diperlukan seperti bit informasi, FEC dan lain-lain.

Tabel 3.2. Asumsi parameter-parameter yang digunakan

Parameter	Spesifikasi
Modulasi	QPSK
<i>Data rate voice/kanal</i>	64 kbps atau 128 kbps
FEC	3/4
Margin	4 dB

➤ Untuk komunikasi *inbound*

Secara teori, akses *TDMA Slotted Aloha* menghasilkan *throughput* maksimal 36% [3]. Namun dalam perencanaan kali ini *throughput* yang terjadi diasumsikan sekitar 40% sehingga didapatkan kalkulasi sebagai berikut :

$$\text{Bit rate bersih yang diterima} = 1472 \text{ kbps} \times 40\% = 589 \text{ kbps}$$

- Modulasi : QPSK (N=2)
- FEC : 3/4
- *Roll of factor* : 20 %

Maka *bandwidth* yang dibutuhkan :

$$BW_{oc} = \frac{R(1 + \alpha)}{(N \times FEC)} = \frac{589 \times (1 + 0.2)}{(2 \times 3/4)} = 471,2 \text{ KHz}$$

$$BW \text{ dengan } guardband = 471,2 \times 1,2 = 565,44 \text{ KHz}$$

$$BW_{inbound} = 565,44 \text{ KHz}$$

➤ Untuk komunikasi *outbound*

- kecepatan informasi : 589 kbps
- modulasi : QPSK (N=2)
- FEC : 3/4
- *Roll of factor* : 20%

Maka *bandwidth* yang dibutuhkan :

$$BW_{oc} = \frac{R(1 + \alpha)}{(N \times FEC)} = \frac{589 \times (1 + 0.2)}{(2 \times 3/4)} = 471,2 \text{ KHz}$$

$$BW \text{ dengan } guardband = 471,2 \times 1,2 = 565,44 \text{ KHz}$$

$$BW_{outbound} = 565,44 \text{ KHz}$$

$$\begin{aligned} \text{Bandwidth occupied} &= BW_{inbound} + BW_{outbound} \\ &= 565,44 \text{ KHz} + 565,44 \text{ KHz} \end{aligned}$$

$$= 1130,88 \text{ KHz}$$

Bandwidth allocation = BW total yang dibutuhkan x *guard band*

$$= 1130,88 \text{ KHz} \times 1,2$$

$$= 1357,06 \text{ KHz}$$

Persentase *bandwidth* yang dibutuhkan :

$$\% \text{ BW/carrier 1 transponder} = \text{BW allocation} / \text{BW transponder} \times 100\%$$

$$= 1357,06 / 36000 \times 100\% = 3,7\%$$

3.4.2 Menentukan *C/N* yang disyaratkan

Dengan menggunakan modulasi *QPSK*, *FEC* = 3/4 dengan bit *error* yang diinginkan 10^{-6} maka dari lampiran 2 diperoleh $E_b/N_o = 7 \text{ dB}$, dan C/N_{req} dapat dihitung sebagai berikut sesuai persamaan 2.24 :

$$\begin{aligned} \left(\frac{C}{N}\right)_{req} &= E_b/N_o + 10 \log \left(\frac{N}{1+\alpha}\right) \\ &= 5,9 \text{ dB} + 10 \log \left(\frac{2}{1+0,2}\right) \\ &= 8,11 \text{ dB} \end{aligned}$$

3.4.3 Perhitungan Redaman

Redaman-redaman yang terjadi dan berpengaruh pada xlvntenn ini berupa redaman ruang bebas (L_f), redaman hujan (A_{Rain}), redaman *attenuator* dan redaman salah sorot xlvntenna ($L_{t,r}$). Sedangkan untuk redaman yang lain dianggap sangat kecil sehingga dapat diabaikan. Dari data maka didapat nilai redaman-redaman tersebut yaitu sebagai berikut :

3.4.3.1 Perhitungan Sudut Elevasi

Berdasarkan data-data pada tabel 3.3 maka didapat sudut elevasi tiap stasiun bumi di tiap daerah perencanaannya. Hasil perhitungan dengan persamaan 2.1 untuk lokasi Jayapura adalah sebagai berikut :

$$\text{Posisi Jayapura} \rightarrow 140,38^\circ \text{ BT } \quad 2,28^\circ \text{ LS}$$

- $L = 118 - 140,38 = -22,38$; $\ell = 2,28$
- $\text{Cos } \phi = \text{cos } L \times \text{cos } \ell = \text{cos } -22,38 \times \text{cos } 2,28 = 0,92$

- $E = \tan^{-1} \left[\frac{\cos \varphi - (R_e / R_e + H)}{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}} \right]$
- $E = \tan^{-1} \left[\frac{0.92 - (6378 / 6378 + 36000)}{\sqrt{1 - (0.92^2)}} \right] = 63,07^0$

3.4.3.2 Perhitungan Sudut Azimuth

Untuk menghitung besarnya sudut Azimuth digunakan persamaan 2.2 sebagai berikut :

$$\text{Jayapura} \rightarrow \text{Az} = \tan^{-1} \left[\frac{\tan L}{\sin \ell} \right] = \tan^{-1} \left[\frac{\tan - 22.38}{\sin 2.28} \right] = -84.84^0 = 275.16^0$$

3.4.3.3 Perhitungan Slant Range

Untuk menghitung besarnya *slant range* digunakan persamaan 2.3 dan 2.4 sebagai berikut :

Jayapura :

- $\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{R_e}{R_e + H} \times \cos E \right)$
 $= \sin^{-1} \left(\frac{6378}{6378 + 36000} \times \cos 67.03 \right) = 3.35$
- $d = \sqrt{(R_e + H)^2 + R_e^2 - 2R_e(R_e + H)\cos \theta}$
 $= \sqrt{(6378 + 36000)^2 + 6378^2 - 2 \times 6378(6378 + 36000)\cos 19.62}$
 $= 36433 \text{ km}$
- dimana; $\theta = 90 - E - \alpha$
 $= 90 - 67.03 - 3.35$
 $= 19.62^0$

Tabel 3.3. Koordinat Lokasi

Lokasi	Lat.	Long
1.Depot Biak	0.55S	136E
2.Depot Jayapura	2.28S	140.38E
3.Depot Bula	3.07S	130.27E
4.Depot Dobo	5.46S	134.13E
5.Depot Fak Fak	2.55S	132.17E
6.Depot Kaimana	3.39S	133.44E
7.Depot Labuha	0.62S	127.48E
8.Depot Manokwari	0.53S	134.05E
9.Depot Masohi	4.47S	128.95E
10.Depot Merauke	8.30S	140.22E
11.Depot Nabire	3.4S	135.5E
12.Depot Namlea	3.15S	127.29E
13.Depot Sanana	2.1S	126E
14.Depot Saumlaki	7.59S	131.22E
15.Depot Serui	1.53S	136.15E
16.Depot Sorong	0.7S	131.17E
17.Depot Ternate	0.48S	127.23E
18.Depot Tobelo	1.45S	127.59E
19.Depot Tual	5.49S	130.28E

3.4.3.4 Redaman ruang bebas (Lfs)

Untuk menghitung besarnya redaman ruang bebas digunakan persamaan 2.16 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Inbound : } Lfs \text{ uplink} &= 92.45 + 20 \log f_{up} \text{ (GHz)} + 20 \log d \text{ (km)} \\ &= 92.45 + 20 \log 6.125 + 20 \log 36433 \\ &= 199.42 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Lfs \text{ downlink} &= 92.45 + 20 \log f_{down} \text{ (GHz)} + 20 \log d \text{ (km)} \\ &= 92.45 + 20 \log 3.840 + 20 \log 36433 \\ &= 195.36 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Outbound : } Lfs \text{ uplink} &= 92.45 + 20 \log f_{up} \text{ (GHz)} + 20 \log d \text{ (km)} \\ &= 92.45 + 20 \log 6.065 + 20 \log 36433 \\ &= 199.33 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Lfs \text{ downlink} &= 92.45 + 20 \log f_{down} \text{ (GHz)} + 20 \log d \text{ (km)} \\ &= 92.45 + 20 \log 4.120 + 20 \log 36433 \\ &= 195.98 \text{ dB} \end{aligned}$$

3.4.3.5 Redaman hujan (A_{Rain})

Perancangan ini menggunakan nilai *availability* 99.99%, sehingga nilai curah hujan (R) dapat dilihat pada tabel persentase curah hujan (lampiran 1) yaitu sebesar 145 mm/hr. Perencanaan ini menggunakan polarisasi horizontal, sehingga diperoleh estimasi redaman (a dan b) sebagai berikut :

- User link :

$$f_{uplink} = 6.125 \text{ GHz} : a = 0.00188, b = 1.311$$

$$f_{downlink} = 4.120 \text{ GHz} : a = 0.00069, b = 1.134$$

- Feeder link :

$$f_{uplink} = 6.065 \text{ GHz} : a = 0.00160, b = 1.268$$

$$f_{downlink} = 3.840 \text{ GHz} : a = 0.00059, b = 1.111$$

Untuk menghitung besarnya sudut redaman hujan digunakan persamaan 2.13 dan 2.14 sebagai berikut :

- Untuk daerah Jayapura (user link) sebagai berikut :

$$R_{0,01} = 145 \text{ mm/hr}$$

Tinggi atmosfer terjadi hujan (hr)

$$hr = 4 \text{ km}$$

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

$$L_s = \frac{h_R - h_s}{\sin E} = \frac{4 - \frac{700}{1000}}{\sin 63.07} = 3,7 \text{ km}$$

dimana ; h_s = ketinggian dari permukaan laut (km)

- Panjang proyeksi lintasan hujan arah horizontal :

$$L_G (\text{km}) = L_s \times \cos E = 3,7 \times \cos 67,03 = 1,44 \text{ km}$$

- Faktor reduksi lintasan hujan pada prosentasi waktu 0,01%

$$r_{0,01} = \frac{1}{1 + (0.045 \times 1,44)} = 0,94$$

Sehingga besarnya redaman hujan (polarisasi antena horizontal) :

$$\begin{aligned} L_{hujan\ uplink} &= 0.00188 \times R_{0,01}^{1.311} \times 3,7 \times 0,94 \\ &= 4,45 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$L_{\text{hujan downlink}} = 0.00069 \times R_{0.01}^{1.134} \times 3,7 \times 0,94$$

$$= 0,68 \text{ dB}$$

3.4.3.6 Redaman Attenuator

Attenuator perangkat pada sistem ini terdiri dari *loss feeder* (0.2 dB), *loss konektor* (1 dB), *loss duplexer* (0.5 dB) dan *loss filter* (1 dB). Sesuai persamaan 2.20 didapat besarnya redaman sebagai berikut :

$$\text{Attenuator}_{\text{total}} = \text{loss feeder} + \text{loss konektor} + \text{loss duplexer} + \text{loss filter} \quad (\text{dB})$$

$$= 2.7 \text{ dB}$$

3.4.3.7 Redaman Salah Sorot

Untuk menghitung besarnya redaman salah sorot digunakan persamaan 2.19 sebagai berikut :

Inbound :

$$\text{Antena Transmitter} : \theta_{3\text{dB}} = 70 \cdot \frac{\lambda}{D} = 70 \frac{3 \cdot 10^8 / (6.125 \times 10^9)}{2} = 1.7142^\circ$$

$$L_t = 12 \left(\frac{0.1}{1.7142} \right)^2 = 0.04 \text{ dB}$$

$$\text{Antena Receiver} : \theta_{3\text{dB}} = 70 \cdot \frac{\lambda}{D} = 70 \frac{3 \cdot 10^8 / (3.840 \times 10^9)}{8} = 0.6835^\circ$$

$$L_r = 12 \left(\frac{0.1}{0.6835} \right)^2 = 0.25 \text{ dB}$$

Outbound :

$$\text{Antena Transmitter} : \theta_{3\text{dB}} = 70 \cdot \frac{\lambda}{D} = 70 \frac{3 \cdot 10^8 / (6.065 \times 10^9)}{8} = 0.4328^\circ$$

$$L_t = 12 \left(\frac{0.1}{0.4328} \right)^2 = 0.64 \text{ dB}$$

$$\text{Antena Receiver} : \theta_{3\text{dB}} = 70 \cdot \frac{\lambda}{D} = 70 \frac{3 \cdot 10^8 / (4.120 \times 10^9)}{2} = 2.5485^\circ$$

$$L_r = 12 \left(\frac{0.1}{2.5485} \right)^2 = 0.02 \text{ dB}$$

3.4.3.8 Suhu Derau Perangkat

Suhu derau perangkat dicari untuk menentukan besarnya Figure of Merit (G/T) dalam sistem. Untuk menghitung suhu derau (T) digunakan persamaan 2.17 sebagai berikut :

1) HUB

$$T = \left(\frac{T_a}{L_{att}} \right) + \left(T_f - \frac{T_f}{L_{att}} \right) + T_{e,rx} = \left(\frac{306.035}{1.479} \right) + \left(290 - \frac{290}{1.479} \right) + 40 = 340.84^{\circ} \text{ K}$$

$$\text{dimana : } T_a = \frac{300}{red.hujan} + 275 \left(1 - \frac{1}{red.hujan} \right) + 10 = 306.035^{\circ} \text{ K}$$

2) Terminal VSAT Receiver

$$T = \left(\frac{T_a}{L_{att}} \right) + \left(T_f - \frac{T_f}{L_{att}} \right) + T_{e,rx} = \left(\frac{305.98}{1.479} \right) + \left(290 - \frac{290}{1.479} \right) + 40 = 330^{\circ} \text{ K}$$

$$\text{dimana : } T_a = \frac{300}{red.hujan} + 275 \left(1 - \frac{1}{red.hujan} \right) + 10 = 305.98^{\circ} \text{ K}$$

keterangan : $T_f = 290^{\circ} \text{ K}$

$T_{e,rx} = \text{temperatur noise perangkat} : 40^{\circ} \text{ K}$

$L_{att} = \text{loss attenuator}$

3.5 INTERFERENSI

Interferensi yang paling besar pengaruhnya dalam sistem ini adalah interferensi yang disebabkan oleh sistem satelit yang berdekatan (*Adjacent Sattelite System*). Disekitar satelit Telkom-2 (118° BT) terdapat satelit Palapa C-2 yang letaknya berdekatan yaitu pada 113° BT , sehingga interferensi diasumsikan lebih besar berasal dari satelit Palapa C-2 dibandingkan dengan interferensi dari satelit-satelit yang lain.

Aplikasi dari sistem satelit penginterferensi yang dianalisis ini, adalah aplikasi SNG (*Sattelite News Gathering*) dengan spesifikasi satelit dan stasiun bumi sebagai berikut :

Tabel 3.4. Spesifikasi teknis satelit Palapa C-2

Parameter	Nilai	Satuan
<i>EIRP</i> satelit	39	dBW
<i>Saturated Flux Density</i> (SFD)	-95	dBW/m ²
<i>G/T</i>	-1	dBK ⁻¹
IBO	3	dB
OBO	2	dB
Posisi satelit	113	(derajat) BT
Frekuensi <i>uplink</i>	6.143	GHz
Frekuensi <i>downlink</i>	3.918	GHz

Tabel 3.5. Spesifikasi teknis stasiun aplikasi SNG

Parameter	Nilai	Satuan
<i>EIRP</i>	49.15	dBW
Daya transmit	10	Watt
Diameter antena	1.9	Meter
Efisiensi antena	55	%
<i>Gain</i> transmit maksimum	39.15	dB
<i>Bandwidth carrier</i>	4.35	MHz

Dalam menganalisis besarnya *interferensi* antar satelit yang berdekatan ini, perlu diketahui sudut θ yaitu sudut yang merepresentasikan pemisahan antara dua satelit GEO dalam hal ini satelit Telkom-2 dan satelit Palapa C-2 yang dilihat dari sebuah stasiun bumi referensi. Stasiun bumi yang dijadikan referensi yaitu stasiun bumi yang berada di Jayapura. Sudut θ dapat dicari seperti dibawah ini :

- 1) Menghitung jarak antara dua satelit (d)

$$\gamma = 118^\circ - 113^\circ = 5^\circ$$

$$d = \sqrt{2(R_e + R_o)^2 \cdot (1 - \cos \gamma)} = \sqrt{2(6378 + 36000)^2 \cdot (1 - \cos 5)} = 3697 \text{ km}$$

- 2) Menghitung sudut elevasi (E) terhadap satelit Palapa C-2

$$\begin{aligned} L &= \text{nilai mutlak posisi bujur satelit Palapa C-2} - \text{posisi bujur} \\ &= 113 - 140.38 = -27.38^\circ \end{aligned}$$

$$\ell = \text{posisi lintang HUB} = 2.28^{\circ}$$

$$\cos \varphi = \cos L \times \cos \ell = \cos -27.38 \times \cos 2.28 = 0.88$$

$$\begin{aligned} E &= \tan^{-1} \left[\frac{\cos \varphi - (R_e / R_e + H)}{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}} \right] \\ &= \tan^{-1} \left[\frac{0.88 - (6378 / 6378 + 36000)}{\sqrt{1 - (0.88^2)}} \right] = 56.95^{\circ} \end{aligned}$$

3) Menghitung sudut azimuth (Az)

$$Az = \tan^{-1} \left[\frac{\tan L}{\sin \ell} \right] = \tan^{-1} \left[\frac{\tan -27.38}{\sin 2.28} \right] = -85.6^{\circ} = 274.4^{\circ}$$

4) Menghitung slant range ke satelit Palapa C-2

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{6378}{6378 + 36000} \times \cos 56.95 \right) = 4.7$$

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{(R_e + H)^2 + R_e^2 - 2R_e(R_e + H)\cos \theta} \\ &= \sqrt{(6378 + 36000)^2 + 6378^2 - 2 \times 6378(6378 + 36000)\cos 28.35} \\ &= 36889 \text{ km} \end{aligned}$$

$$\text{dimana } \theta = 90 - E - \alpha$$

$$= 90 - 56.95 - 4.7 = 28.35$$

Maka diketahui :

$$d_A = \text{jarak dari stasiun bumi ke satelit Telkom-2} = 36433 \text{ km}$$

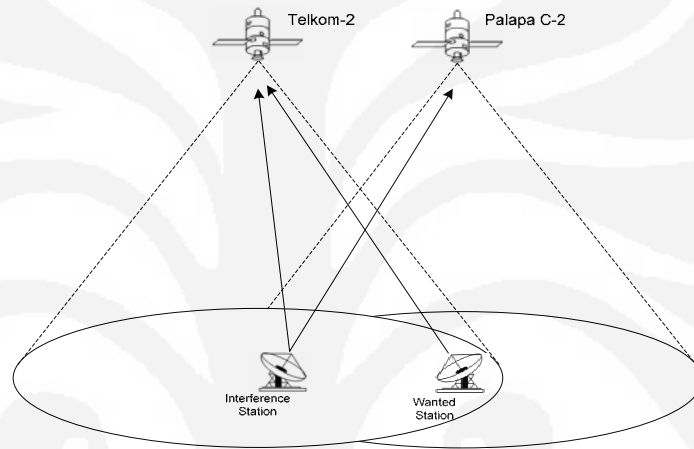
$$d_B = \text{jarak dari stasiun bumi ke satelit Palapa C-2} = 36889 \text{ km}$$

Dengan mengetahui parameter-parameter tersebut maka sudut θ dapat dicari dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \theta &= \cos^{-1} \left[\frac{d_A^2 + d_B^2 - 2(R_e + R_o)^2(1 - \cos \gamma)}{2.d_A.d_B} \right] \\ &= \cos^{-1} \left[\frac{36433^2 + 36889^2 - 2(6378 + 36000)^2(1 - \cos 5)}{2(36433).(36889)} \right] \\ &= 5.73^{\circ} \end{aligned}$$

a) Analisa *Interferensi Uplink*

Pada satelit Telkom 2 selain menerima sinyal yang diinginkan yang berasal dari stasiun VSAT remote yang berada dalam jangkauan areanya, juga menerima daya carier yang berasal dari stasiun yang menginterferensi yang memancarkan sinyal ke satelit lain. Kasus terburuk diasumsikan bahwa VSAT remote berada di lokasi paling pinggir dari area pelayanan dan stasiun yang menginterferensi berada di tengah area pelayanan seperti yang terlihat dibawah ini.



Gambar 3.4. Interferensi *uplink* dari sistem satelit yang berdekatan

Untuk menghitung nilai $\left(\frac{C}{I}\right)$ *uplink* menggunakan persamaan 2.30 :

- Untuk link *inbound*

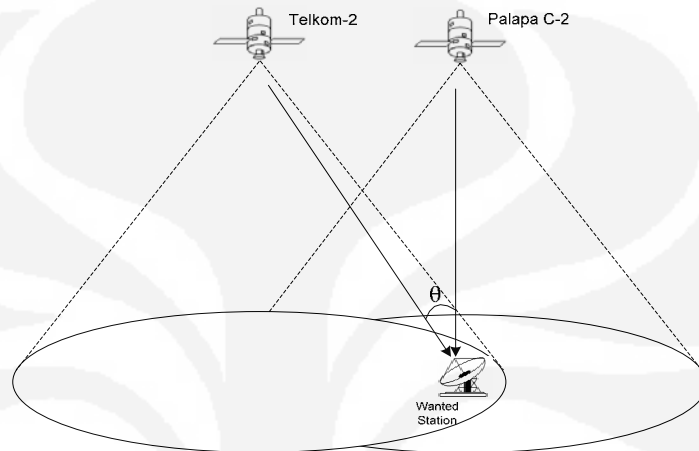
$$\begin{aligned} \left(\frac{C}{I}\right)_{up} &= EIRP_{VSAT_w} - EIRP_{VSAT_i} + G_{T_i,max} - 32 + 25 \log \theta + 10 \log Bi \\ &= 39.94 - 49.15 + 39.15 - 32 + 25 \log 5 + 10 \log 4350000 \\ &= 81.79 \text{ dBHz} \end{aligned}$$

- Untuk link *outbound*

$$\begin{aligned} \left(\frac{C}{I}\right)_{up} &= EIRP_{HUB} - EIRP_{VSAT_i} + G_{T_i,max} - 32 + 25 \log \theta + 10 \log Bi \\ &= 58.73 - 49.15 + 39.15 - 32 + 25 \log 5 + 10 \log 4350000 \\ &= 90.1 \text{ dBHz} \end{aligned}$$

b) Analisa Interferensi *Downlink*

Interferensi arah *downlink* ditunjukkan oleh gambar dibawah ini, dimana stasiun VSAT remote selain mendapat sinyal dari satelit yang diinginkan yaitu satelit Telkom-2 juga mendapat sinyal dari satelit penginterferensi.



Gambar 3.5. Interferensi *downlink* dari sistem satelit yang berdekatan

Untuk menghitung nilai $\left(\frac{C}{I}\right)$ *downlink* menggunakan persamaan 2.31 :

- Untuk link *inbound*

$$\begin{aligned} \left(\frac{C}{I}\right)_{down} &= EIRP_{SL_w,max} - EIRP_{SL_i,max} + 10 \log Bi + G_{Rx\ max_VSAT} - 32 + 25 \log \theta \\ &= 39 - 39 + 10 \log 4350000 + 39.94 - 32 + 25 \log 5 \\ &= 81.31 \text{ dBHz} \end{aligned}$$

- Untuk link *outbound*

$$\begin{aligned} \left(\frac{C}{I}\right)_{down} &= EIRP_{SL_w,max} - EIRP_{SL_i,max} + 10 \log Bi + G_{Rx\ max_VSAT} - 32 + 25 \log \theta \\ &= 39 - 39 + 10 \log 4350000 + 36.56 - 32 + 25 \log 5 \\ &= 77.93 \text{ dBHz} \end{aligned}$$

Maka dapat dihitung nilai $\left(\frac{C}{I}\right)_{Total}$ sistem dengan persamaan 2.32 yaitu sebagai berikut :

- link *inbound* : $\left(\frac{C}{I}\right)_{Inbound}^{-1} = \left(\frac{C}{I}\right)_{up}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_{down}^{-1}$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{Inbound} = 78.53 \text{ dBHz}$$

- link *outbound* : $\left(\frac{C}{I}\right)_{Outbound}^{-1} = \left(\frac{C}{I}\right)_{up}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_{down}^{-1}$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{Outbound} = 77.67 \text{ dBHz}$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{Total}^{-1} = \left(\frac{C}{I}\right)_{Inbound}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_{Outbound}^{-1}$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{Total} = 75.06 \text{ dB}$$

>> Dari hasil perhitungan (C/I) total pengaruh interferensi dari satelit terdekat yaitu Satelit Palapa C-2 yaitu sebesar 75,06 dB, sesuai standar operasi minimum berdasarkan tabel 2.1 sebesar C/I=C/N +14 dB = 8,11 dB + 14 dB = 22,11 db. Maka nilai C/I total hasil perhitungan masih diatas nilai minimum C/I sebesar 22,11 dB sehingga pengaruh interferensi dari satelit Palapa C-2 tidak terlalu besar dan mengganggu dalam operasional satelit Telkom-2.

3.6 MENENTUKAN (C/N)

3.6.1 Komunikasi *Inbound*

- *Gain* antena (menggunakan persamaan 2.5):

$$\begin{aligned} \text{Gain VSAT Tx} &= 20.45 + 20 \log D_{tx} + 20 \log f_{up} + 10 \log \eta \\ &= 20.45 + 20 \log 2 + 20 \log 6.125 + 10 \log 0.6 \\ &= 39.94 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gain HUB Rx} &= 20.45 + 20 \log D_{tx} + 20 \log f_{down} + 10 \log \eta \\ &= 20.45 + 20 \log 8 + 20 \log 3.840 + 10 \log 0.6 \\ &= 47.98 \text{ dB} \end{aligned}$$

- Menentukan *EIRP VSAT* (menggunakan persamaan 2.6):

$$\begin{aligned} \text{EIRP VSAT} &= G \text{ VSAT Tx(dBW)} + P_{tx} \text{ (dBW)} - \text{Loss Attenuator (dB)} \\ &\quad - \text{Redaman salah sorot (dB)} \end{aligned}$$

$$= 39.94 + 10 \log 7 - 1.7 - 0.04$$

$$= 46.65 \text{ dBW}$$

- Menentukan G/T_{HUB} (menggunakan persamaan 2.18):

$$G/T_{HUB} = (G_{HUB} Rx - (L_r + L_{attenuator})) - 10 \log (T)$$

$$= (47.98 - (0.25 + 1.7)) - 10 \log (340.84)$$

$$= 20.71 \text{ dB/K}$$

dimana : $L_r = \text{redaman salah sorot} = 0.25 \text{ dB}$
 $T = 340.84 \text{ K}$

- Menentukan $EIRP$ Satelit :

$$EIRP_{VSAT} \text{ jenuh} = SFD + 10 \log (4\pi) + 20 \log 36219000 + PAD$$

$$= -92 + 11 + 151.17 + 0 = 70.17 \text{ dBW}$$

$$EIRP_{VSAT} \text{ linier} = EIRPSB \text{ jenuh} - IBO$$

$$= 70.17 - 3 = 67.17 \text{ dBW}$$

$$EIRP \text{ Satelit jenuh} = EIRPSatelit \text{ linier} + OBO$$

$$= 39 + 2.5 = 41.5 \text{ dBW}$$

$$EIRP \text{ Satelit} = EIRP \text{ Satelit linier} - (EIRP_{VSAT} \text{ linier} - EIRP_{VSAT} \text{ Tx})$$

$$= 39 - (67.17 - 46.65)$$

$$= 18.48 \text{ dB}$$

- Menentukan C/N_{up} (menggunakan persamaan 2.21):

$$C/N_{up} = EIRP_{VSAT} - (L_{fs \text{ up}} + A_{up}) + G/T_{Satelit} - K - 10 \log BW_{oc}$$

$$= 46.65 - (199.36 + 5) + (-1) - (-228.6) - 10 \log 471200$$

$$= 13.16 \text{ dBHz}$$

- Menentukan C/N_{down} (menggunakan persamaan 2.22):

$$C/N_{down} = EIRPSatelit - L_{down} + G/T_{HUB} - K - 10 \log BW_{oc}$$

$$= 18.48 - (195.30 + 0.57) + 20.71 - (-228.6) - 10 \log 471200$$

$$= 15.19 \text{ dBHz}$$

- Menentukan $C/N_{inbound}$:

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{Inbound} = 10 \log \frac{1}{\left(\frac{C}{N}\right)_{up}^{-1} + \left(\frac{C}{N}\right)_{down}^{-1}}$$

$$= 10 \log \left(\frac{1}{10^{-1.316} + 10^{-1.519}} \right)$$

$$= 11.04 \text{ dBHz}$$

>> Nilai $(C/N)_{inbound}$ yang didapatkan akan dipergunakan untuk menghitung nilai $(C/N)_{total}$ dari sistem.

3.6.2 Komunikasi Outbound

- Gain antena (menggunakan persamaan 2.5):

$$\begin{aligned} \text{Gain HUB Tx} &= 20.45 + 20 \log D_{tx} + 20 \log f_{up} + 10 \log \eta \\ &= 20.45 + 20 \log 8 + 20 \log 6.065 + 10 \log 0.6 \\ &= 51.95 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gain VSAT Rx} &= 20.45 + 20 \log D_{tx} + 20 \log f_{down} + 10 \log \eta \\ &= 20.45 + 20 \log 2.3 + 20 \log 4.120 + 10 \log 0.6 \\ &= 37.76 \text{ dB} \end{aligned}$$

- Menentukan $EIRP$ HUB antena pemancar (menggunakan persamaan 2.6):

$$\begin{aligned} EIRP \text{ HUB Tx} &= G_{Tx}(\text{dB}) + P_{Tx}(\text{dBW}) - \text{Loss Attenuator}(\text{dB}) - \\ &\quad \text{Redaman salah sorot}(\text{dB}) \\ &= 51.95 + 10 \log 8 - 1.7 - 0.64 \\ &= 58.64 \text{ dBW} \end{aligned}$$

- Menentukan G/T VSAT (menggunakan persamaan 2.18):

$$\begin{aligned} G/T_{VSAT} &= (G_{VSAT} Rx - (L_{rx} + L_{attenuator})) - 10 \log (T) \\ &= (37.76 - (0.02 + 1.7)) - 10 \log (330) \\ &= 10.86 \text{ dB/K} \end{aligned}$$

dimana : L_{rx} = redaman salah sorot = 0.02 dB

$$T = (T_a/L_{frx}) + (T_f - T_f/L_{frx}) + T_{erx} = 330^0 \text{ K}$$

- Menentukan $EIRP$ Satelit :

$$\begin{aligned} EIRP \text{ HUB jenuh} &= SFD + 10 \log 4\pi + 20 \log 36219000 \text{ (m)} + PAD \\ &= -92 + 11 + 151.17 + 0 \\ &= 70.17 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EIRP \text{ HUB linier} &= EIRP_{HUB} \text{ jenuh} - IBO \\ &= 70.17 - 3 = 67.17 \text{ dBW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EIRP \text{ Satelit jenuh} &= EIRP_{Satelit} \text{ linier} + OBO \\ &= 39 + 2.5 = 41.5 \text{ dBW} \end{aligned}$$

$$EIRP \text{ Satelit} = EIRP_{Satelit} \text{ linier} - (EIRP_{HUB} \text{ linier} - EIRP_{HUB} \text{ Tx})$$

$$= 39 - (67.17 - 58.64)$$

$$= 30.47 \text{ dB}$$

- Menentukan C/N_{up} (menggunakan persamaan 2.21):

$$C/N_{up} = EIRPHUB - (L_{fs\ up} + A_{up}) + G/TSAT - K - 10 \log B_{woc}$$

$$= 58.64 - (199.27 + 3.4) + (-1) - (-228.6) - 10 \log 471200$$

$$= 26.84 \text{ dB}$$

- Menentukan C/N_{down} (menggunakan persamaan 2.22):

$$C/N_{down} = EIRPSatelit - L_{down} + G/TVSAT - K - 10 \log B_{Woc}$$

$$= 30.47 - (195.93 + 0.59) + 10.86 - (-228.6) - 10 \log 471200$$

$$= 17.21 \text{ dB}$$

- Menentukan $C/N_{outbound}$:

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{Outbound} = 10 \log \frac{1}{\left(\frac{C}{N}\right)_{up}^{-1} + \left(\frac{C}{N}\right)_{down}^{-1}}$$

$$= 10 \log \left(\frac{1}{10^{-2.684} + 10^{-1.721}} \right)$$

$$= 16.76 \text{ dB}$$

>> Nilai $(C/N)_{outbound}$ yang didapatkan akan dipergunakan untuk menghitung nilai $(C/N)_{total}$ dari sistem.

3.6.3 Menentukan $\left(\frac{C}{N}\right)_{Total}$

Berdasarkan persamaan 2.23 maka besar $(C/N)_{total}$ adalah :

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{Total}^{-1} = \left(\frac{C}{N}\right)_{Inbound}^{-1} + \left(\frac{C}{N}\right)_{Outbound}^{-1} + \left(\frac{C}{I}\right)_{Total}^{-1}$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{Total} = 10 \log \frac{1}{10^{-1.104} + 10^{-1.676} + 10^{-7.506}}$$

$$= 10,0 \text{ dB}$$

>> Dari hasil perhitungan $(C/N)_{total}$ nilainya melebihi dari $(C/N)_{req}$ yaitu sebesar 8,11 dB. Sehingga perancangan yang dilakukan layak untuk diterapkan.

Tabel 3.6. Hasil perhitungan *Link Budget*

HASIL PERHITUNGAN LINK BUDGET				
Parameter	<i>Inbound</i>		<i>Outbound</i>	
	<i>Uplink</i>	<i>Downlink</i>	<i>Uplink</i>	<i>Downlink</i>
<i>Gain</i> antena (dB)	39.94	48.6	52.05	36.56
Lfs (dB)	199.42	195.36	199.33	195.98
A_{Rain} (dB)	4.45	0.68	4.45	0.68
L salah sorot (dB)	0.04	0.25	0.64	0.02
Redaman Total (dB)	203.91	196.29	204.42	196.68
<i>G/T</i> (dB/K)	-	20.71	-	10.86
<i>C/N</i> (dBHz)	13.16	15.19	26.84	17.21
<i>C/N</i> hop (dBHz)	11.04		16.76	
<i>C/I</i> (dBHz)	75.06			
<i>C/N req</i> (dBHz)	8.11			
<i>Eb/No req</i> (dB)	5.9			
<i>C/N</i> total sistem (dBHz)	10.0			
<i>Eb/No</i> sistem (dB)	7.79			

3.7 PERENCANAAN BIAYA

Dalam Tugas Akhir kali ini juga diperhitungkan aspek ekonomis dari perencanaan *VSAT TDMA* di Wilayah area Jayapura. Diharapkan perencanaan ini dapat memberikan gambaran serta analisis biaya yang diperlukan.

Berikut adalah gambaran pengeluaran biaya yang diperlukan dalam perencanaan kali ini dengan asumsi kontrak kerja selama 5 tahun:

Tabel 3.7. Perencanaan Pengeluaran Biaya (USD)

Jenis Barang	Jumlah satuan	Waktu (bulan)	Harga Satuan	Total
Antena 2 m	19		425	8075
LNA,ODU,Kabel,Konektor	19		350	6650
Sewa bandwidth 64 kbps+modem	15	60	190	171000
Sewa bandwidth 128 kbps+modem	4	60	390	93600
Instalasi,teknisi	19		800	15200
Transportasi barang	19		900	17100
Router,UPS	19		350	6650
Biaya lain-lain	19		300	5700
Jumlah				323975

Tabel 3.8. Perencanaan Pemasukan Biaya (USD)

Jenis Barang	Jumlah satuan	Waktu (bulan)	Harga Satuan	Total
Sewa bulanan 64 kbps+maintenance	15	60	300	270000
Sewa bulanan 128 kbps+maintenance	4	60	480	115200
Jumlah				385200

Dari hasil perencanaan biaya diatas dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Biaya investasi awal perencanaan adalah sebesar 323.975 USD
- Jumlah pemasukan dengan kontrak kerja selama 5 tahun adalah sebesar 385.200 USD
- Keuntungan perusahaan adalah sebesar 61.225 USD selama kontrak 5 tahun
- Harga diatas merupakan harga layanan per tanggal 1 Juni 2008.
- Sumber data: PT PATRAKOM

BAB IV

PERANCANGAN SIMULASI DAN ANALISIS PERENCANAAN JARINGAN VSAT TDMA

4.1 SIMULASI PERENCANAAN

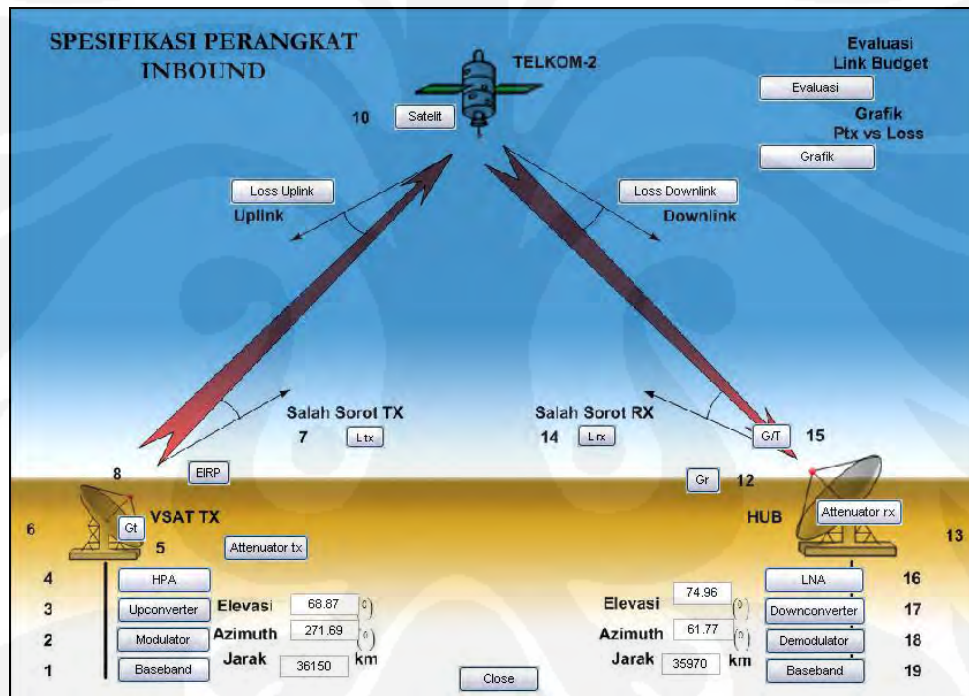
Dalam Tugas Akhir ini dilakukan perancangan simulasi perencanaan jaringan VSAT TDMA di wilayah area Jayapura. Simulasi ini dibuat dengan menggunakan *software* MATLAB 7. Dengan memasukkan parameter-parameter seperti: jenis modulasi, diameter antena, daya yang digunakan, *data rate*, frekuensi serta daerah lokasi perencanaan akan didapatkan informasi apakah kualitas link yang direncanakan sudah sesuai dan layak untuk diterapkan. Berikut adalah tampilan dari simulasi yang dibuat.



Gambar 4.1. Tampilan menu awal perencanaan



Gambar 4.2. Menentukan koordinat awal perencanaan



Gambar 4.3. Inisialisasi awal perencanaan

Tujuan pembuatan *software*, memudahkan untuk menganalisis perencanaan *link budget* serta melakukan konfigurasi ulang apabila diperlukan, pada prakteknya dapat dilakukan misalnya dengan menambah ukuran diameter antena; perubahan teknik modulasi; perubahan nilai *FEC* serta meningkatkan daya pancar yang digunakan.

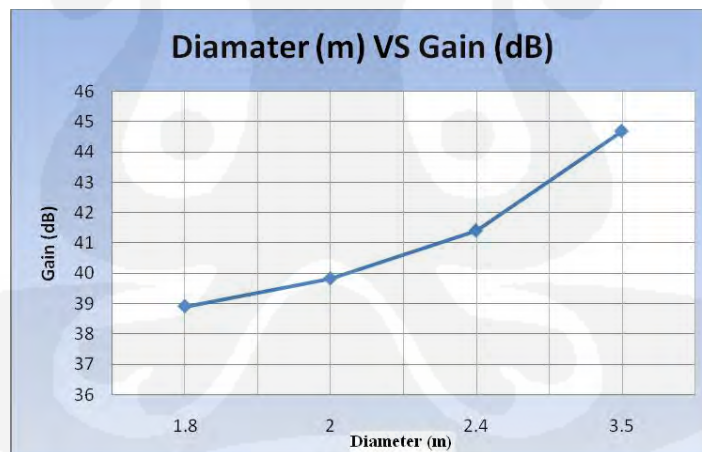
4.2 ANALISIS PERENCANAAN

4.2.1 Penggunaan Antena Remote

Pemilihan antena *remote* (VSAT) sangat mempengaruhi kelayakan operasi. Salah satu parameter dalam memilih antena adalah diameter antena. Diameter antena VSAT yang digunakan antara 1.8 – 3.5 m. Diameter antena ini akan mempengaruhi C/N_{total} . Tabel di bawah ini menunjukkan nilai *gain* dan C/N_{total} untuk beberapa ukuran diameter antena VSAT (*link inbound*). Percobaan dengan parameter modulasi QPSK, $FEC = 3/4$, $P_{tx} = 10$ Watt, $Rate = 64$ Kbps, diameter antena hub=8m, Diameter Tx berubah-ubah.

Tabel 4.1. Nilai C/N_{total} dan *Gain* untuk beberapa ukuran diameter antena VSAT

DTx (m)	GTx (dB)	C/N_{total} inbound (dBHz)	PRx downlink inbound (dBW)
1.8	38.91	22.49	-128.41
2	39.83	23.40	-127.50
2.4	41.41	24.99	-125.92
3.5	44.69	28.26	-122.64



Gambar 4.4. Grafik pengaruh Diameter antena terhadap Gain

Dari tabel diatas terlihat bahwa seluruh jenis ukuran diameter antena *remote* mempunyai nilai C/N_{total} diatas C/N_{total} *threshold* (8,11 dB). Selain itu menunjukkan hubungan diameter antena terhadap *gain*. Makin besar diameter maka *gain* yang dihasilkan makin besar. Dalam memilih jenis antena yang digunakan tidak hanya memperhatikan aspek teknis saja, tetapi harus

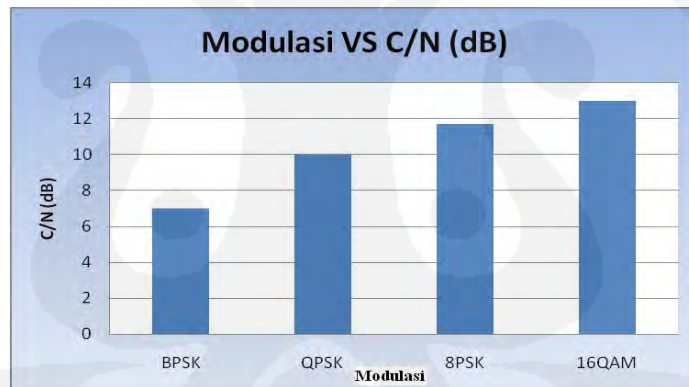
memperhatikan juga aspek biaya yang dibutuhkan karena makin besar diameter antenna makin besar pula biaya yang dibutuhkan.

4.2.2 Penggunaan Teknik Modulasi

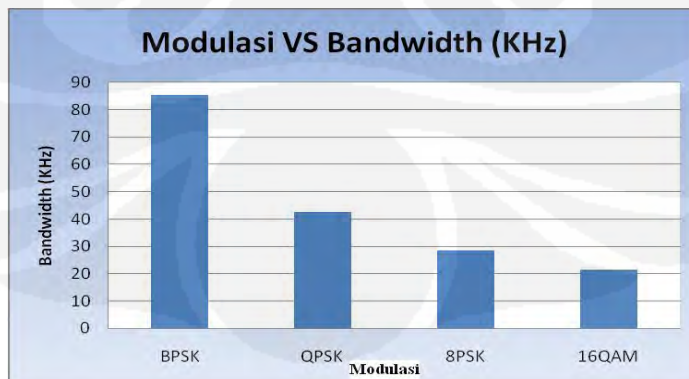
Penggunaan modulasi ini akan mempengaruhi besarnya daya yang digunakan dan besarnya *bandwidth* yang akan menempati transponder di satelit. Tabel dibawah ini menunjukkan pengaruh penggunaan teknik modulasi *BPSK*, *QPSK*, *8PSK* dan *16QAM* terhadap *bandwidth* dan *C/Ntotal* yang dibutuhkan di transponder satelit.

Tabel 4.2. Pengaruh penggunaan teknik modulasi

<i>FEC</i>	Teknik Modulasi	Rate (Kbps)	<i>Bandwidth</i> (KHz)	<i>C/Ntotal</i> (dB)
3/4	<i>BPSK</i>	64	85.33	7
3/4	<i>QPSK</i>	64	42.67	10
3/4	<i>8PSK</i>	64	28.44	11.7
3/4	<i>16QAM</i>	64	21.33	13



Gambar 4.5. Grafik jenis modulasi terhadap *C/N*



Gambar 4.6. Grafik jenis modulasi terhadap *Bandwidth*

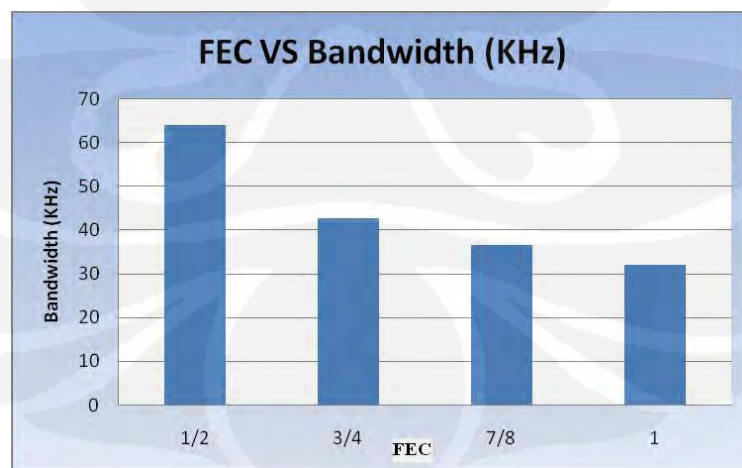
Dalam memilih jenis modulasi yang digunakan harus memperhatikan efisiensi *bandwidth* dan biaya yang dibutuhkan. Dari tabel diatas, dengan menggunakan modulasi *BPSK* membutuhkan daya transmit yang kecil namun *bandwidth* yang diperlukan di transponder besar. Sedangkan jika menggunakan modulasi *16QAM* dibutuhkan daya transmit yang besar namun *bandwidth* yang menempati transponder di satelit kecil. Dalam perencanaan ini digunakan modulasi *QPSK* karena membutuhkan daya transmit yang cukup kecil serta harga modem yang tidak terlalu mahal.

4.2.3 Penggunaan *FEC*

FEC merupakan suatu metode koreksi *error* yang menggunakan penambahan bit koreksi pada bit yang dikirim sehingga apabila terjadi *error* pada pentransmision dapat dikoreksi berdasarkan pada bit koreksi. Tabel dibawah ini menunjukkan pengaruh penggunaan *FEC* dengan macam *FEC* (1/2, 3/4, 7/8, dan 1) terhadap *bandwidth*.

Tabel 4.3. Pengaruh penggunaan *FEC* terhadap (C/N) total dan kapasitas

<i>FEC</i>	Teknik Modulasi	Rate (Kbps)	<i>Bandwidth</i> (KHz)
1/2	<i>QPSK</i>	64	64
3/4	<i>QPSK</i>	64	42.67
7/8	<i>QPSK</i>	64	36.57
1	<i>QPSK</i>	64	32



Gambar 4.7. Grafik jenis *Error Correction* terhadap *Bandwidth*

FEC akan mempengaruhi banyaknya bit *redundancy* yang ditambahkan dan besarnya *bandwidth occupancy* yang kemudian akan mempengaruhi *C/N_{total}*. Semakin besar *FEC* yang digunakan maka *bandwidth required* yang digunakan akan semakin kecil tetapi *error* yang terjadi pada bit informasi akan semakin banyak pula seiring dengan sedikitnya bit *redundancy* yang ditambahkan.

4.3 OPERASIONAL VSAT TDMA

Dalam operasional sistem *VSAT TDMA* umumnya ditemui kondisi sebagai berikut:

- Sistem *HUB down*, solusi : Dengan melakukan sistem *backup* baik secara listrik(genset dan *UPS*) maupun sistem *Indoor unit* dan *Outdoor unit*.
- Aplikasi putus/lambat karena trafik padat, solusi : dengan menaikkan nilai *throughput* sesuai kebutuhan dan menaikkan *bandwidth inbound* dan *outbound* agar semua lokasi terlayani.
- Sisi *Remote Station* tidak bisa connect dengan *HUB*, solusi : Melakukan pengecekan perkabelan, *cross polarisasi* antena, parameter modem, pengecekan *ODU* dan *LNA*.
- Aplikasi putus namun status modem *hub-remote station connect*, solusi : Melakukan pengecekan pada *router* dan *switch/hub* serta *routing* pada kedua sisi, pengecekan pada *server* aplikasi.
- Gangguan karena *sun-outage*, gangguan ini terjadi 2x dalam setahun yang biasa terjadi dengan durasi sekitar 15 menit, hal ini tidak dapat dihindari karena merupakan faktor alam.

BAB V

KESIMPULAN

1. Dari hasil perhitungan perencanaan nilai (C/N) total nilainya sebesar 10 dB, nilai ini melebihi dari $(C/N)_{req}$ yaitu sebesar 8,11 dB. Sehingga perancangan yang dilakukan layak untuk diterapkan.
2. Dari hasil perhitungan (C/I) total pengaruh interferensi dari satelit terdekat yaitu Satelit Palapa C-2 yaitu sebesar 75.06 dB. Maka nilai (C/I) total hasil perhitungan masih diatas nilai minimum (C/I) sebesar 22,11 dB sehingga pengaruh interferensi dari satelit Palapa C-2 tidak terlalu besar dan mengganggu dalam operasional satelit Telkom-2.
3. Total *bandwidth* yang dibutuhkan untuk total trafik 1472 Kbps dengan *throughput* 40% adalah sebesar 1357,06 KHz atau 3,7% dari total *bandwidth* transponder.
4. Dari hasil perencanaan biaya yang dilakukan diperkirakan keuntungan perusahaan adalah sebesar 61.225 USD selama kontrak 5 tahun

DAFTAR ACUAN

- [1] Freeman, Roger L. *Telecommunication Transmission Handbook*, John Wiley & son. 1998.
- [2] G. Maral, “*VSAT Network*”, John Wiley & Son, Chichester. 1995.
- [3] Elbert, Bruce. *Satellite Communication Applications Handbook*, Artech House. 2004.
- [4] Dennis Roddy, “*Satellite Communication*”. Prentice Hall. New Jersey. 1989.
- [5] Jonathan, Gideon. *Diktat Kuliah Rekayasa Transmisi*, STTTELKOM, Bandung. 2003.
- [6] Sudjai, Miftadi. *Diktat Kuliah Komunikasi Satelit*, STTTelkom, Bandung. 2004.
- [7] Saporiswanto, Wiwin, *Analisa Interferensi Antar Satelit Arah Uplink. Studi Kasus : Interferensi Pada Satelit Thaicom IA dari Stasiun Bumi dalam Jaringan Satelit Palapa B4*, STTTelkom, Bandung. 2003.
- [8] Rusli, Ali. *Installation & Maintenance VSAT SCPC*, ASSI Newsletter, Jatiluhur, 2007.
- [9] Wahyudin, Ahmad. *Remote Installation*, ASSI Newsletter, Jatiluhur, 2007
- [10] <http://www.jayapurakota.go.id> diakses tanggal 20 April 2008.
- [11] Pribadi, Firman. *Satelit Telkom-2 Telah Diluncurkan*, WorldPress, Bandung, 2005.
- [12] Parker, D. E. and C. K. Folland, 1988: The nature of climate variability. *Meteorological magazine*, 117,201-210.
- [13] Purwanto, Budi. *Modul Pelatihan ASSI Link Budget*, Puncak, 2008.

DAFTAR PUSTAKA

Freeman, Roger L. *Telecommunication Transmission Handbook*, John Wiley & son. 1998.

G. Maral, “*VSAT Network*”, John Wiley & Son, Chichester. 1995.

Elbert, Bruce. *Satellite Communication Applications Handbook*, Artech House. 2004.

Dennis Roddy, “*Satellite Communication*”. Prentice Hall. New Jersey. 1989.

Jonathan, Gideon. *Diktat Kuliah Rekayasa Transmisi*, STTTELKOM, Bandung. 2003

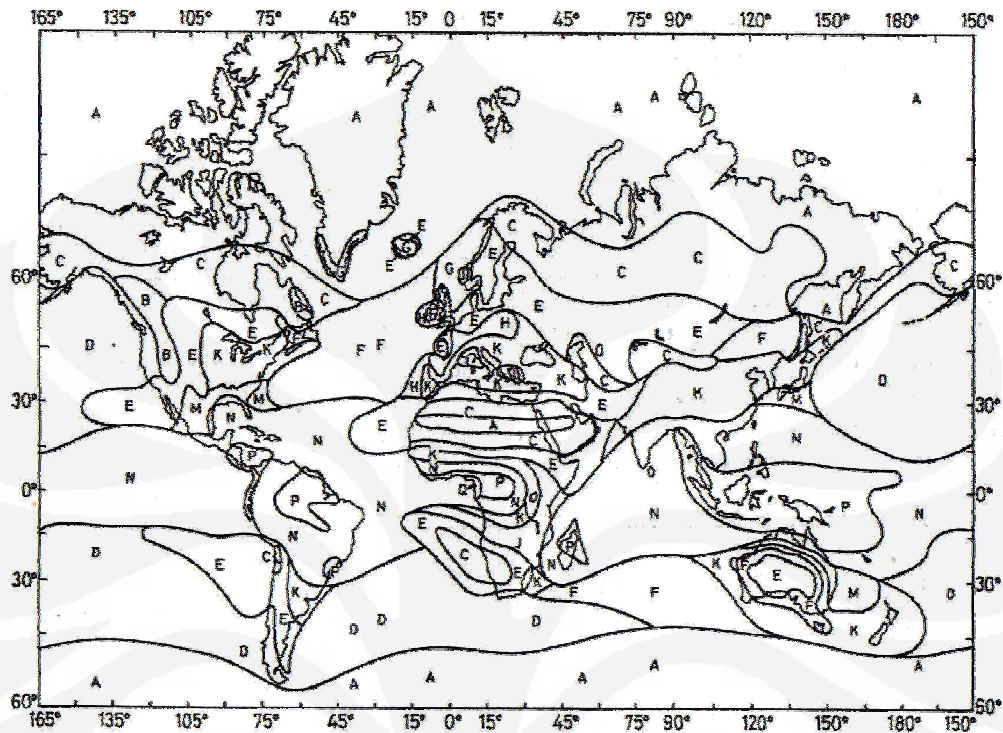
Sudjai, Miftadi. *Diktat Kuliah Komunikasi Satelit*, STTTelkom, Bandung. 2004

Pribadi, Firman. *Satelit Telkom-2 Telah Diluncurkan*, WorldPress, Bandung, 2005



LAMPIRAN

Lampiran 1 Intensitas Curah Hujan di Seluruh Dunia



Rain climatic zones for ITU
Regions 1 and 3; rainfall
intensity at 0.01%

Rain zone	Rainfall Intensity, mm/hr
A	8
B	12
C	15
D	19
F	27
F	28
G	30
K	42
M	63
N	95
P	145

Lampiran 2 Tabel E_b/N_0 terhadap BER

E_b/N_0 v BER for Common Modulation and Coding Sys Produced using Satmaster Pro

Key to Abbreviations:

BER: Bit Error Rate.
Eb/No(coded): Theoretical Eb/No with coding. (dB)
Margin: Implementation margin including group delay. (dB)
Eb/No(reqd): Eb/No required, IF back to back. (dB)

BPSK or QPSK, Rate 1/2 FEC (8 levels soft Viterbi)

BER	Eb/No(coded)	Margin	Eb/No (reqd)
10 ⁻³	3.0	1.2	4.2
10 ⁻⁴	3.8	0.9	4.7
10 ⁻⁵	4.5	0.9	5.4
10 ⁻⁶	5.2	0.9	6.1
10 ⁻⁷	5.8	0.9	6.7
10 ⁻⁸	6.3	0.9	7.2

BPSK or QPSK, Rate 3/4 FEC (8 levels soft Viterbi)

BER	Eb/No(coded)	Margin	Eb/No (reqd)
10 ⁻³	3.9	1.4	5.3
10 ⁻⁴	4.7	1.5	6.2
10 ⁻⁵	5.4	1.6	7.0
10 ⁻⁶	5.9	1.7	7.6
10 ⁻⁷	6.6	1.7	8.3
10 ⁻⁸	7.1	1.7	8.8

Lampiran 3 Tabel Redaman Hujan

Frekuensi (GHz)	Kh	Kv	Bh	Bv
4	0.00069	0.00059	1.134	1.111
6	0.00188	0.00160	1.311	1.268
7	0.00301	0.00265	1.332	1.312
8	0.00454	0.00395	1.327	1.310
9	0.0101	0.00887	1.276	1.264
12	0.0188	0.0168	1.217	1.200
15	0.0367	0.0355	1.154	1.128


Lampiran 4 Spesifikasi Perangkat Modem




RCST Specifications

Dimensions	1U High, 13.08" Width, 7.53" Depth	
Power	110/220 VAC Auto-sensing, Auto-ranging	
Temperature	0 ° to 40 ° C Operating; -20 ° to 70 ° C Storage	
Humidity	95% relative humidity non-condensing at 0 ° to 40 ° operating; 90% relative humidity non-condensing at 65 ° C non-operating	
Susceptibility	EN50082-1; 1997	
EMI	FCC Part 15, EN50022, CE	
Safety	UL/cUL 1950; EN60950; TUV; VDE	
Power Consumption	125 VA	
Function	Rear Panel Label	Specification
Power supply	<i>100-240V~ 60Hz/50Hz .56A/28A</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 50/60 Hz • Auto-range —100 VAC to 240 VAC, IEC 320
ODU IF connections	<i>Tx OUT Rx IN</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Tx —950-1750 MHz (L band), 75 Ohm, Type F female • Rx —950-1750 MHz (L band), 75 Ohm, Type F female
LAN Interface	<i>10/100BaseT</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 8-Pin RJ-45 Jack —IEEE 802.3 compatible, 10/100 BaseT physical interface
Auxiliary ODU Power (future)	<i>AUX, ODU PWR</i>	<ul style="list-style-type: none"> • +24 VDC, 4A Max., Barrel Pin Jack (Switchcraft 712RA)
	Modulator Output	Demodulator Input
GCU	N/A	-35 to -75 dBm
RCST	-18 to -30 dBm in .125 dBm steps	-30 to -70 dBm

Lampiran 5 Spesifikasi LNA


SPC ELECTRONICS CORPORATION

C-Band PLL LNB


Model PLV804FB

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

No	Item	Specification												
-1	RF Input Frequency	3.4 to 4.2 GHz												
-2	IF Output Frequency	950 to 1750 MHz												
-3	Local Frequency	5150 MHz nominal												
-4	Local Frequency Initial Offset	± 2 ppm max. @ -25°C												
-5	Local Frequency Stability	± 5 ppm max. @ -30°C to $+50^{\circ}\text{C}$, $+25^{\circ}\text{C}$ Reference												
-6	Local Oscillator Leakage	-45 dBm max. @ Waveguide input.												
-7	Local Phase Noise:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Offset Frequency</th> <th>Phase Noise</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100 Hz</td> <td>-60 dBc/Hz max.</td> </tr> <tr> <td>1 kHz</td> <td>-70 dBc/Hz max.</td> </tr> <tr> <td>10 kHz</td> <td>-80 dBc/Hz max.</td> </tr> <tr> <td>100 kHz</td> <td>-90 dBc/Hz max.</td> </tr> <tr> <td>1 MHz</td> <td>-100 dBc/Hz max.</td> </tr> </tbody> </table>	Offset Frequency	Phase Noise	100 Hz	-60 dBc/Hz max.	1 kHz	-70 dBc/Hz max.	10 kHz	-80 dBc/Hz max.	100 kHz	-90 dBc/Hz max.	1 MHz	-100 dBc/Hz max.
Offset Frequency	Phase Noise													
100 Hz	-60 dBc/Hz max.													
1 kHz	-70 dBc/Hz max.													
10 kHz	-80 dBc/Hz max.													
100 kHz	-90 dBc/Hz max.													
1 MHz	-100 dBc/Hz max.													
-8	Noise Temperature	50K max. @ $+25^{\circ}\text{C}$												
-9	Gain	55 to 70 dB Over Frequency & Temperature												
-10	Gain Ripple	1 dB p-p max per 27 MHz segment across the operating frequency band @ $+25^{\circ}\text{C}$.												
-11	Input VSWR	2.5:1 Typical												
-12	Output VSWR	2.5:1 max. @ 75 Ohms												
-13	Image Rejection	45 dB min.												
-14	1 dB Gain Compression Point	$+0$ dBm min.												
-15	RF Input Minimum	-130dBm min. @ Waveguide input excluding Rx out ± 1 MHz.												
-16	RF Input Stability	Conditionally stable (No oscillation) Source input VSWR $< 3.0:1$ at any phase angle. (w/o isolator)												
-17	Input Voltage	+15 to +24 V @ Supplied through center conductor of the IF cable.												
-18	Current	500 mA max.												

MECHANICAL SPECIFICATIONS

No	Item	Specification
-1	Input Interface	CPR-229G, W/Gasket Groove, Waterproof (mated with matching flange and gasket).
-2	Output Interface	F-Type, 75 Ω , female, Waterproof
-3	Size	180(L) mm x 100(W) mm x 70(H) mm max.
-4	Weight	Approx. 700 g
-5	Paint/Color	White, Munsell N9.5 semi-gloss
-6	Label	SPC Label



Servsat Communications, Inc. Sales@Servsat.com

1

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

The unit will be sealed and will meet the best commercial environmental specifications for exposure to precipitation, water, sand, salt, dust and sun, etc.

No	Item	Specification
-1	Operating Temperature	-30°C to +50°C
-2	Storage Temperature	-40°C to +60°C
-3	Thermal Gradient	-40°C/Hour
-4	Relative Humidity	Up to 100%, condensation and frost
-5	Altitude	Up to 10,000 feet @ Operating



Lampiran 6 Data Lokasi Perencanaan

Lokasi	Lat.	Long	Azimut	Elevasi	Slant range
1.Depot Biak	0.55S	136E	271.69	68.87	36150.27
2.Depot Jayapura	2.28S	140.38E	275.16	63.07	36433.05
3.Depot Bula	3.07S	130.27E	283.83	75.13	35905.74
4.Depot Dobo	5.46S	134.13E	288.21	70.03	36111.10
5.Depot Fak Fak	2.55S	132.17E	279.99	73.08	36019.10
6.Depot Kaimana	3.39S	133.44E	282.08	71.44	36066.78
7.Depot Labuha	0.62S	127.48E	273.73	78.82	35886.92
8.Depot Manokwari	0.53S	134.05E	271.84	71.14	36076.05
9.Depot Masohi	4.47S	128.95E	291.94	76.10	35942.91
10.Depot Merauke	8.30S	140.22E	289.46	62.33	36409.48
11.Depot Nabire	3.4S	135.5E	280.65	69.09	36142.64
12.Depot Namlea	3.15S	127.29E	288.57	78.46	35893.61
13.Depot Sanana	2.1S	126E	284.26	80.26	35862.05
14.Depot Saumlaki	7.59S	131.22E	299.35	72.13	36046.29
15.Depot Serui	1.53S	136.15E	274.60	68.63	36158.50
16.Depot Sorong	0.7S	131.17E	272.99	74.49	35981.66
17.Depot Ternate	0.48S	127.23E	267.02	79.12	35881.43
18.Depot Tobelo	1.45S	127.59E	261.48	78.59	35891.23
19.Depot Tual	5.49S	130.28E	293.73	74.21	35989.04