

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SIMULATOR
KOMUNIKASI SATELIT UNTUK *DVB* PADA
KU-BAND DI INDONESIA**

TUGAS AKHIR

Oleh

GEDE EKA CAHYADI

06 06 04 2576



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

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SIMULATOR
KOMUNIKASI SATELIT UNTUK *DVB* PADA
KU-BAND DI INDONESIA**

TUGAS AKHIR

Oleh

GEDE EKA CAHYADI

06 06 04 2576



**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 :

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SIMULATOR KOMUNIKASI SATELIT UNTUK *DVB* PADA *KU-BAND* DI INDONESIA

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, 9 Juli 2008

Gede Eka Cahyadi

NPM 06 06 04 2576

PENGESAHAN

Tugas akhir dengan judul :

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SIMULATOR
KOMUNIKASI SATELIT UNTUK *DVB* PADA *KU-BAND*
DI INDONESIA**

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 7 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai tugas akhir pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 9 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, 9 Juli 2008

Gede Eka Cahyadi

NPM 06 06 04 2576

Gede Eka Cahyadi
NPM 06 06 04 2576
Departemen Teknik Elektro

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

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SIMULATOR
KOMUNIKASI SATELIT UNTUK *DVB* PADA *KU-BAND*
DI INDONESIA**

ABSTRAK

Penggunaan *Ku-band* untuk sarana komunikasi pada siaran TV sudah dilakukan di Eropa dan Amerika sejak tahun 1980-an. Dengan penggunaan satelit sebagai sarana komunikasi wilayah layanan bisa lebih luas sampai wilayah yang belum tersentuh sarana komunikasi. Indonesia sebagai negara kepulauan, penggunaan satelit merupakan salah satu pilihan yang tidak dapat dihindari. Dimana dengan penggunaan satelit sebagai sarana komunikasi untuk siaran TV dapat memenuhi kebutuhan akan informasi maupun hiburan.

Pemanfaatan *Ku-band* untuk sarana komunikasi harus sudah mulai dilirik di Indonesia. Selain karena alokasi frekuensi untuk *C-band* sudah sangat penuh, pemanfaatan *Ku-band* mampu menghasilkan penggunaan diameter antena yang lebih kecil dan mendapatkan *bandwidth* yang lebih lebar. Tetapi komunikasi satelit pada *Ku-band* yang berada pada rentang frekuensi antara 12Ghz sampai dengan 18Ghz memiliki kendala pada redaman terhadap hujan yang cukup tinggi terlebih untuk wilayah tropis seperti Indonesia. Pada tugas akhir ini akan dirancang simulator sebagai alat bantu perhitungan komunikasi satelit pada *Ku-band* untuk aplikasi *DVB-S*. Dengan hasil perhitungan jalur komunikasi menggunakan simulator tersebut akan dianalisis sejauh mana *availability* yang dapat diterapkan di Indonesia dan perubahan apa yang dapat dilakukan untuk dapat meningkatkan *availability*.

Dari hasil perhitungan C/N_{total} untuk redaman hujan dengan *outage time* dari 0,3%, 0,1%, 0,03%, dan 0,01% didapatkan bahwa untuk kondisi terburuk pada kondisi hujan pada arah pancar dan arah terima dengan diameter antena 0,8m hanya mampu untuk *availabilty* sebesar 99,7%. Dengan peningkatan diameter antena terima menjadi 1m mampu menghasilkan *availability* sebesar 99,9%.

Kata kunci : *Ku-band*, *DVB-S*, TV Berbayar, Redaman Hujan, C/N_{total}

Gede Eka Cahyadi
NPM 06 06 04 2576
Electro Department Engineering

Counselor
I. Ir. Rochmah N Soekardi M.EngSc

**DESIGN AND IMPLEMENTATION SIMULATOR
SATTELITE COMMUNICATION FOR DVB USING KU-BAND
IN INDONESIA**

ABSTRACT

Broadcasts TV using DVB-S has been using in Europe and America since 1980. With satellite communication, the coverage can handle a large of service area. Especially for Indonesia witch area is archipelago, using satellite as medium of communication can't be avoided. By using satellite services can fulfill the information needed from TV as medium information and entertainment.

Ku-band for satellite communications must start to be using in Indonesia. Not only because other frequencies like C-band already full but with Ku-band we can using smaller diameter of antenna and obtain greater bandwidth. But with using Ku-band in tropical region like Indonesia, the attenuation of rain is bigger then other frequencies. Beside on that condition, in this final project will make a simulator to help calculating satellite communication link budget. From that result will analyze what availability can be achieved for Indonesia region and analyze what factor can be changed to find better availability.

C/N_{total} for rain attenuation with outage time 0,3%, 0,1%, 0,03%, and 0,01% can be found that in worstest condition witch rain in uplink and downlink site, availabiliy that can be achived is 99,7% by using 0,8m of reciever antenna diameter. For availability 99,9%, the receiver antenna need to be improved to 1m.

Keywords : Ku-band, DVB-S, Pay TV, Rain Attenuation, C/N_{total}

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 TUJUAN PENULISAN	2
1.4 PEMBATAAN MASALAH	2
1.5 METODOLOGI PENELITIAN	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II LANDASAN TEORI SATELIT	5
2.1 SISTEM KOMUNIKASI SATELIT	5
2.2 ORBIT GEOSTASIONER.....	6
2.3 ASIMUT, ELEVASI, DAN JARAK STASIUN BUMI KE SATELIT	6
2.4 METODA AKSES	8
2.5 TRANSPONDER SATELIT.....	9
2.6 STASIUN BUMI.....	11
2.6.1 <i>Feedhorn</i>	11
2.6.2 <i>LNA</i>	11
2.6.3 <i>TWTA</i>	11
2.6.4 <i>RFT</i>	11

2.6.5	<i>MODEM</i>	12
2.7	PERHITUNGAN JALUR KOMUNIKASI.....	12
2.7.1	Redaman <i>Feeder</i>	13
2.7.2	Penguatan Antena.....	13
2.7.3	<i>EIRP</i>	13
2.7.4	Redaman Salah Sorot.....	14
2.7.5	Redaman Ruang Bebas.....	14
2.7.6	Redaman Hujan	14
2.7.7	Redaman Gas Atmosfer.....	17
2.7.8	<i>Figure of Merit</i>	17
2.7.9	Perhitungan <i>Bandwidth</i>	18
2.7.10	<i>C/N</i>	18
2.7.11	Pengkodean.....	19
2.7.12	Teknik Modulasi.....	19
BAB III PERANCANGAN SIMULATOR		
	PERHITUNGAN JALUR KOMUNIKASI.....	21
3.1	SEKILAS TENTANG FLASH	21
3.2	MODEL PERANCANGAN.....	22
3.3	REALISASI PROGRAM.....	23
3.3.1	<i>Frame 1</i>	23
3.3.2	<i>Frame 2</i>	26
3.3.3	<i>Frame 3</i>	26
3.3.3.1	<i>Decoder</i>	29
3.3.3.2	<i>MPEG 2 encoder</i>	29
3.3.3.3	<i>Multiplexer</i>	30
3.3.3.4	<i>Spesifikasi pemancar</i>	30
3.3.3.5	<i>Spesifikasi TVRO</i>	31
3.3.3.6	<i>Redaman ruang bebas</i>	32
3.3.3.7	<i>Redaman cuaca</i>	33
3.3.3.8	<i>Redaman atmosfer</i>	36
3.3.3.9	<i>Spesifikasi Satelit</i>	37
3.3.3.10	<i>Perhitungan C/N_{total}</i>	37

BAB IV ANALISIS PERHITUNGAN JALUR KOMUNIKASI	40
4.1 REDAMAN RUANG BEBAS	40
4.2 REDAMAN HUJAN.....	41
4.3 <i>FIGURE OF MERIT</i>	42
4.3.1 Pada Kondisi Cerah	43
4.3.2 Pada Kondisi Hujan dengan Diameter Antena 0,8m.....	43
4.3.3 Pada Kondisi Hujan dengan Diameter Antena 1m.....	44
4.3.4 Pada Kondisi Hujan dengan Diameter Antena 1,2m.....	45
4.3.5 Pada Kondisi Hujan dengan Diameter Antena 1,4m.....	45
4.4 C/N_{total}	46
4.4.1 Kondisi Cerah pada Sisi <i>Uplink</i> dan <i>Downlink</i>	47
4.4.2 Kondisi Hujan pada Sisi <i>Uplink</i>	48
4.4.3 Kondisi Hujan pada Sisi <i>Downlink</i>	48
4.4.4 Kondisi Hujan pada Sisi <i>Uplink</i> dan <i>Downlink</i>	52
BAB V KESIMPULAN	56
DAFTAR ACUAN	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 2.1	Konfigurasi sistem komunikasi satelit	5
Gambar 2.2	Orbit geostasioner	6
Gambar 2.3	Ilustrasi azimuth dan elevasi	7
Gambar 2.4	Ilustrasi jarak dari stasiun bumi ke satelit	8
Gambar 2.5	Grafik karakteristik transponder	9
Gambar 2.6	Blok dasar transponder dengan dua <i>converter</i> untuk 14/11Ghz	10
Gambar 2.7	Blok dasar stasiun bumi	11
Gambar 2.8	Parameter perhitungan link	12
Gambar 2.9	Model geometri pengukuran redaman hujan	15
Gambar 3.1	Diagram alir perancangan simulator	22
Gambar 3.2	Tampilan <i>frame 1</i>	23
Gambar 3.3	Tampilan <i>frame 3</i>	27
Gambar 3.4	Tampilan keluaran tombol <i>CAS</i>	28
Gambar 3.5	Tampilan keluaran tombol <i>MPEG-2 Encoder</i>	28
Gambar 3.6	<i>Footprint</i> untuk wilayah Indonesia	37
Gambar 4.1	Grafik jarak <i>TVRO</i> terhadap satelit untuk masing- masing kota	40
Gambar 4.2	Grafik redaman ruang bebas untuk masing-masing kota	41
Gambar 4.3	Grafik redaman hujan untuk masing-masing kota	42
Gambar 4.4	Grafik <i>G/T</i> pada kondisi cerah untuk masing-masing kota	43
Gambar 4.5	Grafik <i>G/T</i> pada kondisi hujan menggunakan antena berdiameter 0,8m	43
Gambar 4.6	Grafik <i>G/T</i> pada kondisi hujan menggunakan antena berdiameter 1m	44

Gambar 4.7	Grafik G/T pada kondisi hujan menggunakan antena berdiameter 1,2m	45
Gambar 4.8	Grafik G/T pada kondisi hujan menggunakan antena berdiameter 1,4m	46
Gambar 4.9	Grafik C/N_{total} pada kondisi cerah	47
Gambar 4.10	Grafik C/N_{total} pada kondisi hujan di arah pancar	48
Gambar 4.11	Grafik C/N_{total} pada kondisi hujan di arah terima	49
Gambar 4.12	Grafik C/N_{total} pada kondisi hujan di arah terima dengan polarisasi vertikal	49
Gambar 4.13	Grafik C/N_{total} pada kondisi hujan di arah terima dengan polarisasi horisontal	51
Gambar 4.14	Grafik C/N_{total} pada kondisi hujan di arah pancar dan terima	52
Gambar 4.15	Grafik C/N_{total} pada kondisi hujan di arah pancar dan terima menggunakan polarisasi horisontal pada arah pancar dengan perubahan diameter antena pancar, daya pancar, dan diameter antena terima	53
Gambar 4.16	Grafik C/N_{total} pada kondisi hujan di arah pancar dan terima menggunakan polarisasi vertikal pada arah pancar	54
Gambar 4.17	Grafik C/N_{total} pada kondisi hujan di arah pancar dan terima menggunakan polarisasi vertikal pada arah pancar dengan perubahan diameter antena pancar, daya pancar, dan diameter antena terima	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Hasil perhitungan penguatan antena dengan diameter yang beragam	31
Tabel 3.2 Rentang G/T untuk kondisi yang beragam	32

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Peta wilayah hujan 60
Lampiran 2	Tabel curah hujan 61
Lampiran 3	Tabel koefisien regresi 62
Lampiran 4	Grafik redaman gas atmosfer 63
Lampiran 5	Daftar kota yang diamati 64
Lampiran 6	<i>Figure of Merit</i> untuk kondisi cerah 65
Lampiran 7	<i>Figure of Merit</i> untuk kondisi hujan 66
Lampiran 8	Hasil perhitungan redaman hujan 67
Lampiran 9	C/N_{total} pada cuaca cerah 68
Lampiran 10	C/N_{total} pada cuaca hujan pada arah pancar 69
Lampiran 11	C/N_{total} pada cuaca hujan di arah terima 70
Lampiran 12	C/N_{total} pada cuaca hujan di arah terima menggunakan polarisasi vertikal 71
Lampiran 13	C/N_{total} pada cuaca hujan di arah terima menggunakan polarisasi horizontal dengan antena terima 0,8m, 1m, 1,5m, dan 2,5m 72
Lampiran 14	C/N_{total} pada cuaca hujan di arah terima menggunakan polarisasi horizontal dengan antena terima 0,8m, 1,2m, 2,4m, dan 4,8m 73
Lampiran 15	C/N_{total} pada cuaca hujan di arah pancar dan terima 74
Lampiran 16	C/N_{total} pada cuaca hujan di arah pancar dan terima dengan menggunakan polarisasi horisontal pada arah pancar 75
Lampiran 17	C/N_{total} pada cuaca hujan di arah pancar dan terima dengan menggunakan polarisasi vertikal pada arah pancar 76

Lampiran 18	<i>C/N_{total}</i> pada cuaca hujan di arah pancar dan terima dengan menggunakan polarisasi vertikal pada arah pancar dengan perubahan diameter antena	77
Lampiran 19	<i>Actionscript</i> untuk perhitungan <i>C/N_{total}</i>	78



DAFTAR SINGKATAN

<i>BEC</i>	<i>Backward Error Correction</i>
<i>BER</i>	<i>Bit Error Rate</i>
<i>CCIR</i>	<i>Committee Consultative International of Radio diffusion</i>
<i>CDMA</i>	<i>Code Division Multiple Access</i>
<i>C/N</i>	<i>Carrier to Noise Ratio</i>
<i>C/N_{req}</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>CATV</i>	<i>Cable Antenna Television</i>
<i>CCIR</i>	<i>International Radio Consultative Committee</i>
<i>DVB</i>	<i>Digital Video Broadcasting</i>
<i>DVB-S</i>	<i>Digital Video Broadcasting Satellite</i>
<i>E_b/N_o</i>	<i>Energy bit to Noise Ratio</i>
<i>EBU</i>	<i>European Broadcasting Union</i>
<i>EIRP</i>	<i>Effective Isotropic Radiated Power</i>
<i>ETSI</i>	<i>European Telecommunication Standard Institute</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>HPBW</i>	<i>Half Power Bandwidth</i>
<i>IBO</i>	<i>Input Back Off</i>
<i>IEC</i>	<i>International Electro technical Commission</i>
<i>IF</i>	<i>Intermediate Frequency</i>
<i>IRL</i>	<i>Isotropic Receive Level</i>
<i>ISO</i>	<i>International Standard Organization</i>
<i>ITU</i>	<i>International Standard Unit</i>
<i>LNA</i>	<i>Low Noise Amplifier</i>
<i>LNB</i>	<i>Low Noise Block</i>



<i>Modem</i>	<i>Modulator-demodulator</i>
<i>MPEG</i>	<i>Motion Picture Experts Groups</i>
<i>OBO</i>	<i>Output Back Off</i>
<i>OMT</i>	<i>Orthomode Transducer</i>
<i>PAD</i>	<i>Power Attenuator Density</i>
<i>QPSK</i>	<i>Quadrature Phase Shift Keying</i>
<i>RF</i>	<i>Radio Frequency</i>
<i>RFT</i>	<i>Radio Frequency Transceiver</i>
<i>SDTV</i>	<i>Standard Definition Television</i>
<i>SFD</i>	<i>Saturated Flux Density</i>
<i>SMATV</i>	<i>Satellite Master Antenna Television</i>
<i>TDMA</i>	<i>Time Division Multiple Access</i>
<i>TVRO</i>	<i>Television Receive Only</i>
<i>TWTA</i>	<i>Travelling Wave Tube</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dewasa ini perkembangan teknologi telekomunikasi cukup pesat, ini pun terjadi pada teknologi komunikasi satelit. Dibanding teknologi terestrial, sistem komunikasi satelit memiliki kelebihan di sisi luas wilayah cakupan layanan. Teknologi satelit dapat memenuhi kebutuhan informasi untuk *user* di daerah yang belum terpasang jaringan komunikasi terestrial. Salah satunya adalah pemanfaatan satelit komunikasi untuk siaran TV. Pemanfaatan satelit untuk siaran TV khususnya pada *Ku-band* sudah dilakukan negara-negara maju seperti Amerika Serikat serta negara-negara Eropa lainnya sejak 1980-an. Sedangkan untuk Indonesia sendiri pemanfaatan *Ku-band* untuk siaran TV berbayar baru dimulai tahun 2006.

Pemanfaatan *Ku-band* untuk sarana komunikasi harus sudah mulai dilirik di Indonesia. Selain karena alokasi frekuensi untuk *C-band* sudah sangat penuh, pemanfaatan *Ku-band* mampu menghasilkan penggunaan diameter antena yang lebih kecil sehingga lebih mudah untuk proses instalasi dan lebih murah biaya produksinya. Tetapi komunikasi satelit pada *Ku-band* yang berada pada rentang frekuensi antara 12Ghz sampai dengan 18Ghz memiliki kendala pada redaman terhadap hujan yang cukup tinggi terlebih untuk wilayah tropis seperti Indonesia.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan perancangan dan pembuatan simulator untuk membantu proses perhitungan jalur komunikasi satelit untuk aplikasi *DVB* pada *Ku-band*. Simulator yang dimaksud akan dibuat menggunakan Adobe Flash CS3. Dengan simulator tersebut akan dianalisis untuk mengetahui seberapa besar pengaruh redaman hujan pada *Ku-band* untuk dipergunakan pada *DVB-S* yang diaplikasikan untuk layanan TV berbayar. Dari besar pengaruh redaman hujan tersebut, akan dicari solusi yang mampu mengurangi faktor redaman hujan tersebut. Sehingga diharapkan akan diketahui berapa *availability* yang mampu dicapai dari penggunaan *Ku-band* untuk wilayah tropis seperti Indonesia.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang penelitian yang disebutkan diatas, maka masalah yang diteliti dirumuskan sebagai berikut:

- a. Pemodelan untuk transmisi satelit *Ku-band* yang digunakan untuk aplikasi *DVB-S*.
- b. Perancangan dan pembuatan simulator untuk membantu proses perhitungan jalur komunikasi menggunakan aplikasi Adobe Flash CS3.
- c. Akibat pemanfaatan satelit *Ku-band* yang bekerja pada frekuensi 12/18GHz pada kondisi curah hujan yang tinggi, maka efek redaman hujan sangat berpengaruh besar terhadap sistem transmisi itu sendiri. Dimana akan dianalisis untuk mengetahui sejauh mana pengaruh kasus ini terhadap transmisi satelit pada berbagai kondisi cuaca dengan menggunakan pada aplikasi *DVB-S*.

1.3 TUJUAN PENULISAN

Tujuan yang diharapkan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

- a. Menghasilkan simulator sebagai alat bantu perhitungan jalur komunikasi satelit untuk aplikasi *DVB* pada *Ku-band*.
- b. Dari hasil perhitungan menggunakan simulator tersebut akan dianalisis untuk mengetahui sejauh mana pengaruh redaman hujan terhadap propagasi dan transmisi satelit *Ku-band* pada berbagai keadaan cuaca.
- c. Melihat sejauh mana *availability* yang dapat dicapai penggunaan *Ku-band* untuk aplikasi *DVB* di Indonesia dan apa saja yang dapat dilakukan agar mendapatkan *availability* yang lebih baik.

1.4 PEMBATAAN MASALAH

Adapun ruang lingkup dan batasan masalah yang dianalisa dalam tugas akhir ini adalah :

- a. Perancangan dan pembuatan simulator menggunakan Adobe Flash CS3.
- b. Pengaruh transmisi satelit untuk aplikasi *DVB-S* akan dilihat dari pengaruh redaman hujan sesuai dengan rekomendasi *ITU-R* untuk *outage time* 0,3%, 0,1%, 0,03%, dan 0,01%.

- c. Modulasi dan pengkodean yang digunakan adalah *QPSK* dan kode penebar menggunakan *reed solomon*.
- d. Satelit yang digunakan pada tugas akhir ini adalah satelit Measat3 dengan frekuensi *uplink* 14Ghz dan *downlink* 12Ghz.

1.5 METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini adalah studi *literature* terhadap jurnal-jurnal dan teori yang sudah ada kemudian dilakukan perhitungan untuk pemodelan sistem transmisi melalui satelit *Ku-band* dengan memperhatikan permasalahan redaman hujan satelit untuk aplikasi *DVB*.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Pada tugas akhir ini terdiri dari empat bab, yaitu :

BAB I : PENDAHULUAN

Memuat tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI SATELIT

Memuat tentang sistem komunikasi satelit yang meliputi penentuan arah antena ke satelit, faktor peredam pada komunikasi satelit, dan dasar teori perhitungan *power link budget* pada komunikasi satelit.

BAB III : PERANCANGAN SIMULATOR DAN PERHITUNGAN JALUR KOMUNIKASI

Memuat tentang perancangan simulator menggunakan Adobe Flash CS3 dan parameter yang diperlukan dalam perhitungan yang nantinya dilakukan perhitungan pada bab ini.

BAB IV : ANALISIS PERHITUNGAN JALUR KOMUNIKASI

Memuat analisis dari perhitungan pada bab III untuk melihat *availability* yang dapat dicapai pada *Ku-band* di wilayah Indonesia untuk aplikasi *DVB*. Pada bab ini juga dilakukan beberapa perubahan

pada parameter perhitungan untuk mendapatkan *availability* yang lebih baik.

BAB IV : KESIMPULAN

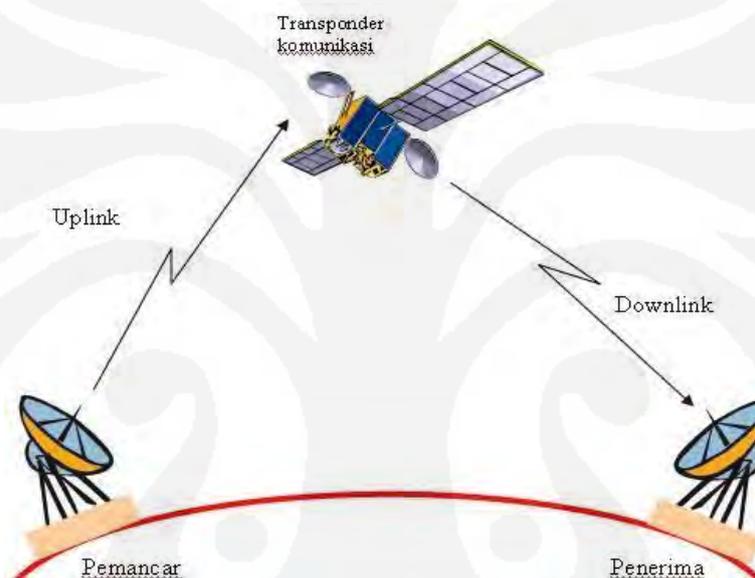
Memuat kesimpulan pengaruh redaman hujan terhadap komunikasi satelit pada *Ku-band* untuk aplikasi *DVB-S* dan sejauh mana *availability* yang dapat dicapai di Indonesia.

BAB II

LANDASAN TEORI SATELIT

2.1 SISTEM KOMUNIKASI SATELIT

Prinsip dasar dari sistem komunikasi satelit adalah sistem komunikasi radio dengan menggunakan satelit sebagai *repeater*. Konfigurasi dari sistem komunikasi satelit dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.1 Konfigurasi sistem komunikasi satelit

Beberapa kelebihan dari sistem komunikasi satelit adalah :

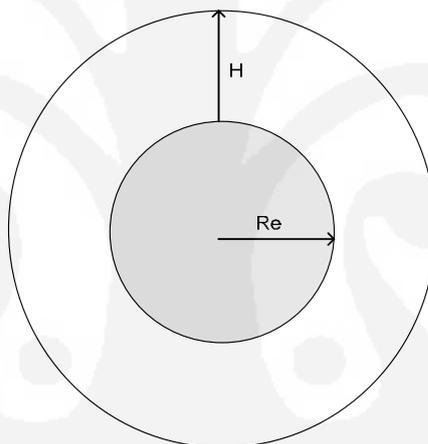
- Memiliki wilayah cakupan yang luas.
- Dapat menjangkau daerah-daerah pedalaman yang belum terjangkau sarana telekomunikasi.
- Dapat digunakan sebagai sistem *point to point* atau *point to multipoint (broadcast)*.

Bagian utama dari sistem komunikasi satelit terdiri dari *ground segment* dan *space segment*. *Ground segment* yaitu seluruh perangkat yang terdapat di stasiun bumi sedangkan *space segment* adalah satelit yang berada pada orbitnya. Secara umum stasiun bumi dapat berfungsi sebagai pemancar ataupun penerima. Dalam

tugas akhir ini stasiun bumi terdiri dari *TVRO* yaitu stasiun bumi berukuran kecil yang hanya berfungsi sebagai penerima siaran TV dari satelit dan stasiun bumi yang berfungsi sebagai pemancar siaran TV.

2.2 ORBIT GEOSTASIONER [3]

Orbit geostasioner merupakan orbit dimana satelit kelihatan relatif tetap bila dilihat dari satu titik diatas permukaan bumi. Satelit yang berada pada orbit ini sering disebut sebagai satelit geostasioner. Pada satelit geostasioner, satelit akan mempunyai orbit 0° . Selain itu, satelit harus mengorbit bumi dalam arah yang sama dengan putaran bumi dan kecepatan yang sama. Untuk mencapai kecepatan yang konstan tersebut maka harus dibuat hukum Kapler II yang memenuhi orbit sirkular. Orbit geostasioner tersebut dapat digambarkan pada gambar di bawah ini,



Gambar 2.2 Orbit geostasioner

Dimana :

Re = jari-jari katulistiwa bumi = 6.378,14 Km

H = ketinggian orbit diatas katulistiwa bumi = 35.768 Km

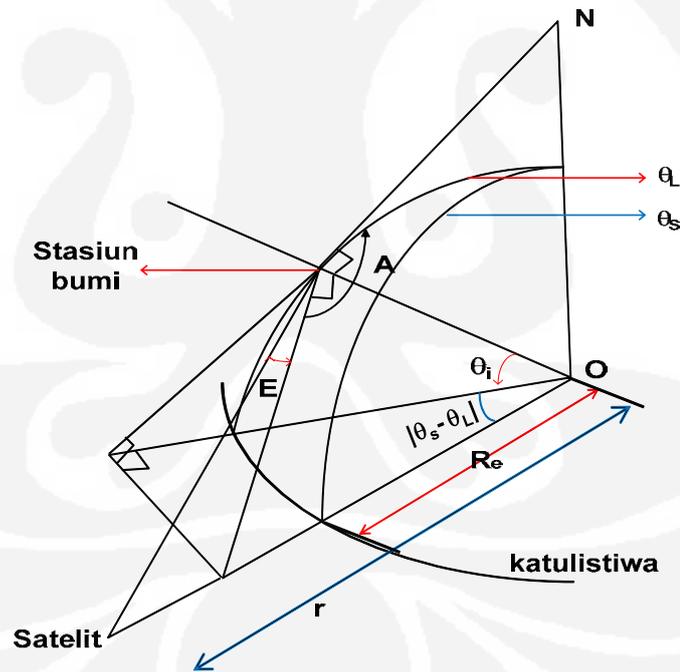
2.3 ASIMUT, ELEVASI, DAN JARAK KE SATELIT[3]

Suatu posisi antena stasiun bumi dapat ditentukan dengan menggunakan sudut asimut (A) dan sudut elevasi (E) berdasarkan pada posisi lintang (Θ_i) dan posisi bujur (Θ_L) stasiun bumi serta bujur satelit (Θ_s). Penentuan arah asimut dapat menggunakan persamaan berikut [3] :

$$A^- = \left| \tan^{-1} \left(\frac{\tan(\theta_s - \theta_L)}{\sin \theta_i} \right) \right| \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

Sedangkan untuk menentukan sudut asimut ada beberapa langkah yang harus dilakukan, diantaranya :

- Jika stasiun bumi terletak di lintang utara
 - Stasiun bumi terletak di sebelah barat satelit
 $A = 180^\circ - A^-$
 - Stasiun bumi terletak di sebelah timur satelit
 $A = 180^\circ + A^-$
- Jika stasiun bumi terletak di lintang selatan
 - Stasiun bumi terletak di sebelah barat satelit
 $A = A^-$
 - Stasiun bumi terletak di sebelah timur satelit
 $A = 360^\circ - A^-$



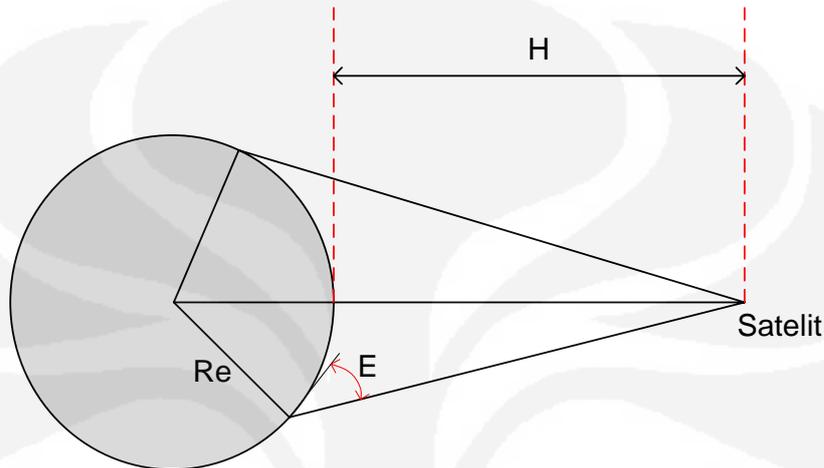
Gambar 2.3 Ilustrasi asimut dan elevasi[3]

Untuk penentuan elevasi menggunakan persamaan berikut :

$$E = \tan^{-1} \left(\frac{r - R_e \cdot \cos \theta_i \cdot \cos |\theta_s - \theta_L|}{R_e \cdot \sin \left[\cos^{-1} (\cos \theta_i \cdot \cos |\theta_s - \theta_L|) \right]} \right) - \cos^{-1} (\cos \theta_i \cdot \cos |\theta_s - \theta_L|) \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

Jarak dari stasiun bumi maupun *TVRO* ke satelit dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$d = \left((Re+H)^2 + Re^2 - 2Re(Re+H) \cdot \sin \left[E + \sin^{-1} \left(\frac{Re}{Re+H} \cos E \right) \right] \right)^{1/2} \dots\dots\dots(2.3)$$



Gambar 2.4 Ilustrasi jarak dari stasiun bumi ke satelit[3]

Dimana :

- A = sudut asimut ($^{\circ}$)
- A^{-} = sudut asimut positif ($^{\circ}$)
- E = sudut elevasi ($^{\circ}$)
- d = jarak dari stasiun bumi ke satelit (Km)
- r = jari-jari orbit geostasioner (Km) = 42146,14Km
- Re = jari-jari bumi (Km)
- θ_i = posisi lintang stasiun bumi ($^{\circ}$)
- θ_s = posisi bujur satelit ($^{\circ}$)
- θ_L = posisi bujur stasiun bumi ($^{\circ}$)

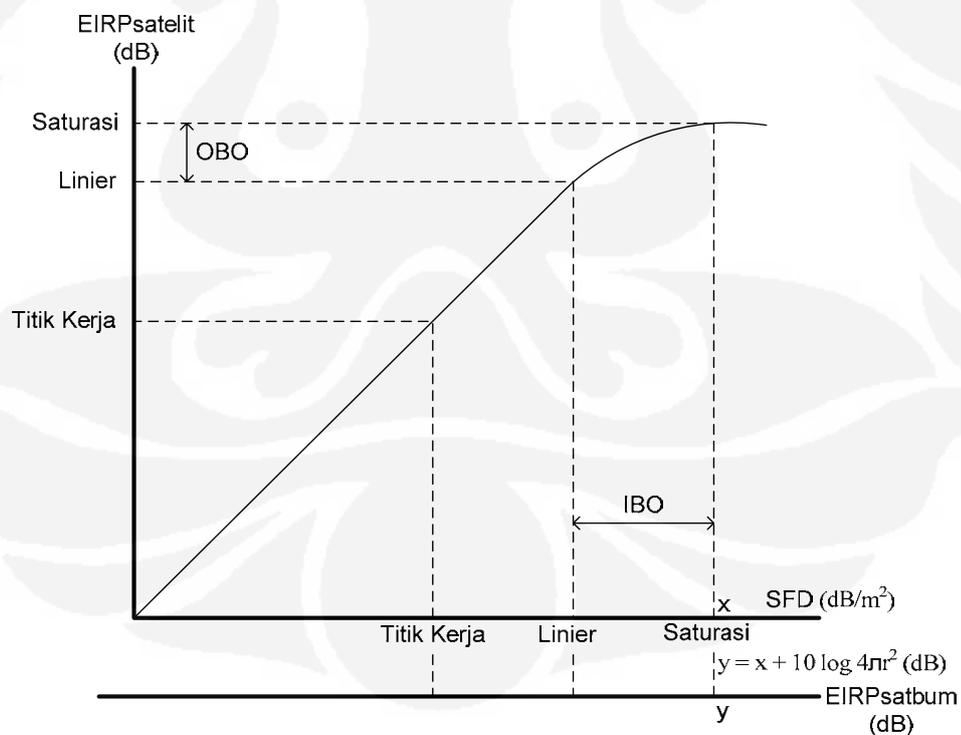
2.4 METODA AKSES[1]

Metoda akses merupakan kemampuan dari penerima untuk mengakses satelit bersama-sama dengan penerima yang lain. Ada tiga macam metoda akses yang umum dikenal, yaitu *FDMA*, *TDMA*, dan *CDMA*. Pada sistem komunikasi satelit metoda akses yang biasa dikenakan adalah *FDMA* dan *TDMA*. Pada *FDMA*

waktu penggunaan sepanjang waktu dimana setiap pengguna diatur berdasarkan pembagian frekuensi. Sedangkan pada *TDMA* frekuensi pembawa yang sama dipakai bersama-sama oleh banyak pengguna yang diatur berdasarkan pembagian waktu. Sistem komunikasi satelit satu arah seperti *TV broadcast* via satelit menggunakan metoda akses *FDMA* sebagai akses masuk pemancar ke transponder, sedangkan penerima *TVRO* tidak memiliki akses ke transponder karena hanya bisa menerima sinyal dari satelit saja.

2.5 TRANSPONDER SATELIT[2]

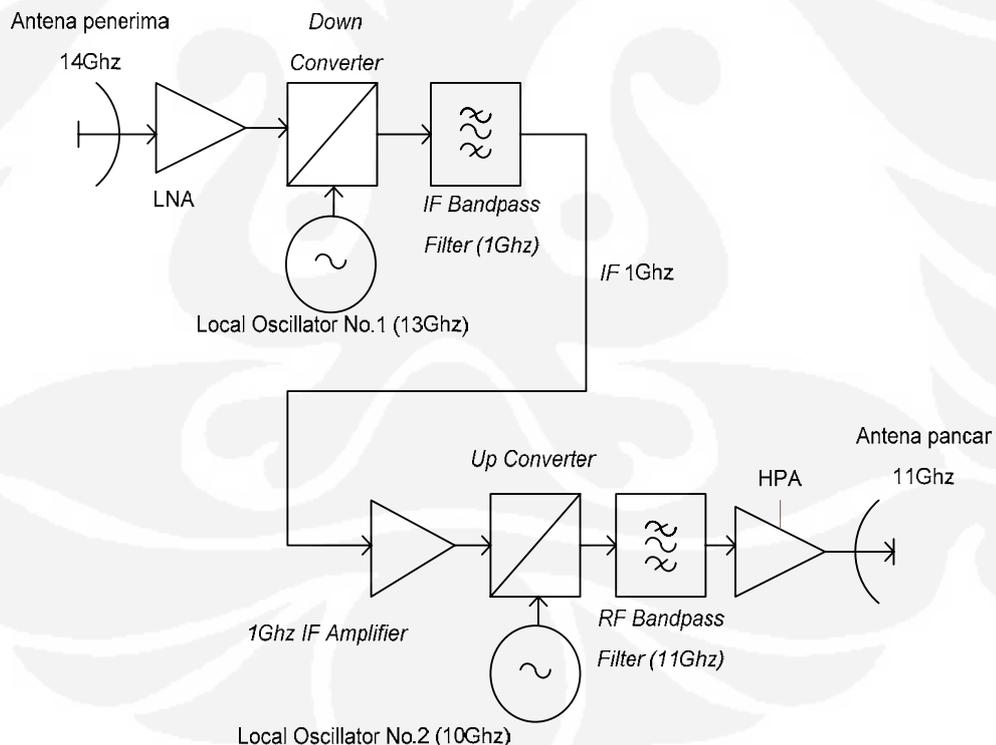
Selain berfungsi sebagai repeater, transponder juga berfungsi sebagai *amplifier*. Pada satelit yang berfungsi memperkuat sinyal dari bumi dan memancarkan kembali disebut transponder. Transponder bisa digunakan untuk pengiriman *single carrier* maupun *multiple carrier*, dimana penransmisian ini akan mempengaruhi daya keluaran transponder. Untuk memberikan daya keluaran yang baik, maka transponder menggunakan sistem penguat seperti *TWTA* atau *SSPA*. Karakteristik kerja transponder dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.5 Grafik karakteristik transponder[2]

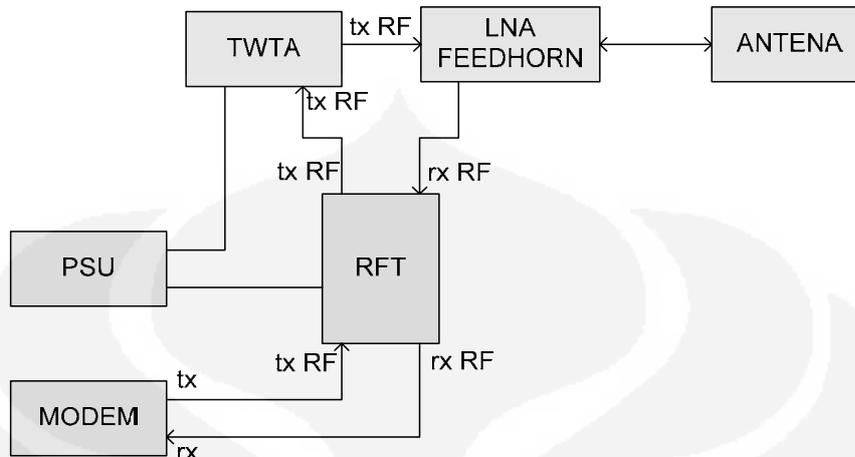
Jika transponder ditempati oleh banyak *carrier*, maka akan muncul derau *intermodulasi* akibat titik kerja yang bergeser mendekati titik saturasi. Untuk menekan derau ini maka titik kerja harus berada pada daerah linier, dimana daya input transponder harus di *back-off (IBO)* sesuai dengan parameter teknis satelit. Penggunaan *PAD* pun dimaksudkan untuk tujuan yang serupa disamping untuk menambah kapasitas satelit.

Transponder yang digunakan pada frekuensi 14/11Ghz, biasanya menggunakan dua pengubah frekuensi seperti terlihat pada gambar 2.6. Hal ini dikarenakan lebih mudah untuk membuat *filter, amplifier, dan equalizers* pada *intermediate frekuensi (IF)* seperti 1100Mhz jika dibandingkan pada frekuensi 14Ghz ataupun 11Ghz. Jadi sinyal 14Ghz yang diterima diturunkan dulu menjadi IF sekitar 1Ghz. Lalu barulah proses penguatan dan filterisasi dilakukan pada frekuensi 1Ghz. Setelah proses tersebut baru dirubah lagi menjadi frekuensi 11Ghz.



Gambar 2.6 Blok dasar transponder dengan dua *converter* untuk 14/11Ghz[2]

2.6 STASIUN BUMI[5]



Gambar 2.7 Blok dasar stasiun bumi

Berikut penjelasan umum mengenai blok diagram diatas :

2.6.1 FEEDHORN

Feedhorn adalah penghubung radiasi antena dengan *LNA* dan *TWTA*. Salah satu bagian dari *feedhorn* adalah *OMT* yang berfungsi sebagai pemisah antara pemancar dan penerima.

2.6.2 LNA

Satelit geostasioner yang mengorbit $\pm 36.000\text{Km}$ dari permukaan menyebabkan sinyal yang diterima stasiun bumi lebih kecil dibanding dengan derau. Untuk itu diperlukan suatu perangkat yang dapat menguatkan sinyal sekaligus menekan derau. Perangkat tersebut adalah *LNA*.

2.6.3 TWTA

Pada komunikasi satelit dengan menggunakan frekuensi *Ku-band* besarnya *FSL* adalah 206dB untuk pancar dan 204dB untuk terima. Agar sinyal yang dipancarkan stasiun bumi dapat mencapai satelit maka diperlukan suatu perangkat penguat sinyal. Perangkat tersebut adalah *TWTA*.

2.6.4 RFT

Perangkat *RFT* memiliki beberapa fungsi diantaranya :

- Sebagai penguat sinyal *Tx* dan *Rx*. *RFT* menguatkan sinyal *Tx* yang berasal dari *modem* dan menguatkan sinyal *Rx* yang berasal dari *LNA*.

- b. Sebagai *Up converter*, RFT mengubah *IF* (52Mhz – 88Mhz) berasal dari *modem* menjadi frekuensi *Ku-band* pancar (13,79Ghz – 14,45Ghz) selanjutnya dipancarkan ke *TWTA*.
- c. Sebagai *down converter*, RFT mengubah frekuensi *Ku-band* terima yang berasal dari *LNA* menjadi *IF* (52Mhz – 88Mhz) selanjutnya dipancarkan ke *modem*.
- d. Sebagai pemberi tegangan *DC* kepada *LNA*. Bagian *Rx RF* pada *RFT* mengeluarkan tegangan antara 13Volt *DC* sampai 18Volt *DC*.

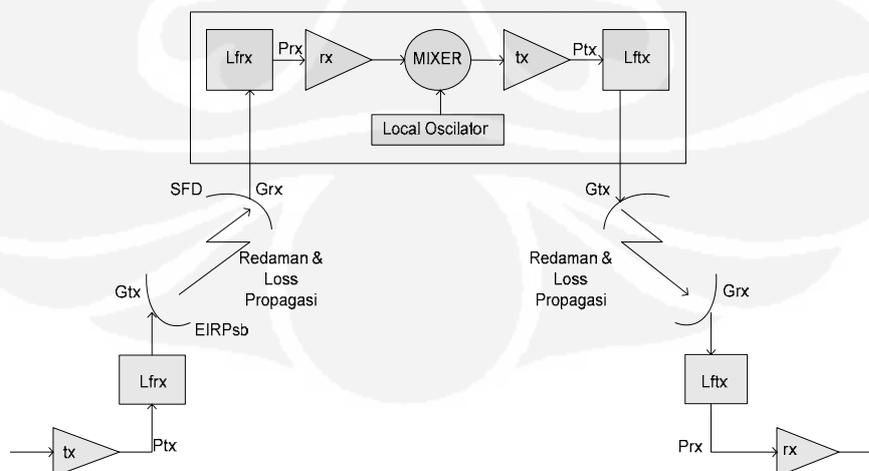
2.6.5 MODEM

Perangkat *modem* memiliki beberapa fungsi diantaranya :

- a. *Modulator*, mengubah sinyal *baseband* menjadi sinyal analog dengan frekuensi 52Mhz – 88Mhz.
- b. *Demodulator*, mengubah sinyal analog 52Mhz – 88Mhz menjadi sinyal *baseband*.

2.7 PERHITUNGAN JALUR KOMUNIKASI

Perhitungan jalur komunikasi berguna untuk menilai kualitas jalur komunikasi agar dicapai rancangan sistem dengan kualitas yang sesuai dengan yang diharapkan. Hasil akhir perhitungan jalur komunikasi akan memperlihatkan pemakaian daya dan *bandwidth* yang dibutuhkan sejumlah pembawa pada transponder satelit. Parameter-parameter yang diperlukan dalam perhitungan jalur komunikasi dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 2.8 Parameter perhitungan jalur komunikasi[1]

2.7.1 Redaman Feeder

Redaman ini disebabkan antara pemancar dengan antenna dihubungkan oleh suatu saluran yang akan menyebabkan terjadinya redaman. Saluran yang biasanya digunakan untuk menghubungkan antara keluaran HPA dengan antenna adalah *waveguide*. Untuk rugi-rugi pada saluran ini dibagi atas dua bagian yaitu pada bagian pemancar yang disimbolkan dengan L_{Ftx} dan pada bagian penerima yang disimbolkan dengan L_{Frx} .

2.7.2 Penguatan Antena[1]

Penguatan antenna didefinisikan sebagai perbandingan daya pancar suatu antenna terhadap antenna referensi, biasanya isotropik. Persamaan penguatan untuk antenna parabolik dapat dicari dengan persamaan berikut

$$G = \eta \left(\frac{\pi^2 d^2}{\lambda} \right) = \eta \left(\frac{\pi f d}{c} \right)^2 \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

atau secara logaritmis

$$G(dB) = 20,45 + 20 \log f + 20 \log d + 10 \log \eta \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana :

- d = diameter antenna (m)
- λ = panjang gelombang (m)
- f = frekuensi kerja pancar/terima (Ghz)
- c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)
- η = efisiensi antenna pemancar/penerima ($0 \leq \eta \leq 1$)

2.7.3 EIRP[2]

EIRP menyatakan besarnya level daya yang dipancarkan oleh antenna stasiun bumi atau satelit. EIRP yang dipancarkan stasiun bumi ($EIRP_{sb,pancar}$) dapat dicari dengan persamaan berikut

$$EIRP_{sb,pancar} (dBw) = P_{tx} (dBw) + G_{tx} (dB) \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana :

- P_{tx} = daya pancar sinyal pembawa pada feeder antenna pemancar (dBw)
- G_{tx} = gain antenna pemancar (dB)

Dalam penguatan kita harus bekerja pada daerah linier. Dari grafik karakteristik transponder didapat $EIRP_{linier}$ sebagai berikut

$$EIRP_{sb,linier} (dBW) = SFD + 10 \log 4\pi r^2 - IBO + PAD \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

$$EIRP_{sat,linier} (dBW) = EIRP_{sat,saturasi} - OBO \quad \dots\dots\dots(2.8)$$

Untuk $EIRP_{sat,saturasi}$ sudah disertakan pada spesifikasi satelit yang bersangkutan. Sehingga melalui grafik karakteristik transponder didapat $EIRP_{sat,pancar}$ sebagai berikut

$$EIRP_{sat,pancar} (dBW) = EIRP_{sat,saturasi} - OBO - EIRP_{sb,linier} + EIRP_{sb,pancar} \quad \dots\dots\dots(2.9)$$

2.7.4 Redaman Salah Sorot[4]

Redaman salah sorot ini disebabkan karena antenna pemancar dan penerima tidak terletak pada sumbu sorot masing-masing. Persamaan yang digunakan untuk menghitung salah sorot ini adalah sebagai berikut

$$L(dB) = 12 \left(\frac{\alpha}{\theta_{3dB}} \right)^2 \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

dimana :

α = sudut salah sorot antenna (°)

θ_{3dB} = HPBW (°)

2.7.5 FSL[1]

FSL merupakan peristiwa hilangnya daya pancar pada ruang bebas karena terjadi penyebaran daya, sehingga daya yang dipancarkan tidak dapat diterima seluruhnya oleh antenna penerima. Besarnya rugi-rugi tersebut dapat dicari dengan persamaan berikut

$$L(dB) = 92,45 + 20 \log d + 20 \log f \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

dimana :

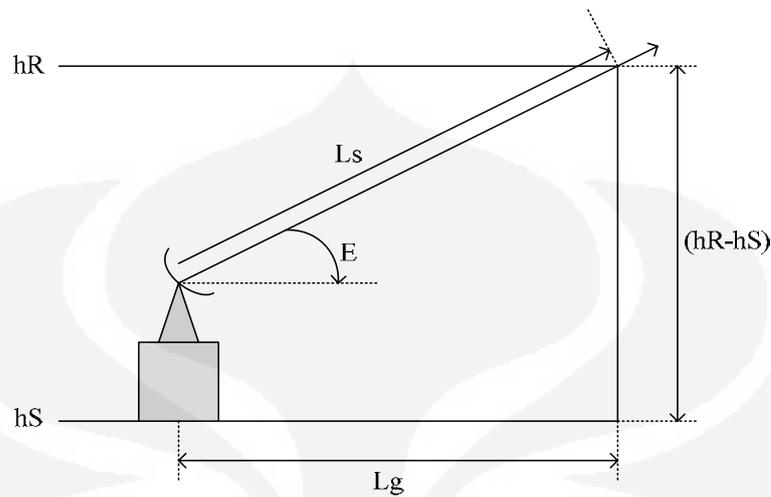
d = jarak antara stasiun bumi dengan satelit (Km)

f = frekuensi kerja pancar/terima (Ghz)

2.7.6 Redaman Hujan[1]

Redaman hujan memberikan kontribusi terbesar terhadap penurunan kualitas sinyal yang beroperasi pada frekuensi diatas 10Ghz. *Availability* pada sistem komunikasi satelit sangat dipengaruhi oleh redaman hujan, sehingga dalam perancangannya harus sangat cermat dalam menentukan *availability* yang akan digunakan. Metoda prediksi redaman hujan dapat dicari melalui prosedur yang

dianjurkan oleh CCIR dalam Rec. 546-4 dan ditegaskan kembali dalam ITU-R Rec.PN.618-3 berikut



Gambar 2.9 Model geometri pengukuran redaman hujan

dimana :

- L_s = panjang lintasan efektif sinyal melalui hujan (Km)
- h_S = tinggi stasiun bumi dpl (Km)
- h_R = tinggi efektif hujan (Km)
- L_g = proyeksi horisontal panjang lintasan (Km)
- E = sudut elevasi ($^{\circ}$)

Langkah-langkah perhitungan besarnya redaman hujan adalah sebagai berikut :

- *Langkah 1*

Menghitung tinggi efektif hujan (h_R), untuk posisi lintang stasiun bumi (θ_i)

$$h_R = \begin{cases} 3 + 0,028\theta_i, & 0 \leq \theta_i \leq 36^{\circ} \\ 4 - 0,0075\theta_i, & \theta_i \geq 36^{\circ} \end{cases} \quad \text{..... (2.12)}$$

- *Langkah 2*

Menghitung *slant-path* (L_s), untuk sudut elevasi $E \geq 5^{\circ}$

$$L_s = \frac{(h_R - h_S)}{\sin E} \quad \text{..... (2.13)}$$

Untuk $E < 5^{\circ}$ menggunakan persamaan dibawah

$$L_s = \frac{2(hR - hS)}{\left(\sin^2 E + \frac{2(hR - hS)}{Re} \right)^{1/2} + \sin^2 E} \quad \text{..... (2.14)}$$

- *Langkah 3*

Menghitung proyeksi horisontal dari slant-path

$$L_g = L_s \cos E \quad \text{..... (2.15)}$$

- *Langkah 4*

Untuk informasi intensitas curah hujan ($R_{0,01}$), selain bisa didapatkan dari badan meteorologi setempat juga dapat menggunakan tabel curah hujan berikut. Cara penggunaan tabel ini adalah dengan menentukan *outage time* yang akan digunakan dan melihat pada peta hujan di daerah Asia. Dari *outage time* dan peta hujan untuk Indonesia, maka akan diketahui intensitas curah hujan untuk wilayah Indonesia. Peta wilayah hujan dan tabel curah hujan terlampir pada lampiran 1 dan lampiran 2.

Outage time yang dimaksud diatas adalah waktu tidak tersedianya layanan dalam kurun waktu satu tahun. Misalnya untuk *outage time* 0,3% berarti dalam satu tahun, layanan tidak tersedia selama 26,28jam.

- *Langkah 5*

Menghitung faktor reduksi ($r_{0,01}$)

$$r_{0,01} = \frac{1}{\left(1 + \frac{L_g}{L_o} \right)} \quad \text{..... (2.16)}$$

dimana

$$L_o = 35e^{(-0,015R_{0,01})} \quad \text{..... (2.17)}$$

- *Langkah 6*

Menghitung redaman spesifik ($A_{\text{eff}(0,01)}$) dengan persamaan berikut :

$$A_{\text{eff}(0,01)} = aR_{0,01}^b \quad \text{..... (2.18)}$$

dimana

$A_{\text{eff}(0,01)}$ = redaman spesifik (dB/Km)

Sedangkan untuk harga a dan b dapat dicari menggunakan tabel koefisien regresi yang terlampir di lampiran 3. Tabel tersebut hanya diperuntukkan untuk polarisasi vertikal dan horisontal. Sedangkan untuk polarisasi sirkular, dapat dicari menggunakan persamaan berikut:

$$ac = \frac{ah + av}{2} \quad \dots\dots (2.19)$$

$$bc = \frac{ah.bh + av.bv}{2ac} \quad \dots\dots (2.20)$$

- *Langkah 7*

Memprediksi redaman hujan lintasan satelit untuk outage time 0,01% dalam setahun

$$A_{eff(path,0,01)} = A_{eff(0,01)} \cdot rx \cdot Ls \quad \dots\dots (2.21)$$

- *Langkah 8*

Sedangkan untuk mencari redaman karena hujan dengan *availability* dapat dilakukan dengan mengalikan $A_{eff(path,0,01)}$ dengan faktor pengali 0,12 untuk *availability* 99%, 0,39 untuk *availability* 99,99%, dan 2,14 untuk *availability* 99,999%.

2.7.7 Redaman Gas Atmosfer[2]

Selain redaman hujan, redaman gas atmosfer juga memberikan kontribusi terhadap penurunan kualitas sinyal yang beroperasi pada frekuensi diatas 10 Ghz, walaupun kontribusinya tidak sebesar redaman hujan. Dimana redaman gas atmosfer dapat dilihat pada grafik redaman gas atmosfer yang terlampir pada lampiran 4.

2.7.8 *Figure of Merit (G/T)* [1]

Figure of Merit merupakan perbandingan besarnya penguatan yang diterima oleh input sistem dengan temperatur derau sistem. *G/T* merupakan parameter yang penting dari suatu penerima. *G/T* dapat berharga positif maupun negatif. Secara logaritmis dapat dirumuskan sebagai berikut

$$G/T = 10 \log G_{rx} - 10 \log T_{sys} \quad \dots\dots (2.22)$$

dimana,

G_{rx} = penguatan antena penerima (dB)

T_{sys} = temperatur sistem penerima ($^{\circ}\text{K}$)

dengan,

$$T_{sys} = T_{feeder} + T_{LNB} + T_{elevasi} + (260(1 - 10^{-A/10})) \quad \dots\dots (2.23)$$

T_{feeder} = temperatur antena terhadap elevasi antena ($^{\circ}\text{K}$)

T_{LNB} = temperatur LNB ($^{\circ}\text{K}$)

$T_{elevasi}$ = perubahan temperatur yang dipengaruhi oleh besar elevasi ($^{\circ}\text{K}$)

A = besar redaman hujan (dB)

2.7.9 Perhitungan *Bandwidth*[1]

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

$$BW_{occ} = \frac{R_{info}}{FEC \times R_s} \left(\frac{1 + \alpha}{m} \right) \quad \dots\dots (2.24)$$

$$BW_{all} = BW_{occ} \times \text{guard band factor} \quad \dots\dots (2.25)$$

dimana

R_{info} = *bit rate* informasi

FEC = *Forward Error Corection*

m = indeks modulasi

α = *rool of factor*

R_s = *Reed Solomon*

Sedangkan untuk *bit rate* transmisi menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Bit rate transmisi} = FEC \times R_s \times R_{info} \quad \dots\dots (2.26)$$

2.7.10 *C/N*

C/N merupakan perhitungan untuk menentukan nilai kualitas seluruh jalur komunikasi. *C/N* dapat dituliskan sebagai berikut

$$(C/N)_{up} = EIRP_{sb} - FSL_{up} + (G/T)_{sat} - k - BW_{occ} \quad \dots\dots (2.27)$$

$$(C/N)_{down} = EIRP_{sat} - FSL_{down} + (G/T)_{sb} - k - BW_{occ} \quad \dots\dots (2.28)$$

$$(C/N)_{req} = (E_b/N_o)_{req} + 10 \log(R(\text{Khz})) - 10 \log(Bw_{occ}(\text{Khz})) \quad \dots\dots (2.29)$$

Dari persamaan diatas, maka

$$(C/N)_{tot} = \left(\frac{1}{\left((C/N)_{up}^{-1} + (C/N)_{down}^{-1} + (C/IM)^{-1} + (C/I)^{-1} \right)} \right) \quad \dots\dots (2.30)$$

Dimana :

$E_b/N_{o_{req}}$ = perbandingan energi tiap bit terhadap energi derau (dB)

k = konstanta Boltzman ($1,38 \times 10^{-23} \text{ J}^\circ\text{K}$ atau $-228,6 \text{ dBwHz}^\circ\text{K}$)

m = indeks modulasi

α = *roll of factor*

C/IM merupakan perbandingan *carrier* terhadap derau intermodulasi akibat pemakaian transponder satelit oleh beberapa *carrier* secara bersama-sama, dimana semakin lebar *bandwidth* yang disewa dalam satu transponder maka semakin besar nilainya. Sedangkan C/I adalah perbandingan daya sinyal yang diinginkan dengan daya sinyal interferensi. Sesuai dengan rekomendasi ITU bahwa $C/I > C/N_{req} + 10\text{dB}$.

2.7.11 PENGKODEAN

Pada sistem komunikasi satelit, dikarenakan jarak antara stasiun bumi dan satelit yang cukup jauh maka diperlukan pengontrolan kesalahan. Ada beberapa metoda pengontrolan kesalahan. Pada umumnya metoda ini dibagi menjadi dua macam, yaitu

a. *Backward Error Correction (BEC)*

Contoh dari *BEC* adalah *idle request* dan *continous reques* yang terdiri dari *selective request* atau *go back N*.

b. *Forward Error Correction (FEC)*

Contoh dari *FEC* adalah *block codes*, *convolational decoding*, *BCH codes*, *golay codes*, dan *viterbi decoding*.

Untuk sistem komunikasi satelit, metoda yang digunakan adalah *FEC*. Hal ini disebabkan oleh jarak antara stasiun bumi dan satelit yang relatif jauh sehingga akan diperlukan waktu yang cukup lama apabila menggunakan *BEC*. Penggunaan *FEC* akan memberikan *coding gain* pada sistem yang pada akhirnya akan meningkatkan C/N .

2.7.12 TEKNIK MODULASI[1]

Teknik modulasi yang umum digunakan dalam komunikasi satelit adalah modulasi fasa. Pada modulasi fasa digital *QPSK*, sinyal pembawa mempresentasikan empat keadaan fasa untuk menyatakan empat simbol. Satu

simbol *QPSK* terdiri dari dua bit yaitu 00,01,10,dan 11. Setiap dua bit akan mengalami perubahan fasa sebesar 90° kecepatan simbolnya, sedangkan kecepatan bit informasinya sebesar dua kali kecepatan simbolnya. Pada modulasi *QPSK*, besarnya $m = 2(2^m=4)$ sehingga *bandwidth* yang dibutuhkan untuk perubahan fasa tiap detik adalah

$$BW_{QPSK} = \left(\frac{R_{transmisi}}{2} \right) \cdot (1 + \alpha) \quad \dots\dots (2.31)$$

dimana :

α = *roll of factor*

$R_{transmisi}$ = *bitrate transmisi (bit/s)*

Untuk memilih teknik modulasi yang akan digunakan harus mempertimbangkan keterbatasan daya pancar dan *bandwidth*. Daya pancar stasiun bumi berpengaruh pada *C/N* dan akhirnya berpengaruh juga pada *BER*. Oleh karena itu daya pancar stasiun bumi harus cukup besar untuk menghasilkan *BER* yang sesuai dengan spesifikasi performansi sistem. Keterbatasan daya pancar akan mengakibatkan sistem tidak mencapai performansi seperti yang diharapkan. Sedangkan *bandwidth* yang diperlukan dipengaruhi oleh besarnya *bitrate* dan jenis teknik modulasinya.

BAB III

PERANCANGAN SIMULATOR DAN PERHITUNGAN JALUR KOMUNIKASI

3.1 SEKILAS TENTANG FLASH

Sejak diperkenalkan pada tahun 1996, Flash atau Macromedia Flash menjadi sangat populer dan langsung mendapat tempat di hati masyarakat dunia *web* karena dapat membuat menampilkan animasi dan interaksi di *web*. Tetapi sejak bulan Desember 2005, perusahaan Macromedia dibeli oleh Adobe dan kini berganti nama menjadi Adobe Flash versi 9 atau CS3.

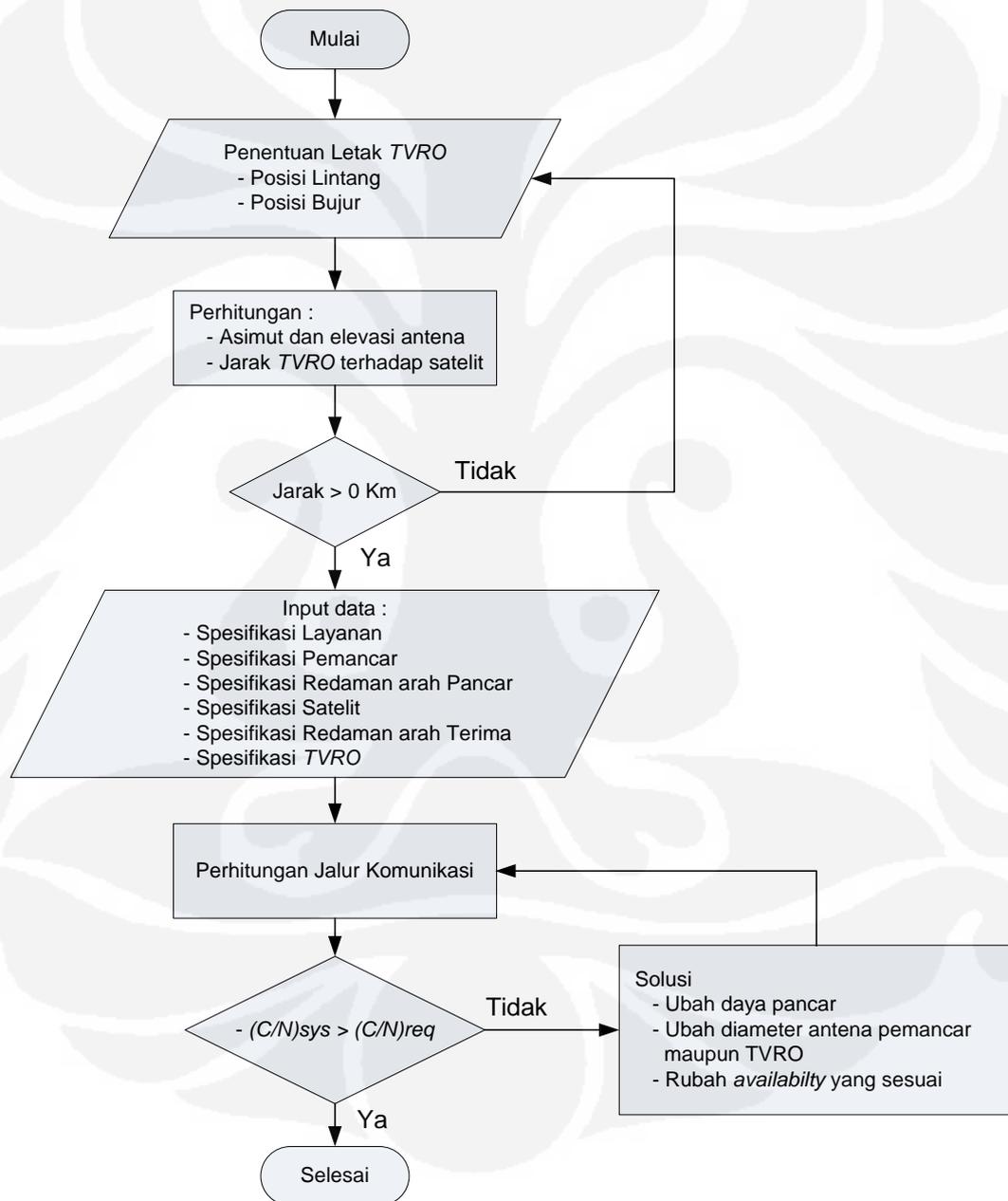
Actionscript adalah bahasa pemrograman yang berlaku pada lingkungan Flash. Fungsi utamanya adalah membangun interaksi antara *flash movie* dengan penggunanya. Tidak itu saja, melalui penggunaan *Actionscript*, sebuah *flash movie* dapat dimanfaatkan untuk membuat permainan komputer dan situs jual-beli yang kompleks. *Actionscript* adalah sejumlah perintah terhadap obyek-obyek yang berlaku pada *flash movie* itu sendiri. Obyek-obyek dalam sering ditemukan dalam sebuah flash adalah: *Stage, MovieClip, Sound, Date, Math, Mouse*, dan sebagainya. Agar *flash movie* dapat melakukan tugas dengan baik dan sesuai dengan kemauan kita, tentunya kita harus memberikan perintah dengan benar. Tata bahasa ini disebut dengan *syntax*.

Alasan penggunaan Adobe Flash pada tugas akhir ini adalah karena Flash memiliki beberapa kelebihan, diantaranya :

- Merupakan teknologi animasi *web* yang paling populer saat ini sehingga banyak didukung oleh berbagai pihak.
- Ukuran *file* yang kecil dengan kualitas yang baik.
- Kebutuhan *Hardware* yang tidak tinggi.
- Dapat membuat *website, cd-interaktif, animasi web, animasi kartun, kartu elektronik, iklan TV, banner di web, presentasi cantik, membuat permainan, aplikasi web dan handphone.*

3.2 MODEL PERANCANGAN

Perencanaan jaringan *DVB* melalui satelit yang nantinya akan disebut *DVB-S* akan dilakukan dengan langkah-langkah yang saling berkaitan satu dengan yang lainnya. Hal ini dilakukan untuk membangun suatu kesatuan sistem. Perencanaan jaringan *DVB-S* melalui satelit dapat dilihat pada diagram alir berikut:



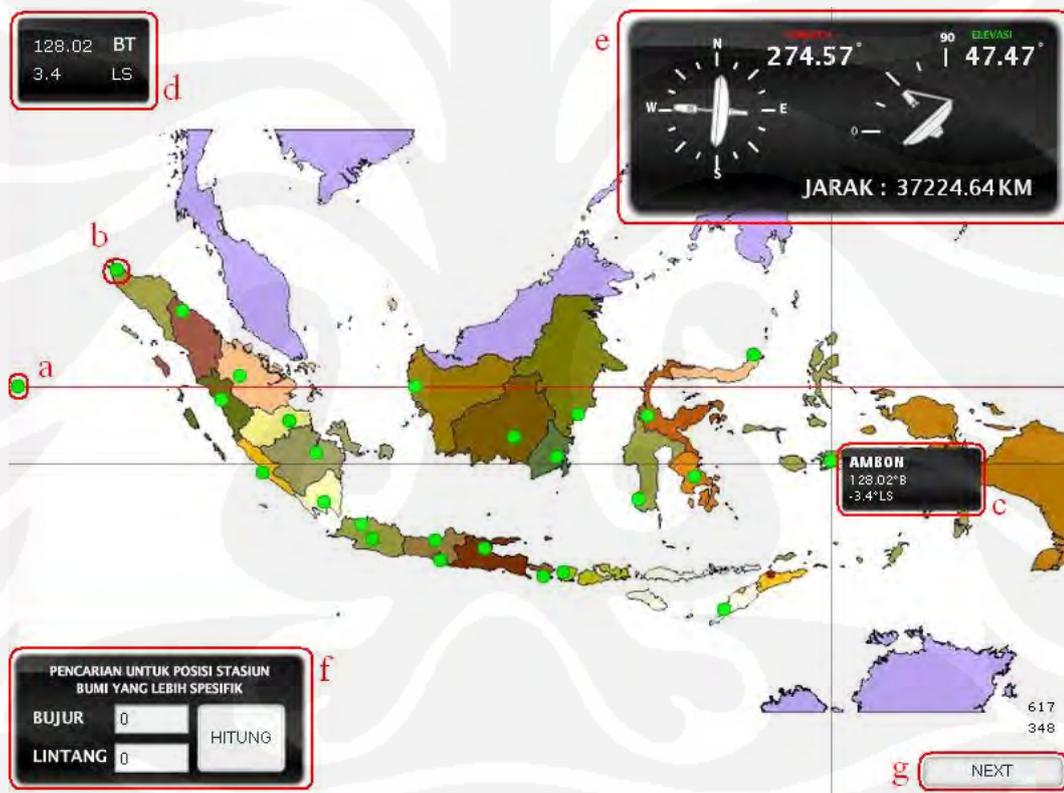
Gambar 3.1 Diagram alir perancangan simulator

3.3 REALISASI PROGRAM

Pada tugas akhir ini terdiri dari dua *frame* utama. Dimana *input* dan *output* dari masing-masing *frame* memiliki keterkaitan. Dua *frame* utama tersebut adalah *frame* 1 dan *frame* 3, sedangkan *frame* 2 difungsikan sebagai transisi antara *frame* 1 dan *frame* 3.

3.3.1 FRAME 1

Frame 1 ini adalah *frame* dimana akan dilakukan perhitungan elevasi antena terima, arah asimut antena, dan jarak dari *TVRO* terhadap satelit. Gambar dari *frame* 1 adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Tampilan pada *frame* 1

Setiap *movie clip* dan tombol diatas memiliki fungsi sebagai berikut :

- Posisi ini adalah posisi yang menentukan letak satelit di koordinat $91,5^{\circ}$ BT.
- Titik b adalah titik yang menandakan letak kota.

Kota yang diberi titik hijau adalah kota-kota yang masuk dalam *footprint* satelit Measat 3. Dalam hal ini untuk wilayah Indonesia, Irian Jaya tidak termasuk dalam *footprint* satelit Measat 3.

- c. *Movie clip c* adalah *pop up* yang akan muncul apabila kursor mouse diarahkan pada titik hijau yang menandakan letak kota. *Movie clip* ini mengandung informasi nama kota, posisi bujur, dan lintang, dan *altitude* dari kota tersebut.
- d. *Movie clip d* adalah *movie clip* yang menampilkan letak bujur dan lintang sesuai dengan letak kursor mouse berada.
- e. *Movie clip e* adalah *movie clip* yang menampilkan hasil perhitungan elevasi, asimut, dan jarak *TVRO* terhadap satelit. Hasil perhitungan ini dapat ditampilkan melalui dua cara, yaitu :
 - Dengan cara memilih kota langsung melalui titik hijau yang disediakan di peta.
 - Dengan cara memberikan inputan posisi bujur dan lintang secara manual pada *movie clip f*.

Untuk perhitungan besar asimut menggunakan persamaan (2.1), dimana perhitungan untuk kota Jakarta sebagai berikut :

$$A^- = \left| \tan^{-1} \left(\frac{\tan(\theta_s - \theta_L)}{\sin \theta_i} \right) \right|$$

$$A^- = \left| \tan^{-1} \left(\frac{\tan(91,5^\circ - 106,96^\circ)}{\sin -6,20^\circ} \right) \right|$$

$$A^- = 68,67^\circ$$

Karena berada di lintang selatan, maka

$$A = 360^\circ - 68,67^\circ$$

$$A = 291,33^\circ$$

Actionscript pada flash adalah sebagai berikut :

```

var bujur:Number = new Number(longitude);
var lintang:Number = new Number(latitude);
var satelit:Number = new Number(91.5);
var asimutAccent:Number = Math.atan((Math.tan((satelit-
    bujur)*Math.PI/180)/Math.sin(lintang*Math.PI/180)))*180/Math.PI;
var asimut:Number = 0;
if (lintang<0)
    asimut = 360-asimutAccent;
else
    asimut = 180-asimutAccent;

```

Untuk perhitungan elevasi menggunakan persamaan (2.2), dimana perhitungan untuk kota Jakarta sebagai berikut :

$$E = \tan^{-1} \left(\frac{r - Re \cdot \cos \theta_i \cdot \cos |\theta_s - \theta_L|}{Re \cdot \sin \left[\cos^{-1} \left(\cos \theta_i \cdot \cos |\theta_s - \theta_L| \right) \right]} \right) - \cos^{-1} \left(\cos \theta_i \cdot \cos |\theta_s - \theta_L| \right)$$

$$E = \tan^{-1} \left(\frac{42146,14 - 6378,14 \cdot \cos -6,20^\circ \cdot \cos |91,5^\circ - 106,96^\circ|}{6378,14 \cdot \sin \left[\cos^{-1} \left(\cos -6,20^\circ \cdot \cos |91,5^\circ - 106,96^\circ| \right) \right]} \right) - \cos^{-1} \left(\cos -6,20^\circ \cdot \cos |91,5^\circ - 106,96^\circ| \right)$$

$$E = 70,47^\circ$$

Actionscript pada flash adalah sebagai berikut :

```
var elevasi:Number = 0;
sama = Math.cos(lintang*Math.PI/180)*Math.cos(Math.abs((satelit-
    bujur))*Math.PI/180);
ats = 42146.14 - 6378.14*sama;
bwh = 6378.14*Math.sin(Math.acos(sama));
kiri = Math.atan(ats/bwh)*180/Math.PI;
elevasi = kiri - Math.acos(sama)*180/Math.PI;
```

Jarak antara satelit dengan kota Jakarta dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2.3) sebagai berikut :

$$d = \left((Re+H)^2 + Re^2 - 2Re(Re+H) \cdot \sin \left[E + \sin^{-1} \left(\frac{Re}{Re+H} \cos E \right) \right] \right)^{1/2}$$

$$d = \left((6378,14+35768)^2 + 6378,14^2 - 2 \cdot 6378,14(6378,14+35768) \cdot \sin \left[70,47^\circ + \sin^{-1} \left(\frac{6378,14}{6378,14+35768} \cos 70,47^\circ \right) \right] \right)^{1/2}$$

$$d = 36080,93Km$$

Actionscript pada flash adalah sebagai berikut :

```
var jarak:Number =Math.sqrt(1816977786.7592-537627962.7592*
    Math.sin((elevasi*Math.PI/180 + Math.asin((6378.14 *
    Math.cos(elevasi*Math.PI/180) / 42146.14) ))));
```

Pada flash hanya mengenali sampai maksimal 10 digit angka. Oleh karena hal tersebut, maka $(6378,14+35768)^2 + 6378,14^2$ dan $2 \cdot Re \cdot (Re+H)$ dikalikan terlebih dahulu sehingga menghasilkan nilai sebesar 1816977786,7592 dan 537627962,7592 seperti tercantum pada *actionscrip* diatas.

Dengan menggunakan aplikasi diatas, maka akan didapat nilai asimut, elevasi, dan jarak dari stasiun bumi ke satelit tercantum pada lampiran 5. Dari hasil perhitungan jarak stasiun bumi ke satelit, jarak paling jauh adalah Ambon dengan jarak 37.224,64 Km dan elevasi 47,47°. Sedangkan yang paling dekat adalah Banda Aceh dengan jarak 35.822,59Km dan elevasi 81,85°

- f. *Movie clip* f adalah *movie clip* yang dapat digunakan untuk memberikan inputan diluar posisi kota yang sudah ditandai di peta.
- g. Tombol *NEXT* baru dapat dieksekusi setelah memiliki lokasi *TVRO* yang diinginkan. Hal ini dikarenakan pada *frame* berikutnya, hasil perhitungan elevasi, asimut, dan jarak diperlukan pada langkah berikutnya.

3.3.2 FRAME 2

Seperti telah disebutkan di atas, frame 2 hanya sebagai transisi antara frame 1 dengan frame 2. Pada frame 2 ini, digunakan perintah agar beberapa fungsi tidak tampil pada frame 3. *Actionscript* pada frame 2 ini adalah sebagai berikut :

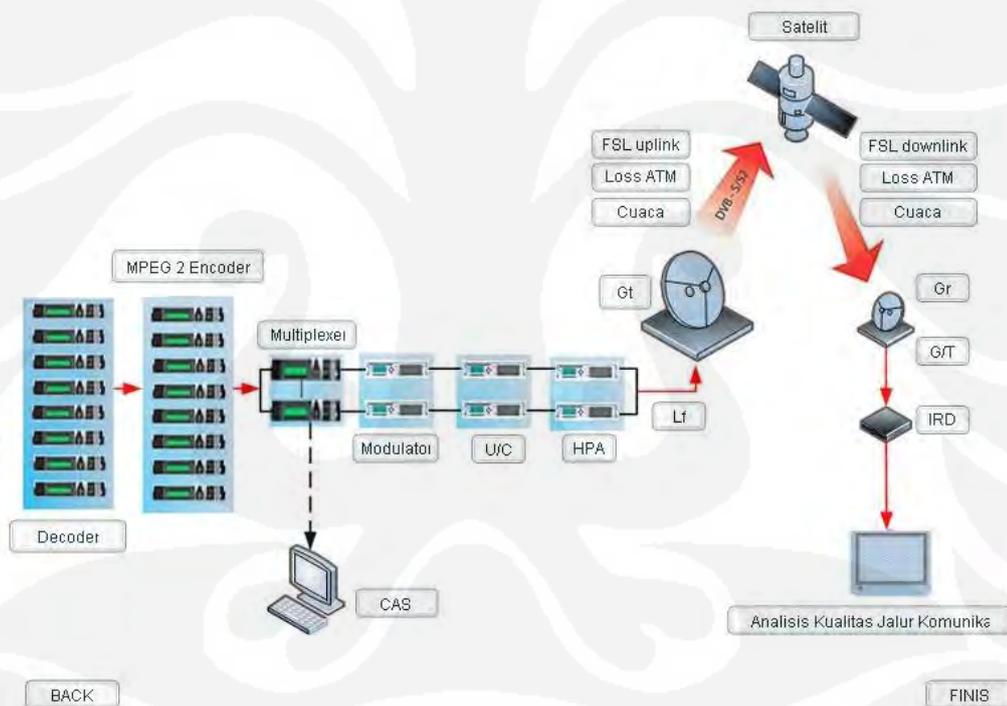
```
stop();
this.maps.ShowPoints();
this.mcInfoBox._visible = false;
```

3.3.3 FRAME 3

Setelah ditentukan penentuan lokasi untuk stasiun bumi terima pada *frame* 1, barulah bisa dilanjutkan pada *frame* selanjutnya. *Frame* 3 akan ditampilkan blok sistem *DVB-S*.

Salah satu keputusan mendasar yang diambil dalam menetapkan standar *DVB* adalah pemilihan *MPEG-2* sebagai data kontainer. Dengan konsepsi tersebut maka transmisi informasi digital dapat dilakukan secara fleksibel tanpa perlu memberikan batasan jenis informasi apa yang akan disimpan dalam data kontainer tersebut. Pemilihan *MPEG-2* untuk sistem *coding* dan kompresi dilakukan karena terbukti bahwa *MPEG-2* mampu memberikan kualitas yang baik sesuai dengan sumber daya yang tersedia. Dari sudut pandang komersial, pengadopsian *MPEG-2* yang merupakan standard eksisting dan proven sangat menguntungkan karena memungkinkan *DVB* untuk berkonsentrasi pada upayanya dalam menemukan cara untuk mengemas paket data *MPEG-2* melalui media transmisi yang berbeda-beda termasuk satelit, kabel, *SMATV*, *LMDS*, maupun terestrial. *Chip-sets* untuk keperluan *coding* dan *decoding MPEG-2* telah tersedia secara komersial sehingga harga *decoder* di pasar komersial berharga murah. Walaupun demikian karena *MPEG-2* yang terdapat pada dokumen *ISO* bersifat generik, maka Proyek *DVB* mengembangkan dokumen yang berisikan pembatasan terhadap sintaks dan parameter *MPEG-2* serta rekomendasi nilai yang digunakan dalam aplikasi *DVB*.

Layanan *DVB* terdiri dari berbagai jenis program yang dikembangkan melalui sejumlah kanal transmisi. Agar *IRD* dapat detuning untuk layanan tertentu secara otomatis melalui sistem navigasi yang *user friendly* maka *DVB* menambahkan alat bantu navigasi. *DVB* yang merupakan perluasan *Programme Specific Information (PSI)* dari *MPEG-2*. Informasi layanan pada *DVB* berfungsi sebagai *header* terhadap kontainer *MPEG* sehingga *receiver* dapat mengetahui apa yang diperlukan untuk mendecode sinyal. Selain itu, *MPEG-2* memungkinkan desain *decoder* yang fleksibel seiring peningkatan kualitas pada sisi *encoding*. Setiap peningkatan unjuk kerja baru karena pengembangan sistem *encoding* akan secara otomatis direfleksikan pada kualitas gambar dari *decoder*. Tampilan pada *frame 3* adalah seperti pada gambar berikut :



Gambar 3.3 Tampilan pada *frame 3*

Pada *frame 3* diatas, tombol-tombol memiliki dua jenis. Yaitu tombol yang menghasilkan keluaran *movie clip* yang dapat diberi masukan yang diperlukan dalam perhitungan jalur komunikasi satelit dan tombol yang menghasilkan keluaran *movie clip* yang berisi keterangan fungsi dari blok sistem tersebut. Kedua jenis *movie clip* tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 3.4 Tampilan keluaran dari tombol CAS



Gambar 3.3 Tampilan keluaran dari tombol MPEG 2 Encoder

Dari blok diagram konfigurasi sistem *DVB-S* diatas dapat dijabarkan sebagai berikut :

3.3.3.1 Decoder

Decoder digunakan untuk membaca sumber yang disediakan oleh penyedia produk yang menggunakan satelit maupun melalui jalur serat optik. Jumlah *decoder* ini sesuai dengan jumlah sumber yang dimiliki, karena masing-masing penyedia produk acara memiliki parameter yang berbeda-beda untuk masing-masing produknya.

3.3.3.2 MPEG 2 Encoder

MPEG-2 encoder digunakan untuk mengkodekan semua sumber acara menjadi format *MPEG-2*. Jumlah untuk *MPEG-2 encoder* sesuai dengan jumlah sumber acara yang dimiliki.

Perencanaan komunikasi satelit pada *Ku-band* untuk aplikasi *DVB* untuk TV *broadcast* menggunakan sistem *MPEG-2*, sesuai dengan *ETSI ETS 300 421* yang telah ditetapkan oleh *ISO/IEC* pada tahun 1993. Standar ini digunakan dalam aplikasi TV *broadcast* dan TV komersial, dengan *BER* sebesar 10^{-6} sesuai dengan yang tercantum pada draft *ETSI EN 302 307 v1.1.1* (2004-06). Dari spesifikasi ini dapat dilihat *Eb/No* yang diperlukan untuk modulasi tertentu. Modulasi yang digunakan adalah *QPSK* sesuai dengan spesifikasi perangkat yang digunakan dalam perencanaan ini. *FEC* yang digunakan adalah *convolutional code*, dengan *code rate* (ρ) = $\frac{3}{4}$ sebagai *inner code*-nya dan *reed solomon code* dengan *code rate* 188/204 sebagai *outer code*-nya sesuai dengan yang tercantum dalam *ETSI ETS 300 421*.

Dalam perencanaan *DVB-S* ini, supaya bandwidth yang digunakan optimal, maka untuk penggunaan satu transponder diupayakan seoptimal mungkin. Untuk bandwidth satu transponder satelit Measat3 tersedia 36Mhz. Jadi satu transponder dapat dibagi menggunakan persamaan (2.25) sebagai berikut :

$$B_{w_{allocated}} = B_{w_{occ}} \times \text{guard band factor}$$

$$36.000\text{Khz} = B_{w_{occ}} \times 1$$

$$\text{Sehingga } B_{w_{occ}} = 36.000\text{Khz}$$

Sedangkan untuk mencari *bit rate* informasinya dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.24) sebagai berikut :

$$Bw_{occ} = \frac{R}{FEC \times Rs} \times \frac{(1 + \alpha)}{m}$$

$$36.000 = \frac{R}{0,75 \times (188/204)} \times \frac{(1 + 0,25)}{2}$$

$$R = 39.811,8 \text{ Kbps}$$

Dengan *bit rate* informasi sebesar 39.811,8Kbps lalu akan dicari besar *bit rate* transmisinya dengan menggunakan persamaan (2.26) sebagai berikut :

Bit rate informasi = $FEC \times RS \times \textit{bit rate}$ transmisi

$$39.811,8 \text{ Kbps} = 0,75 \times (188/204) \times \textit{bit rate}$$
 transmisi

$$\textit{Bit rate}$$
 transmisi = 57.600 Kbps.

3.3.3.3 Multiplexer

Setelah semua sumber acara dikodekan menjadi format *MPEG-2*, lalu dikelompokkan menggunakan *multiplexer*. Pada blok *multiplexer* ini terdapat *Conditional Access Sistem (CAS)*. *CAS* adalah subsistem yang berfungsi sebagai kontrol akses terhadap program atau layanan sehingga yang dapat menerima layanan hanyalah user yang sudah mendapat otorisasi. *CAS* terdiri dari beberapa blok diantaranya mekanisma untuk mengacak program atau layanan, *Subscriber Management Sistem (SMS)*, dan *Subscriber Authorization Sistem (SAS)*. *SMS* pada dasarnya adalah *data base* yang berisi informasi pelanggan suatu layanan, sedangkan *SAS* berfungsi meng-*encrypt* dan mengirimkan *code-words* yang memungkinkan *IRD* dapat men-*descrambler* suatu program.

3.3.3.4 Spesifikasi Pemancar

Untuk sisi pemancar memiliki parameter sebagai berikut :

- Lokasi pemancar = Jakarta (106,96BT dan 6,20LS)
- Diameter antena = 4,8 meter
- Efisiensi antena = 70%
- *Altitude* = 0,06Km di atas permukaan laut
- Redaman *wave guide* = 2dB
- Redaman konektor = 0,5dB
- Frekuensi = 14Ghz
- Jarak = 36.080,99 Km

- Redaman karena kekurang akuratan pointing = 0,5dB

3.3.3.5 Spesifikasi TVRO

TVRO terletak di seluruh wilayah Indonesia dengan lokasi yang berbeda-beda sesuai dengan tabel lokasi pada lampiran 5. Sehingga jarak dari TVRO ke satelit akan berbeda-beda. Selain dari pada lokasi, diameter antenna dan lainnya memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- Diameter antenna = 0,8m ; 1m ; 1,2m ; dan 1,4 meter
- Efisiensi = 70%
- T LNB = 35°K
- Redaman feeder = 34°K
- T terhadap elevasi antenna = 3,8°K sampai dengan 6°K.
- Ketinggian dpl = berbeda-beda pada masing-masing kota sesuai dengan yang tercantum pada lampiran 5.
- Frekuensi = 12 Ghz

Dengan memperhatikan parameter diatas, akan dilakukan perhitungan penguatan antenna yang dilakukan secara logaritmis dengan menggunakan persamaan (2.5) sebagai berikut :

$$G(dB) = 20,45 + 20 \log f + 20 \log d + 10 \log \eta$$

$$G(dB) = 20,45 + 20 \log 12 + 20 \log 0,8 + 10 \log 0,7$$

$$G(dB) = 38,55 dBi$$

Actionscript untuk penguatan antenna adalah sebagai berikut :

```
var grx:Number = 20.45 +
(10*(Math.log(this._parent.textEfisiensi.text/100)*Math.LOG10E)) +
(20*(Math.log(this._parent.textDiameter.text)*Math.LOG10E)) +
(20*(Math.log(this._parent.textFrekuensi.text)*Math.LOG10E));
```

Sehingga untuk diameter yang berbeda, akan dihasilkan penguatan sebagai berikut :

Tabel 3.1 Hasil perhitungan penguatan antenna dengan diameter yang beragam

Frekuensi (Ghz)	Diameter (m)	Efisiensi (%)	Penguatan (dBi)
12	0,8	70	38,55
12	1	70	40,48
12	1,2	70	42,07
12	1,4	70	43,41

Untuk perhitungan G/T dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.22). Pada sisi temperatur berubah-ubah sesuai dengan temperatur dari sistem, temperatur terhadap besar elevasi antenna, dan temperatur yang berubah karena ada redaman hujan.

Untuk perhitungan di sisi penerima daerah Jakarta pada kondisi cerah adalah sebagai berikut :

$$G/T = 35,78 - 10 \log(T_{feeder} + T_{LNB} + T_{elevasi} + (260(1 - 10^{-A/10})))$$

$$G/T = 35,78 - 10 \log(34 + 35 + 4 + (260(1 - 10^{-0/10}))) = 19,92 \text{ dB/}^\circ \text{K}$$

Actionscript untuk perhitungan G/T adalah sebagai berikut :

```
var GT:Number = Number(this._parent.textGr.text) -
10*Math.log(Number(this._parent.textFeeder.text) +
Number(this._parent.textLNB.text) +
Number(this._parent.textElevasi.text)+
Number(260*(1-Math.pow(10,(-
this._parent.textHujan.text/10))))) *Math.LOG10E;
```

Dengan cara yang sama dengan kondisi diameter antenna yang berbeda-beda dan kondisi cuaca yang berbeda-beda untuk seluruh wilayah Indonesia, didapatkan rentang G/T sebagai berikut :

Tabel 3.2 Rentang G/T pada kondisi yang beragam

No.	Diameter (m)	Rentang G/T				
		kondisi hujan				kondisi cerah (dB/°K)
		0,3% (dB/°K)	0,1% (dB/°K)	0,03% (dB/°K)	0,01% (dB/°K)	
1	0,8	14,34 - 14,99	13,55 - 13,87	13,36 - 13,47	13,32 - 13,37	19,80 - 19,93
2	1	16,27 - 16,92	15,49 - 15,81	15,30 - 15,41	15,26 - 15,31	21,73 - 21,86
3	1,2	17,86 - 18,51	17,08 - 17,39	16,88 - 16,99	16,85 - 16,89	23,32 - 23,45
4	1,4	19,20 - 19,85	18,41 - 18,73	18,22 - 18,33	18,19 - 18,23	24,66 - 24,79

Perhitungan secara keseluruhan untuk kondisi cerah, kondisi hujan dengan diameter antenna 0,8m, kondisi hujan dengan diameter antenna 1m, kondisi hujan dengan diameter antenna 1,2m, kondisi hujan dengan diameter antenna 1,4m, terlampir pada lampiran 6 dan lampiran 7.

3.3.3.6 Redaman Ruang Bebas

Dengan menempatkan Jakarta sebagai stasiun bumi pancar dengan kota seluruh wilayah Indonesia sebagai stasiun bumi terima dan menggunakan persamaan (2.11), maka akan dihasilkan nilai FSL sebagai berikut :

Untuk wilayah Jakarta sebagai stasiun bumi pancar dengan frekuensi 14 Ghz

$$L(dB) = 92,45 + 20 \log d + 20 \log f$$

$$L(dB) = 92,45 + 20 \log 36080,99 + 20 \log 14$$

$$L(dB) = 206,52dB$$

Untuk wilayah Jakarta sebagai stasiun bumi terima dengan frekuensi 12 Ghz

$$L(dB) = 92,45 + 20 \log d + 20 \log f$$

$$L(dB) = 92,45 + 20 \log 36080,99 + 20 \log 12$$

$$L(dB) = 205,18dB$$

Actionscript untuk perhitungan redaman ruang bebas adalah sebagai berikut :

```
var fsl:Number = 92.45 +  
    (20*(Math.log(this._parent.textJarak.text)*Math.LOG10E)) +  
    (20*(Math.log(this._parent.textFrekuensi.text)*Math.LOG10E));
```

Dengan cara yang sama, menggunakan perbedaan pada jarak dari stasiun bumi terima terhadap satelit, didapatkan hasil yang tercantum pada lampiran 5. Dari hasil perhitungan tersebut, rentang *FSL* yang didapat antara 205,12dB sampai dengan 205,45dB pada frekuensi arah terima.

3.3.3.7 Redaman Cuaca

Untuk perhitungan redaman hujan di wilayah Jakarta dihitung dengan langkah-langkah berikut :

- Langkah 1

Dengan menggunakan persamaan (2.12) untuk wilayah Jakarta yang berada di 6,20° lintang selatan didapat :

$$hR = 3 + 0,028.6,20$$

$$hR = 3,174Km$$

Actionscript untuk langkah 1

```
var hr:Number = 3+0.028*Math.abs(Number(this._parent.textLintang.text));
```

- Langkah 2

Dengan sudut elevasi yang lebih lebih besar dari 5°, maka yang digunakan adalah persamaan (2.13) sebagai berikut :

$$Ls = \frac{hR - hS}{\sin E}$$

$$Ls = 3,30Km$$

Actionscript untuk langkah 2

```
var ls:Number = (Number(hr)-Number(this._parent.textDPL.text))/  
(Math.sin(Number(this._parent.textElevasi.text)*Math.PI/180));
```

- Langkah 3

Untuk menghitung proyeksi horizontal menggunakan persamaan (2.15)

$$Lg = Ls \cdot \cos E$$

$$Lg = 1,10 \text{ Km}$$

Actionscript untuk langkah 3

```
var lg:Number = Number(ls)*(Math.cos(Number(  
this._parent.textElevasi.text)*Math.PI/180));
```

- Langkah 4

Dari tabel (2.1) untuk *outage time* sebesar 0,01% dengan wilayah Indonesia yang termasuk daerah P yang bisa diketahui dari grafik wilayah hujan pada lampiran 1 dan lampiran 2. Maka didapatkan $R_{0,01}=145\text{mm/h}$.

Actionscript untuk langkah 4

Untuk langkah ini, disediakan tombol untuk memanggil grafik dan table yang dibutuhkan dalam perhitungan. Perintah yang digunakan untuk keperluan ini adalah sebagai berikut :

```
on(click) {  
this._parent._parent.mcFormShowImage._visible = true;  
this._parent._parent.mcFormShowImage._x = (Stage.width/2) -  
(this._parent._parent.mcFormShowImage._width/2);  
this._parent._parent.mcFormShowImage._y = (Stage.height/2) -  
(this._parent._parent.mcFormShowImage._height/2);  
this._parent._parent.mcFormShowImage.loaderImage.contentPath =  
"data/petahujan.jpg";  
on(click) {  
this._parent._parent.mcFormShowImage._visible = true;  
this._parent._parent.mcFormShowImage._x = (Stage.width/2) -  
(this._parent._parent.mcFormShowImage._width/2);  
this._parent._parent.mcFormShowImage._y = (Stage.height/2) -  
(this._parent._parent.mcFormShowImage._height/2);  
this._parent._parent.mcFormShowImage.loaderImage.contentPath =  
"data/tabelhujan.jpg";  
}
```

- Langkah 5

Perhitungan faktor reduksi dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.16) dengan sebelumnya mencari nilai L_0 dengan menggunakan persamaan (2.17)

$$L_0 = 35e^{(-0,015R_{0,01})}$$

$$L_0 = 3,976$$

Actionscript untuk perhitungan L_0

```
var lo:Number = 35*Math.exp(-0.015*Number(this._parent.textR.text));
```

$$r_{0,01} = \frac{1}{\left(1 + \frac{Lg}{Lo}\right)}$$

$$r_{0,01} = 0,78$$

Actionscript untuk perhitungan $r_{0,01}$

```
var rr:Number = Number(1)/(Number(1)+(Number(lg)/Number(lo)));
```

- Langkah 6

Dari tabel (2.2) pada frekuensi 12 Ghz, $a_h = 0,02366$ dan $a_v = 0,02455$ sedangkan $b_h = 1,1825$ dan $b_v = 1,1218$. Sedangkan untuk frekuensi 14 Ghz, $a_h = 0,03736$ dan $a_v = 0,04126$ sedangkan $b_h = 1,1396$ dan $b_v = 1,0646$.

Sehingga akan didapatkan $A_{eff(0,01)}$ dengan menggunakan persamaan (2.18)

Untuk frekuensi 12 Ghz dengan polarisasi horisontal

$$A_{eff(0,01)} =_a R^b = 0,02366.145^{1,1825} = 8,51dB / Km$$

Untuk frekuensi 12 Ghz dengan polarisasi vertikal

$$A_{eff(0,01)} =_a R^b = 0,02455.145^{1,1218} = 6,52dB / Km$$

Untuk frekuensi 14 Ghz dengan polarisasi horisontal

$$A_{eff(0,01)} =_a R^b = 0,03736.145^{1,1396} = 10,86dB / Km$$

Untuk frekuensi 14 Ghz dengan polarisasi vertikal

$$A_{eff(0,01)} =_a R^b = 0,04126.145^{1,0646} = 8,25dB / Km$$

Actionscript untuk langkah 6

Pada langkah 6 ini disediakan tombol untuk memanggil table koefisien regresi dengan *actionscript* sebagai berikut :

```
on(click) {
    this._parent._parent.mcFormShowImage._visible = true;
    this._parent._parent.mcFormShowImage._x = (Stage.width/2) -
        (this._parent._parent.mcFormShowImage._width/2);
    this._parent._parent.mcFormShowImage._y = (Stage.height/2) -
        (this._parent._parent.mcFormShowImage._height/2);
    this._parent._parent.mcFormShowImage.loaderImage.contentPath =
        "data/tabelregresi.jpg";}
```

Sedangkan untuk perhitungan A_{eff} menggunakan *actionscript* sebagai berikut :

```
var aa:Number = Number(this._parent.textA.text)*Math.pow
    (Number(this._parent.textR.text),
    Number(this._parent.textB.text));
```

- Langkah 7

Mencari $A_{eff(path,0,01)}$ dilakukan dengan menggunakan persamaa (2.21), sehingga didapat hasil sebagai berikut :

Untuk frekuensi 12 Ghz dengan polarisasi horisontal

$$A_{eff(path,0,01)} = A_{eff(0,01)} \cdot r \cdot Lg = 21,1dB$$

Untuk frekuensi 12 Ghz dengan polarisasi vertikal

$$A_{eff(path,0,01)} = A_{eff(0,01)} \cdot r \cdot Lg = 16,87dB$$

Untuk frekuensi 14 Ghz dengan polarisasi horisontal

$$A_{eff(path,0,01)} = A_{eff(0,01)} \cdot r \cdot Lg = 28,07dB$$

Untuk frekuensi 14 Ghz dengan polarisasi vertikal

$$A_{eff(path,0,01)} = A_{eff(0,01)} \cdot r \cdot Lg = 21,33dB$$

Actionscript untuk langkah 7

```
var hujandw:Number = Number(1s*rr*aa);
```

- Langkah 8

Untuk *outage time* yang berbeda dapat dicari dengan merubah pilihan *outage time* pada langkah 4. Atau dapat juga dilakukan dengan mengalikan terhadap faktor pengali 0,39 untuk *outage time* 0,1%.

Hasil dari perubahan *outage time* berdasarkan tabel (2.1) di langkah 4 didapatkan data redaman hujan secara keseluruhan pada lampiran 7.

Dari tabel perhitungan redaman hujan diketahui bahwa redaman hujan pada polarisasi vertikal lebih rendah dibanding redaman hujan pada polarisasi horisontal, maka polarisasi vertikal digunakan pada arah pancar. Sedangkan polarisasi horisontal digunakan pada sisi arah terima.

3.3.3.8 Redaman Atmosfer

Redaman akibat gas atmosfer bernilai kecil untuk frekuensi dibawah 20Ghz. Ini terlihat pada lampiran 4, dimana garis merah menunjukkan pada frekuensi 14Ghz dan garis biru menunjukkan pada frekuensi 12Ghz. Dari grafik tersebut terlihat bahwa redaman akibat gas atmosfer untuk frekuensi 14Ghz bernilai 0,09dB dan untuk frekuensi 12Ghz akan bernilai 0,07dB.

Pada redaman atmosfer ini, disediakan tombol untuk menampilkan grafik redaman karena gas-gas atmosfer.

3.3.3.9 Spesifikasi Satelit

Perencanaan jaringan *DVB-S* ini menggunakan satelit Measat3 tipe *Boing 601 HP*. Satelit ini diluncurkan dengan menggunakan roket *Proton Breeze M* dan sekarang berada di posisi $91,5^\circ$ bujur timur.

Wilayah cakupan satelit Measat3 dibagi menjadi 2, yaitu untuk wilayah Malaysia dan untuk wilayah Indonesia, dan Asia Selatan. *Footprint* untuk wilayah Indonesia tidak mencakup Irian Jaya seperti gambar berikut :



Gambar 3.6 Footprint cakupan Indonesia [6]

Dengan spesifikasi sebagai berikut :

- G/T = $14\text{dB}/^\circ\text{K}$
- $EIRP$ = 54dBw
- SFD = $-95\text{dB}/\text{m}^2$
- PAD = 6dB
- Daya TWTA = 120 Watt
- Bandwidth per transponder = 36Mhz

3.3.3.10 Perhitungan C/N_{total}

Untuk perhitungan C/N_{total} terdiri dari beberapa parameter, yaitu C/N_{up} , C/N_{down} , C/I , dan C/IM sebagai berikut :

- Perhitungan C/N_{up}

Untuk perhitungan C/N_{up} akan dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.27) untuk kondisi cerah dan kondisi hujan sebagai berikut :

$$EIRP_{sb} = Pt + Gt - Lf$$

$$EIRP_{sb} = 10\log 30 + (20,45 + 20\log 14 + 20\log 4,8 + 10\log 0,7) - 3$$

$$EIRP_{sb} = 67,22dBw$$

Perhitungan *loss* atmosfer sebesar 0,09

Sehingga nilai C/N_{up} untuk kondisi cerah adalah sebagai berikut :

$$C/N_{up} = EIRP_{sb} + G/T_{sat} - FSL_{up} - loss + k - BW_{occ}$$

$$C/N_{up} = 67,22 + 14 - 206,52 - 0,09 + 228,6 - 75,56$$

$$C/N_{up} = 27,65dB$$

Sedangkan untuk kondisi hujan dengan *outage time* 0,01% dengan menggunakan polarisasi vertikal.

$$C/N_{up} = EIRP_{sb} + G/T_{sat} - FSL_{up} - rain - loss + 228,6 - BW_{occ}$$

$$C/N_{up} = 67,22 + 14 - 206,52 - 21,33 - 0,09 + 228,6 - 75,56$$

$$C/N_{up} = 6,32dB$$

- Perhitungan C/N_{down}

Perhitungan C/N_{down} akan dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.28) untuk kondisi cerah dan kondisi hujan sebagai berikut :

Sehingga nilai C/N_{down} untuk kondisi cerah di Jakarta dengan diameter antena 0,8m adalah sebagai berikut :

$$C/N_{down} = EIRP_{sat} + G/T_{sb} - FSL_{down} - loss + k - BW_{occ}$$

$$C/N_{down} = 54 + 19,92 - 205,18 - 0,09 + 228,6 - 75,56$$

$$C/N_{down} = 21,71dB$$

Sedangkan untuk kondisi hujan dengan *outage time* 0,01%

$$C/N_{down} = EIRP_{sat} + G/T_{sb} - FSL_{down} - rain - loss + k - BW_{occ}$$

$$C/N_{down} = 54 + 13,35 - 205,18 - 21,1 - 0,06 + 228,6 - 75,56$$

$$C/N_{down} = -5,95dB$$

- Perhitungan C/N_{req}

Untuk perhitungan C/N_{req} menggunakan persamaan (2.29), maka akan dihasilkan nilai C/I sebagai berikut :

$$C/N_{req} = Eb/No_{req} + 10\log(bit\ rate\ info(khz)) - 10\log(Bw_{occ}(khz))$$

$$C/N_{req} = 5,5\text{dB} + 10\log(39.811.800) - 10\log(36.000.000)$$

$$C/N_{req} = 5,5\text{dB} + 76\text{dB} - 75,5\text{dB}$$

$$C/N_{req} = 6\text{dB}$$

- Perhitungan C/I dan C/IM

Sesuai dengan rekomendasi ITU, bahwa $C/I > C/N_{req} + 10\text{dB}$. Maka nilai C/I adalah 16dB. Untuk C/IM , karena bandwidth yang digunakan penuh untuk satu transponder, maka nilai yang digunakan sebesar 100dB karena tidak ada *noise intermodulasi* lain.

Untuk perhitungan C/N_{total} di wilayah Jakarta akan mempergunakan persamaan (2.30). Sehingga nilai C/N_{total} dapat dicari sebagai berikut untuk kondisi cerah pada sisi arah pancar dan sisi arah terima dengan antenna penerima menggunakan diameter 0,8m :

$$(C/N)_{tot} = \left(\frac{1}{\left((C/N)_{up}^{-1} + (C/N)_{down}^{-1} + (C/IM)^{-1} + (C/I)^{-1} \right)} \right)$$

$$(C/N)_{tot} = \left(\frac{1}{\left(\left(10^{27,65/10} \right)_{up}^{-1} + \left(10^{21,71/10} \right)_{down}^{-1} + \left(10^{100/10} \right)^{-1} + \left(10^{16/10} \right)^{-1} \right)} \right)$$

$$(C/N)_{tot} = 14,74\text{dB}$$

Untuk kondisi perhitungan pada kondisi cuaca dan dengan diameter antenna terima yang berbeda-beda dilakukan dengan cara yang sama, sehingga didapatkan data secara keseluruhan seperti yang tercantum pada lampiran 8 sampai dengan lampiran 18.

Actionscript untuk perhitungan C/N_{total} dilampirkan pada lampiran 19. Pada perhitungan C/N_{total} ini, penulis menampilkan hasil keluaran video yang disesuaikan dengan perbandingan C/N_{total} terhadap C/N_{req} .

BAB IV

ANALISIS PERHITUNGAN JALUR KOMUNIKASI

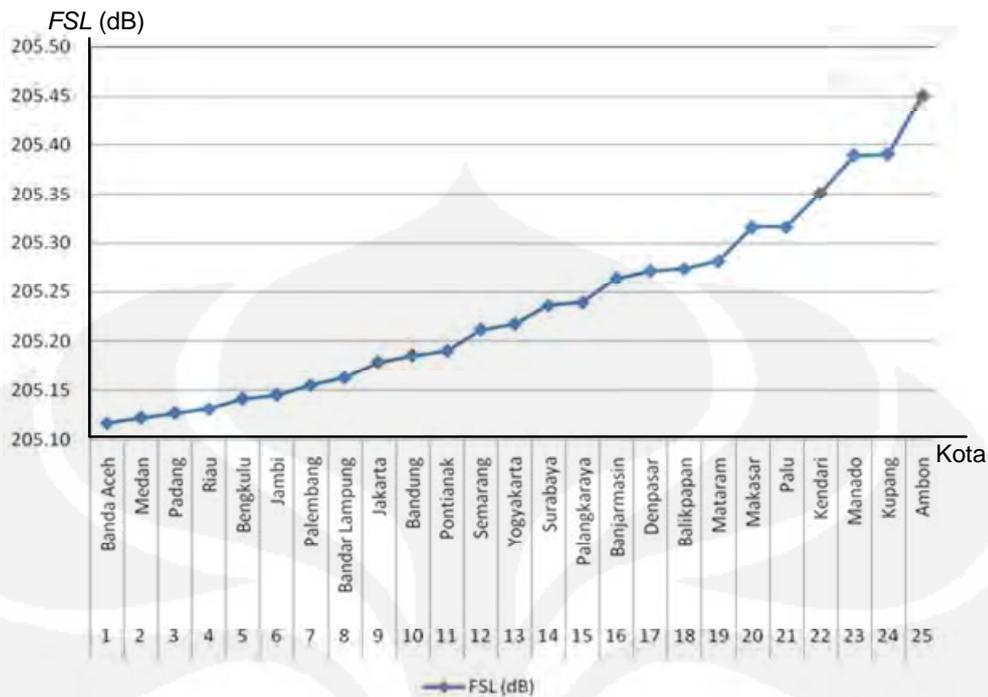
3.4 REDAMAN RUANG BEBAS

Redaman ruang bebas dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu jarak dan frekuensi yang digunakan. Dari lampiran 5 didapatkan grafik jarak untuk 25 kota yang diamati seperti berikut :



Gambar 4.1 Grafik jarak TVRO terhadap satelit untuk masing-masing kota

Dari grafik diatas diketahui bahwa kota Ambon terletak paling jauh dengan jarak 37.224,83Km terhadap satelit Measat-3. Sedangkan kota yang paling dekat adalah Banda Aceh dengan jarak 35.822,58Km. Dari perbedaan jarak tersebut didapatkan redaman ruang bebas yang berbeda-beda pada 25 kota yang diamati. Dari lampiran 5 didapatkan grafik redaman ruang bebas untuk 25 kota yang diamati untuk arah terima sebagai berikut :



Gambar 4.2 Grafik redaman ruang bebas untuk masing-masing kota

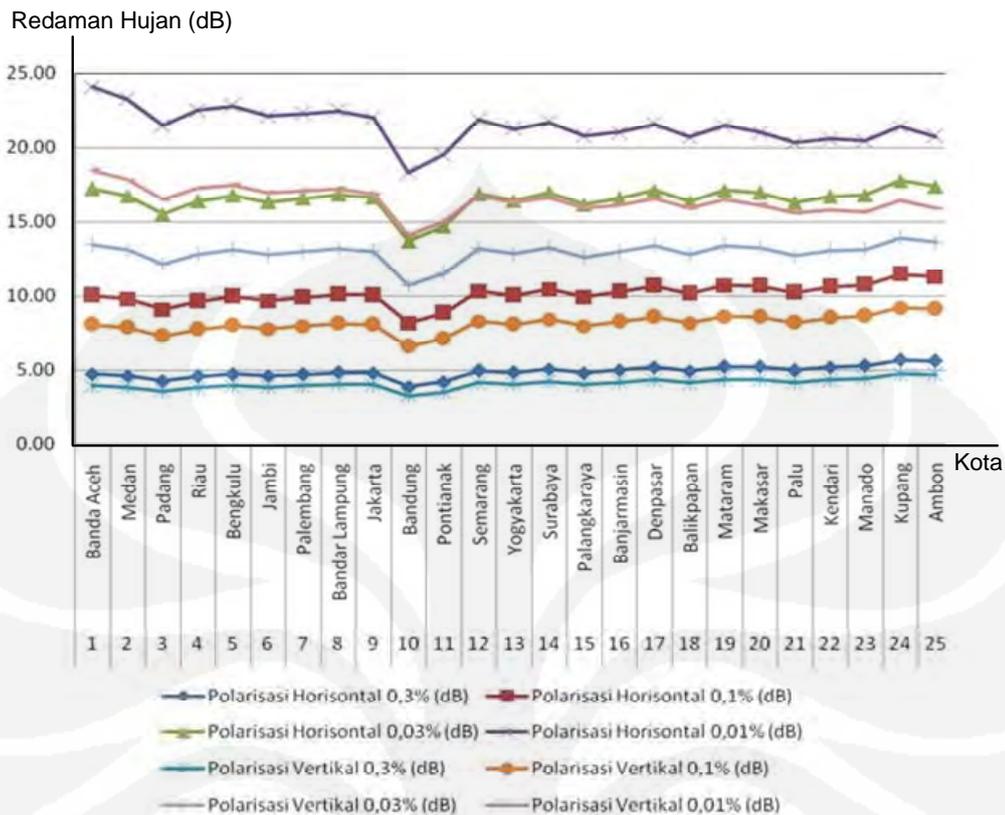
Dari grafik redaman ruang bebas diatas diketahui bahwa kota Ambon dengan jarak terjauh dari satelit Measat-3 memiliki redaman ruang bebas yang paling besar, yaitu sebesar 205,45dB. Sedangkan Banda Aceh sebagai kota terdekat memiliki redaman ruang bebas sebesar 205,12 Ghz.

Untuk stasiun bumi pancar, yaitu kota Jakarta dengan frekuensi 14 Ghz memiliki redaman ruang bebas sebesar 206,52dB.

3.5 REDAMAN HUJAN

Grafik redaman hujan di bawah dibedakan berdasarkan polarisasi dan *availability* yang digunakan. Polarisasi yang digunakan adalah polarisasi vertikal pada arah pancar dan horisontal pada arah terima. Sedangkan *outage time* karena redaman hujan digunakan empat macam, yaitu 0,3%, 0,1%, 0,03%, dan 0,01%.

Pada grafik tersebut terlihat bahwa besar redaman hujan dengan *outage time* 0,01% menggunakan polarisasi horisontal mencapai 24,09dB. Sedangkan dengan *outage time* yang sama, tetapi menggunakan polarisasi vertikal akan menghasilkan redaman hujan yang lebih kecil yaitu 18,48dB.



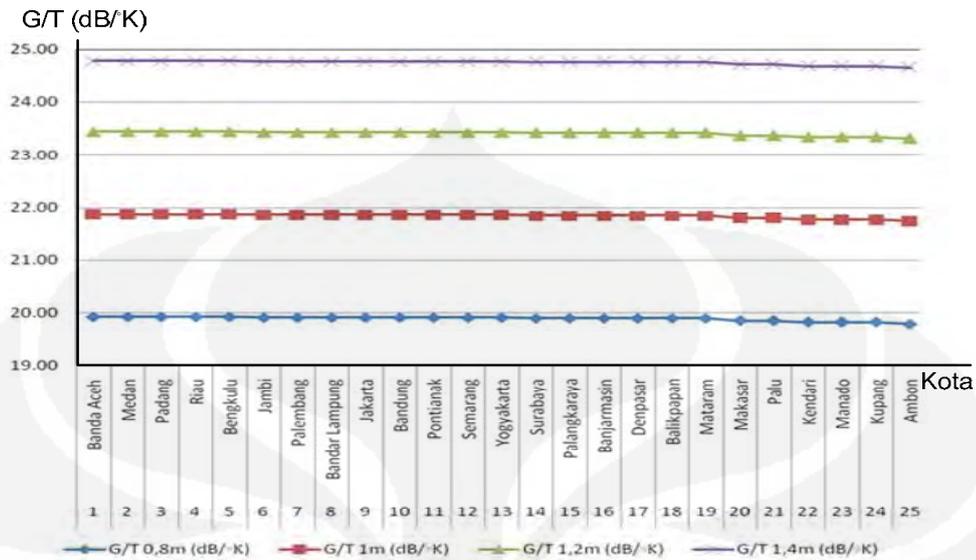
Gambar 4.3 Grafik redaman hujan untuk masing-masing kota

Dari grafik dibawah, terlihat bahwa redaman hujan pada polarisasi vertikal lebih kecil jika dibandingkan dengan redaman hujan pada polarisasi horisontal. Sedangkan untuk masing-masing kota terlihat bahwa, kota yang lebih jauh dari garis katulistiwa memiliki redaman hujan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kota-kota yang terletak berdekatan dengan garis katulistiwa. Selain itu, *altitude* dari masing-masing kota juga sangat mempengaruhi besar redaman hujan. Dimana untuk kota dengan wilayah lebih tinggi akan memiliki redaman hujan yang lebih rendah.

3.6 FIGURE OF MERIT

Nilai *figure of merit* dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu temperatur LNB, temperatur *feeder*, temperatur terhadap elevasi antenna terima, redaman hujan, dan penguatan antenna panerima. Grafik hasil perhitungan *figure of merit* untuk radaman hujan yang berbeda dengan penggunaan diameter antenna yang berbeda adalah sebagai beriku :

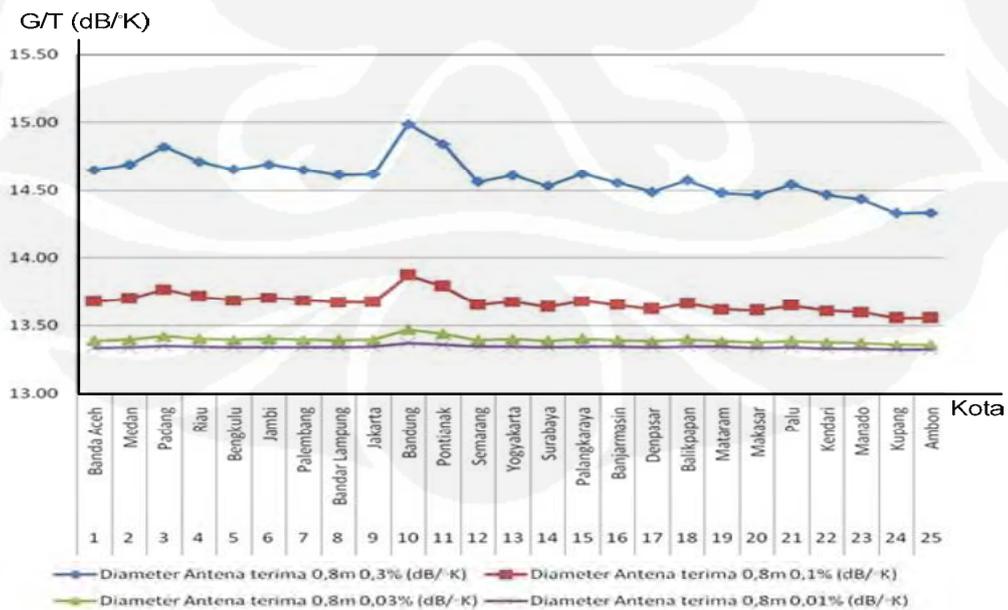
3.6.1 PADA KONDISI CERAH



Gambar 4.4 Grafik G/T pada kondisi cerah untuk masing-masing kota

Pada kondisi cuaca cerah, didapatkan nilai G/T yang hampir seragam untuk semua kota. Dengan penggunaan antenna terima berdiameter 0,8m dihasilkan G/T antara 19,80dB/K sampai dengan 19,93dB/K. Sedangkan dengan diameter antenna yang lebih lebar didapatkan peningkatan nilai G/T sebesar 2dB untuk diameter antenna 1m. Sedangkan dengan penggunaan diameter antenna 1,4m dihasilkan peningkatan G/T sampai dengan 5dB.

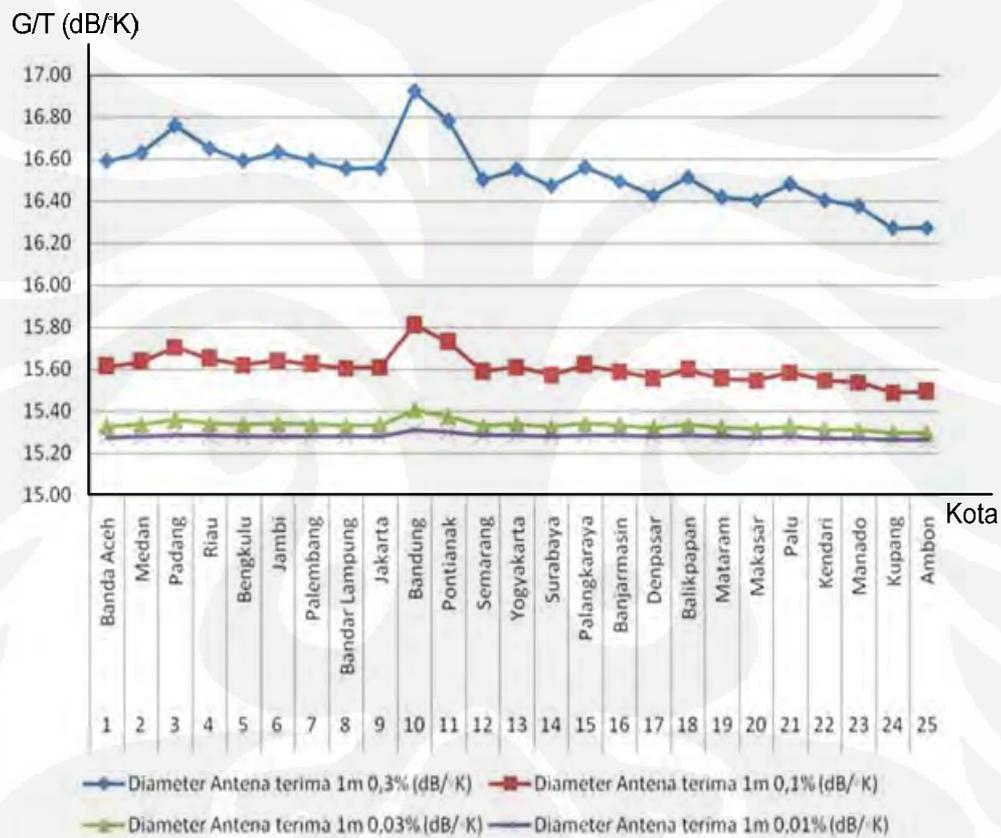
3.6.2 PADA KONDISI HUJAN DENGAN DIAMETER ANTENA 0,8M



Gambar 4.5 Grafik G/T pada kondisi hujan menggunakan antenna berdiameter 0,8m

Grafik diatas adalah grafik yang didapatkan dari hasil perhitungan G/T untuk redaman hujan yang beragam dengan menggunakan antena terima berdiameter 0,8m. Dari grafik tersebut terlihat bahwa nilai G/T untuk *outage time* 0,3% memiliki nilai G/T yang jauh lebih besar jika dibandingkan dengan *outage time* yang lebih kecil. Perbedaan nilai G/T untuk masing-masing kota mengalami perbedaan karena besar redaman hujan untuk masing-masing kota tersebut berbeda-beda.

3.6.3 PADA KONDISI HUJAN DENGAN DIAMETER ANTENA 1M

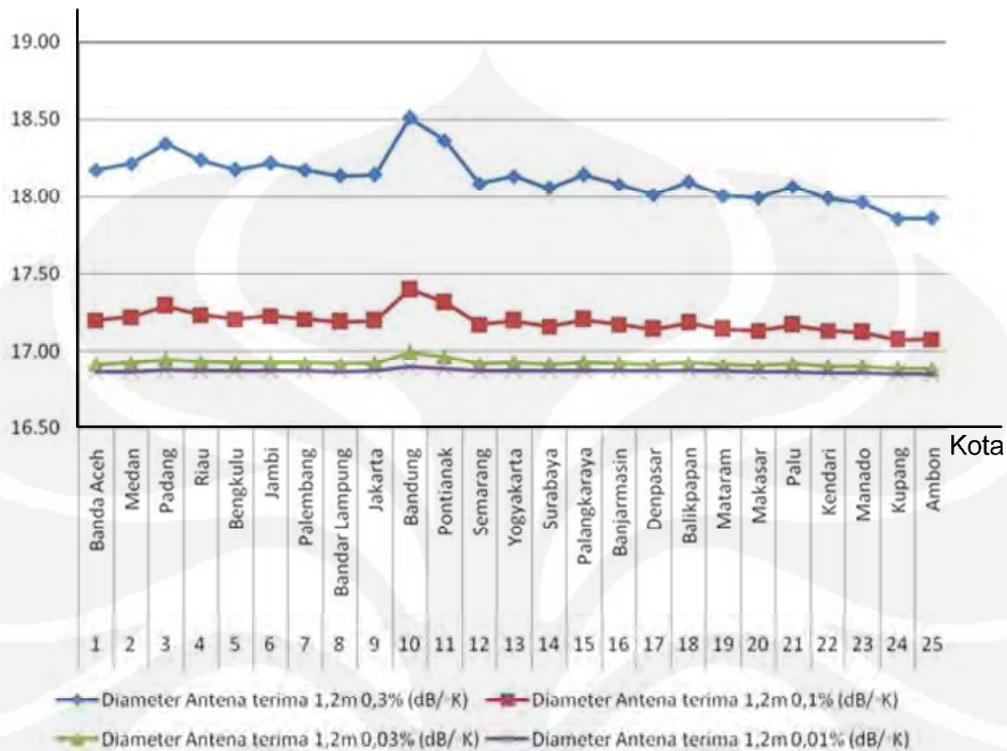


Gambar 4.6 Grafik G/T pada kondisi hujan menggunakan antena berdiameter 1m

Dengan perubahan diameter antena terima menjadi 1m, didapatkan hasil peningkatan G/T sebesar 2dB dari penggunaan diameter antena 0,8m. Sedangkan grafik perbedaan nilai G/T untuk masing-masing kota masih tetap memiliki pola yang sama sesuai dengan besar redaman hujan untuk masing-masing kota tersebut.

3.6.4 PADA KONDISI HUJAN DENGAN DIAMETER ANTENA 1,2M

G/T (dB/K)

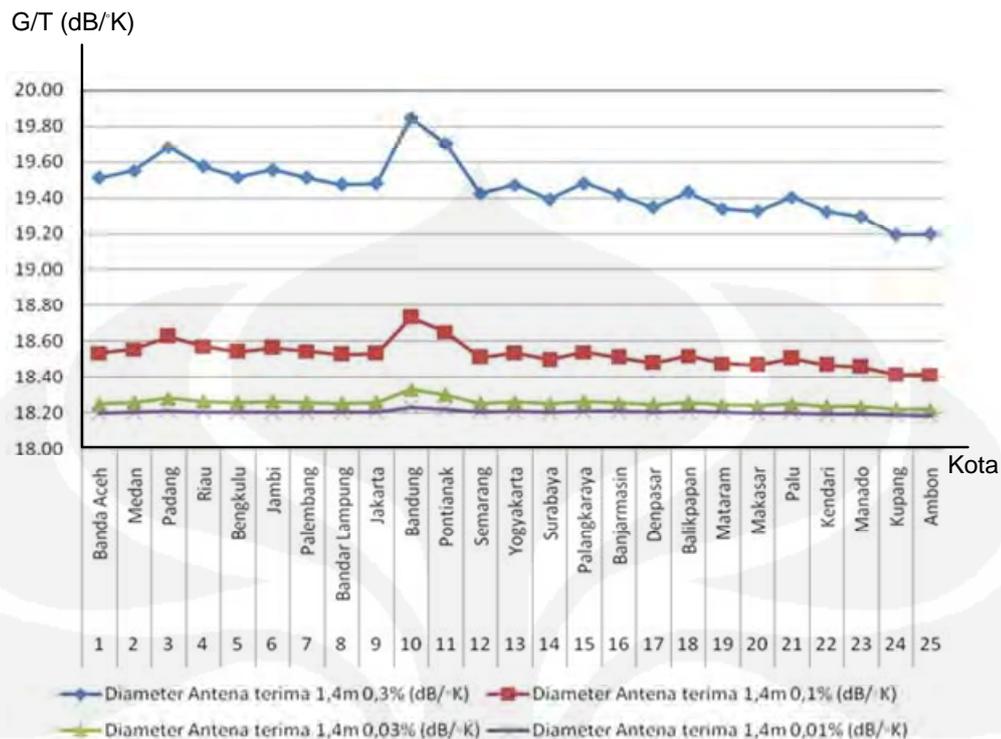


Gambar 4.7 Grafik G/T pada kondisi hujan menggunakan antenna berdiameter 1,2m

Dengan perubahan diameter antenna terima menjadi 1,2m didapatkan pula peningkatan nilai G/T hamper sebesar 2dB jika dibandingkan dengan penggunaan diameter antenna 1m. Pada kondisi ini pula masih terlihat bahwa pada *outage time* 0,3% nilai G/T masih jauh lebih besar jika dibandingkan dengan *outage time* yang lebih kecil.

3.6.5 PADA KONDISI HUJAN DENGAN DIAMETER ANTENA 1,4M

Untuk kondisi terakhir dengan perubahan diameter antenna terima menjadi 1,4m, didapka nilai G/T tertinggi untuk kota Bandung sebesar 19,85dB pada *outage time* 0,3%. Sedangkan untuk *outage time* 0,1%, 0,03%, 0,01% berturut-turut adalah 18,73dB, 18,33dB, dan 18,23dB. Nilai ini jika dibandingkan dengan penggunaan antenna berdiamter 1,2m mengalami peningkatan sebesar kurang lebih 1,5dB. Grafik yang didapat dari hasil perhitungan G/T untuk *outage time* yang berbeda-beda dengan penggunaan antenna berdiamter 1,4m, adalah sebagai berikut:



Gambar 4.8 Grafik G/T pada kondisi hujan menggunakan antenna berdiameter 1,4m

Dari keempat grafik G/T karena dipengaruhi oleh redaman hujan diatas terlihat bahwa nilai G/T terjadi peningkatan yang cukup signifikan pada *availability* 99,7% jika dibandingkan dengan peningkatan pada *availability* yang lebih tinggi.

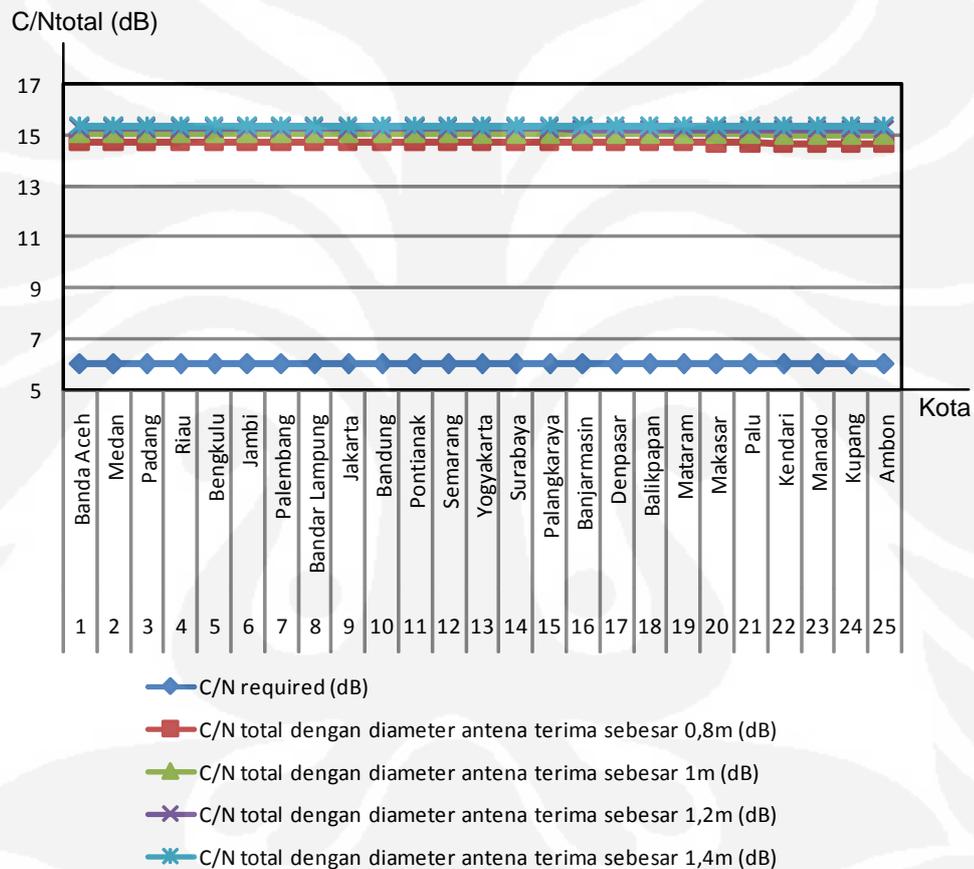
3.7 C/N_{TOTAL}

Untuk perhitungan C/N_{total} akan dilakukan terhadap empat kondisi, yaitu kondisi cerah pada arah pancar dan arah terima, kondisi hujan pada arah pancar saja, kondisi hujan pada arah terima saja, dan kondisi hujan pada arah pancar dan arah terima. Diharapkan dengan empat kondisi dibawah, khususnya untuk kondisi terburuk yaitu pada kondisi hujan pada arah pancar dan arah terima dapat diketahui sejauh mana *availability* yang dapat dicapai pada penggunaan *Ku-band* untuk aplikasi *DVB*. Dengan menggunakan parameter awal daya pancar sebesar 30watt, diameter antenna pancar sebesar 4,8m dan diameter antenna terima mulai dari 0,8m sampai dengan 1,4m. Polarisasi yang digunakan adalah polarisasi vertikal pada arah pancar dan polarisasi horisontal pada arah terima.

Melalui hasil tersebut akan dilihat pula sejauh mana perubahan daya pancar dan perubahan diameter antena, perubahan polarisasi yang digunakan dapat mempengaruhi *availability*.

3.7.1 KONDISI CERAH PADA ARAH PANCAR DAN TERIMA

Pada kondisi cerah di arah pancar dan terima, antena terima dengan diameter 0,8m dan daya pancar 30watt sudah cukup mengakomodasi C/N_{total} untuk 25 kota di Indonesia.

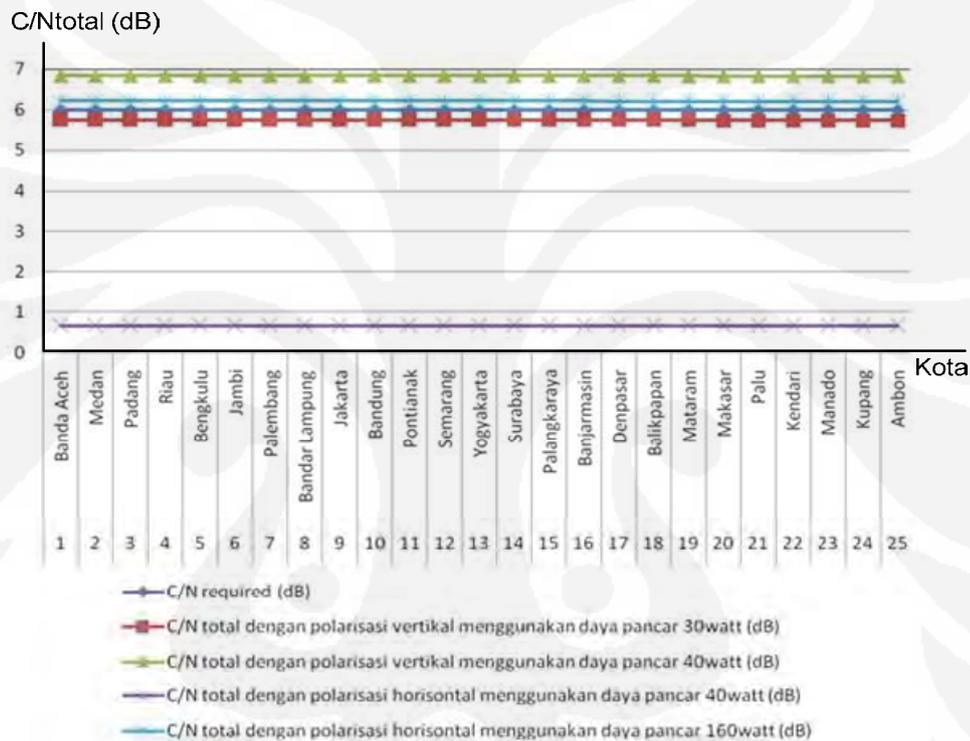


Gambar 4.9 Grafik C/N_{total} pada kondisi cerah

Pada kondisi cerah pada arah pancar maupun terima, komunikasi dapat memenuhi *availability* sampai 99,99% bahkan masih menyisakan margin daya sebesar 8,68dB sampai dengan 8,75dB dengan penggunaan diameter antena terima sebesar 0,8m.

3.7.2 KONDISI HUJAN PADA ARAH PANCAR

Untuk kondisi hujan pada arah pancar mampu mencapai *availability* 99,99% dengan menaikkan daya pancar menjadi 40watt jika pada arah pancar menggunakan polarisasi vertikal. Sedangkan apabila pada arah pancar menggunakan polarisasi horisontal maka daya pancar yang diperlukan sebesar 160watt. Pada arah pancar masih menggunakan antena berdiameter 4,8m sedangkan untuk antena di arah penerima sudah cukup dipenuhi dengan penggunaan antena terima berdiameter 0,8m.

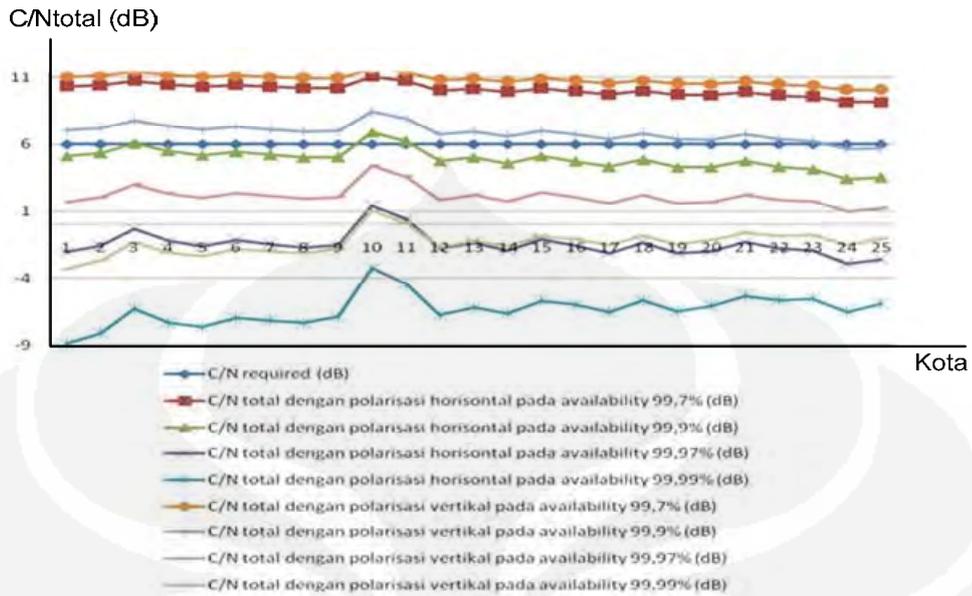


Gambar 4.10 Grafik C/N_{total} pada kondisi hujan di arah pancar

Seperti terlihat pada grafik di atas, margin yang disisakan pada pancar menggunakan polarisasi vertikal sebesar 0,83dB dan 0,20dB apabila pada pancar menggunakan polarisasi horisontal.

3.7.3 KONDISI HUJAN PADA ARAH TERIMA

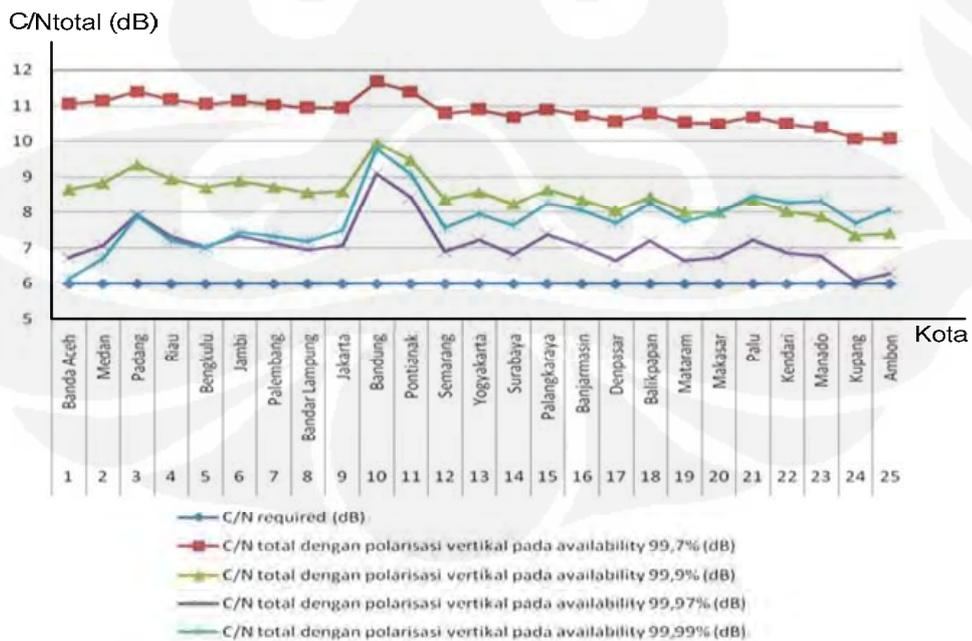
Pada kondisi hujan pada arah terima, dengan menggunakan diameter antena pancar sebesar 4,8m dan antena terima berdiameter 0,8m dengan daya pancar 30watt. Untuk polarisasi terima menggunakan polarisasi horisontal maupun vertikal dengan *availability* yang berbeda-beda dapat dilihat pada grafik dibawah.



Gambar 4.11 Grafik C/N_{total} pada kondisi hujan di arah terima

Dari grafik diatas terlihat bahwa polarisasi vertikal pada arah terima memiliki nilai C/N_{total} yang lebih baik jika dibandingkan dengan menggunakan polarisasi horisontal. Untuk kondisi penggunaan antena pancar 4,8m dan antena terima 0,8m, *availability* yang dapat dicapai hanya untuk *availability* 99,7%.

Agar nilai C/N_{total} dapat lebih besar daripada nilai C/N_{req} , maka dilakukan perubahan diameter antena terima seperti terlihat pada grafik berikut.



Gambar 4.12 Grafik C/N_{total} pada kondisi hujan di arah terima dengan polarisasi vertikal

Agar didapat perubahan nilai seperti pada grafik diatas dilakukan dengan perubahan antena sebagai berikut :

- Untuk memperoleh *availability* 99,7%, antena terima masih cukup menggunakan diameter 0,8m. Pada *availability* ini, margin daya yang disisakan sebesar 4,06dB sampai dengan 5,67dB.
- Untuk memperoleh *availability* 99,9%, antena terima perlu diperlebar menjadi 1m. Pada *availability* ini dengan menggunakan antena terima berdiameter 1m akan menghasilkan margin daya sebesar 1,35dB sampai dengan 3,94dB.
- Untuk memperoleh *availability* 99,97%, antena terima perlu diperlebar lagi menjadi 1,5m. Pada *availability* ini dengan menggunakan antena terima berdiameter 1,5m akan menghasilkan margin daya sebesar 0,08dB sampai dengan 2,42dB.
- Untuk memperoleh *availability* 99,99%, antena terima perlu diperlebar lagi menjadi 2,5m. Pada *availability* ini dengan menggunakan antena terima berdiameter 2,5m akan menghasilkan margin daya sebesar 0,14dB sampai dengan 3,79dB.

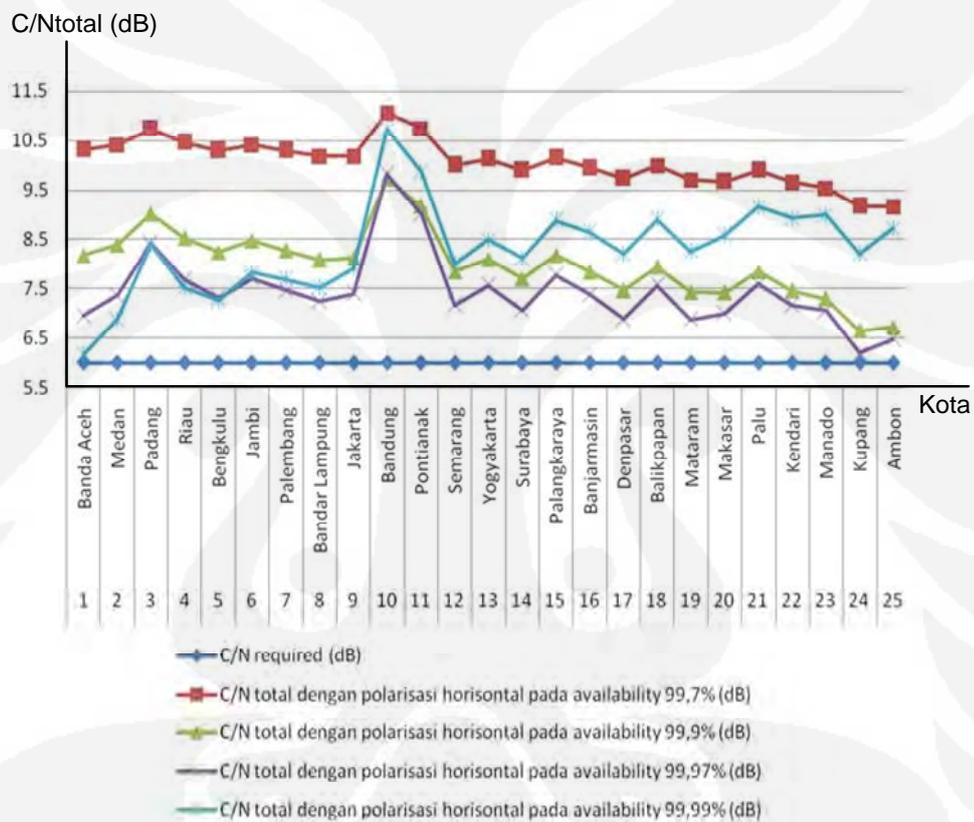
Untuk polarisasi terima menggunakan polarisasi horisontal, diameter antena seperti penggunaan polarisasi vertikal tidak akan cukup untuk memenuhi nilai C/N_{req} . Untuk itu, diameter antena terima yang dibutuhkan apabila menggunakan polarisasi horisontal pada arah terima adalah sebagai berikut :

- Untuk memperoleh *availability* 99,7%, antena terima masih cukup menggunakan diameter 0,8m. Pada *availability* ini, margin daya yang disisakan sebesar 3,16dB sampai dengan 5,06dB.
- Untuk memperoleh *availability* 99,9%, antena terima perlu diperlebar menjadi 1,2m. Pada *availability* ini dengan menggunakan antena terima berdiameter 1,2m akan menghasilkan margin daya sebesar 0,64dB sampai dengan 3,74dB.
- Untuk memperoleh *availability* 99,97%, antena terima perlu diperlebar lagi menjadi 2,4m. Pada *availability* ini dengan menggunakan antena

terima berdiameter 2,5m akan menghasilkan margin daya sebesar 0,19dB sampai dengan 3,82dB.

- Untuk memperoleh *availability* 99,99%, antena terima perlu diperlebar lagi menjadi 4,8m. Pada *availability* ini dengan menggunakan antena terima berdiameter 4,8m akan menghasilkan margin daya sebesar 0,16dB sampai dengan 4,72dB.

Grafik untuk penggunaan polarisasi horisontal pada arah terima adalah sebagai berikut :

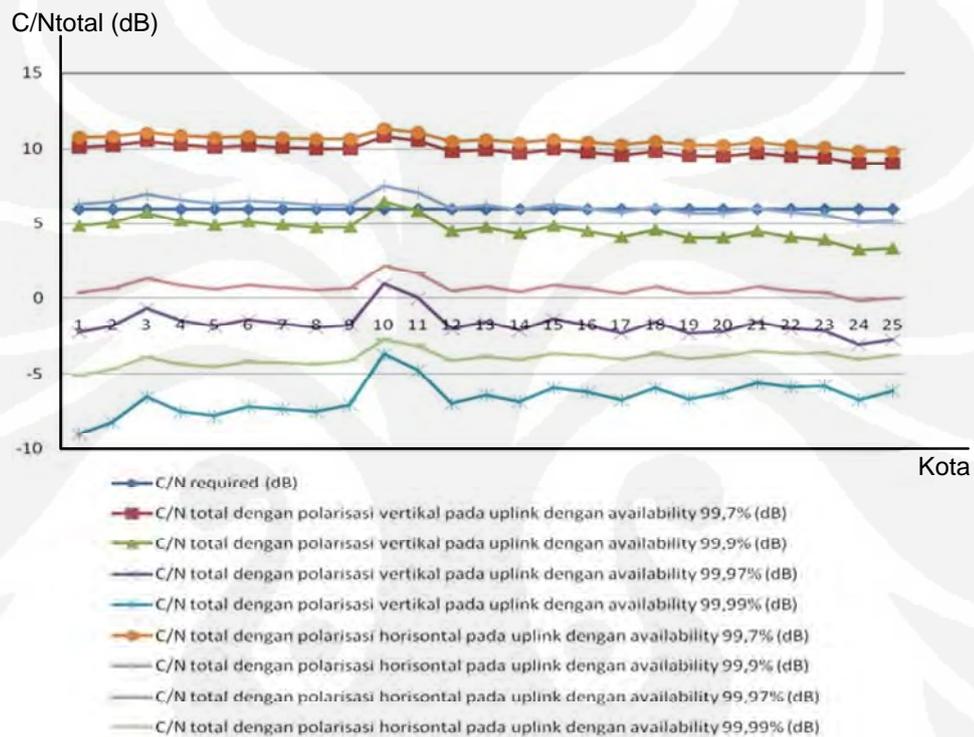


Gambar 4.13 Grafik C/N_{total} pada kondisi hujan di arah terima dengan polarisasi horisontal

Dari perbandingan polarisasi terima yang digunakan, terlihat bahwa penggunaan polarisasi vertikal pada arah terima membutuhkan perubahan diameter antena terima yang tidak sebesar perubahan pada penggunaan polarisasi horisontal. Hal ini terutama terlihat untuk pencapaian *availability* 99,99%, dimana pada polarisasi vertikal membutuhkan antena terima berdiameter 2,5m sedangkan pada polarisasi horisontal membutuhkan antena terima berdiameter 4,8m.

3.7.4 KONDISI HUJAN PADA ARAH PANCAR DAN TERIMA

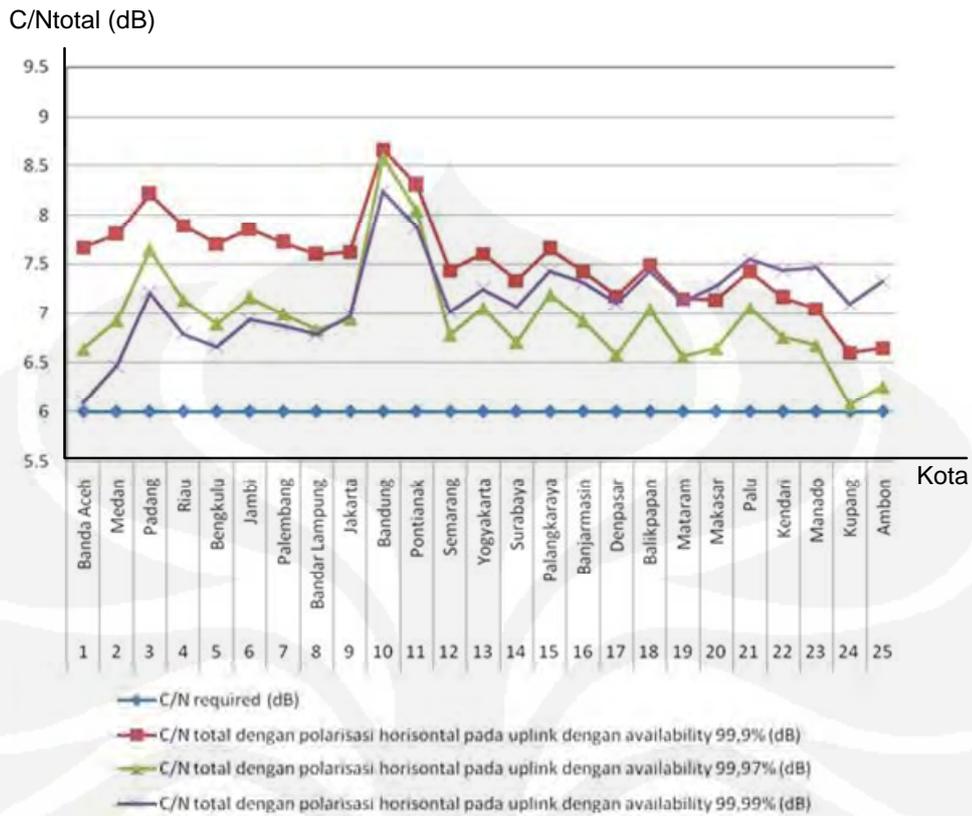
Pada kondisi hujan diarah pancar dan terima, dengan menggunakan diameter antenna pancar sebesar 4,8m dan antenna terima berdiameter 0,8m dengan daya pancar 30watt. Untuk polarisasi pancar menggunakan polarisasi horisontal dan terima menggunakan polarisasi vertikal maupun pancar menggunakan polarisasi vertikal dan terima menggunakan polarisasi horisontal dengan *availability* yang berbeda-beda dapat dilihat pada grafik dibawah.



Gambar 4.14 Grafik C/N_{total} pada kondisi hujan di arah pancar dan terima

Dari grafik diatas terlihat bahwa penggunaan polarisasi horisontal pada arah pancar dan polarisasi vertikal pada arah terima memiliki nilai C/N_{total} yang lebih baik jika dibandingkan dengan menggunakan polarisasi vertikal pada arah pancar dan horisontal pada arah terima. Untuk kondisi penggunaan antenna pancar 4,8m dan antenna terima 0,8m, dan daya pancar 30watt, *availability* yang dapat dicapai hanya untuk *availability* 99,7%.

Oleh karena hal tersebut diatas maka akan dilakukan perubahan daya pancar, diameter antenna pancar, diameter antenna terima yang akan menghasilkan seperti pada grafik berikut :



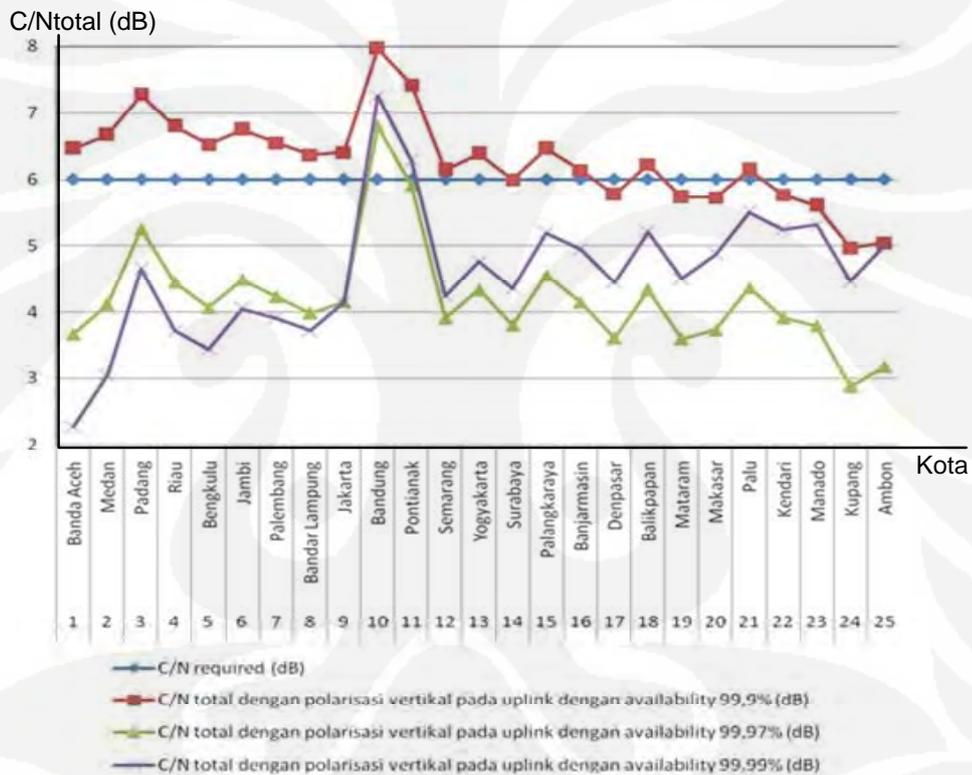
Gambar 4.15 Grafik C/N_{total} pada kondisi hujan di arah pancar dan terima menggunakan polarisasi horisontal pada arah pancar dengan perubahan diameter antena pancar, daya pancar, dan diameter antena terima

Perubahan yang dilakukan agar menghasilkan grafik seperti diatas adalah sebagai berikut :

- Untuk mencapai *availability* 99,9%, maka yang perlu dirubah hanya diameter antena di arah terima dengan diameter antena sebesar 1m. Sedangkan untuk diameter antena pancar sudah cukup dengan antena berdiameter 4,8m dan daya pancar 30watt. Dengan konfigurasi ini, margin daya yang disisakan sebesar 0,6dB sampai dengan 2,66dB.
- Untuk meningkatkan *availability* menjadi 99,97% dilakukan perubahan antena panacar menjadi 7m dengan daya pancar 120w. Sedangkan di arah terima, diameter antena dinaikkan menjadi 1,6m. Dengan konfigurasi ini, margin daya yang disisakan sebesar 0,07dB sampai dengan 2,58dB.
- Untuk meningkatkan *availability* mencapai 99,99% dilakukan perubahan diameter antena pancar menjadi 7m dengan daya pancar 220watt.

Sedangkan di arah penerima diameter antenna yang digunakan adalah antenna berdiameter 3m. Dengan konfigurasi ini, margin daya yang disisakan sebesar 0,09dB sampai dengan 2,24dB.

Untuk polarisasi pancar menggunakan polarisasi vertikal dan terima menggunakan polarisasi horisontal, diameter antenna seperti penggunaan polarisasi horisontal pada arah pancar dan polarisasi vertikal pada arah terima tidak akan cukup untuk memenuhi nilai C/N_{req} . Jika digunakan konfigurasi yang sama seperti pada penggunaan polarisasi horisontal pada arah pancar dan polarisasi vertikal pada arah terima, maka grafik yang dihasilkan sebagai berikut :



Gambar 4.16 Grafik C/N_{total} pada kondisi hujan di arah pancar dan terima menggunakan polarisasi vertikal pada arah pancar

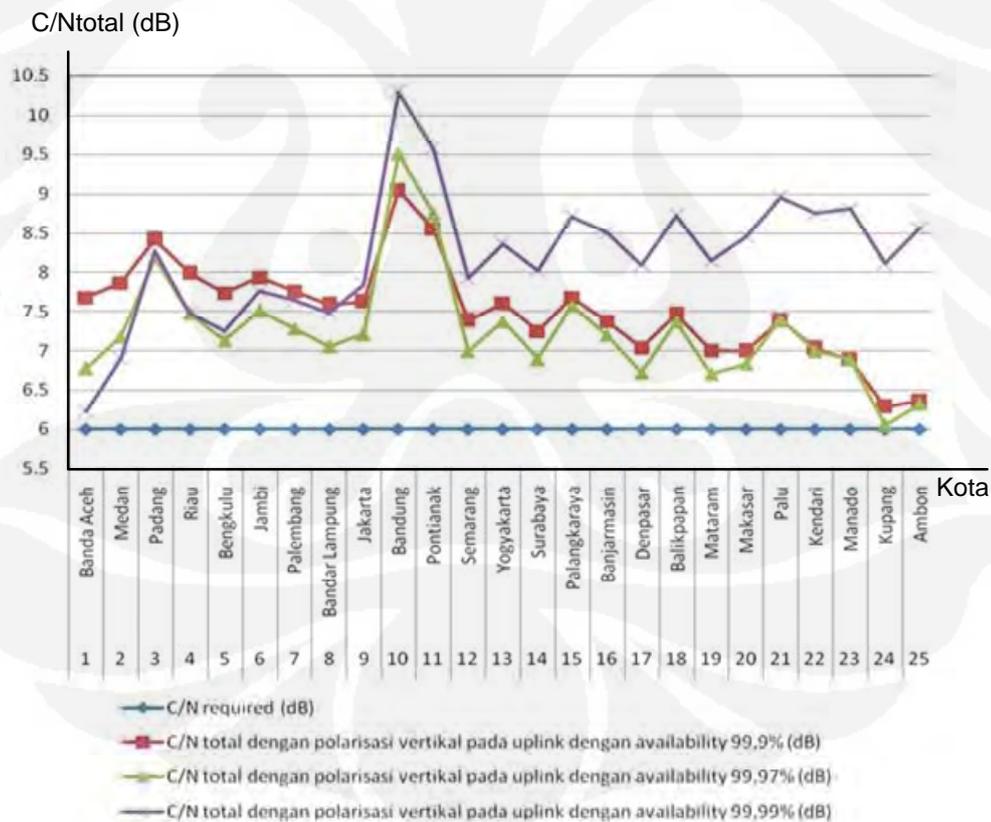
Agar nilai C/N_{total} dapat lebih besar daripada C/N_{req} , maka diperlukan konfigurasi sebagai berikut :

- Untuk mencapai *availability* 99,9%, maka yang perlu dirubah hanya diameter antenna di arah terima dengan diameter antenna sebesar 1,2m. Sedangkan untuk diameter antenna pancar sudah cukup dengan antenna

berdiameter 4,8m dan daya pancar 30watt. Dengan konfigurasi ini, margin daya yang disisakan sebesar 0,29dB sampai dengan 3,04dB.

- Untuk meningkatkan *availability* menjadi 99,97% dilakukan perubahan antenna pancar menjadi 7m dengan daya pancar 120w. Sedangkan di arah terima, diameter antenna dinaikkan menjadi 2,4m. Dengan konfigurasi ini, margin daya yang disisakan sebesar 0,05dB sampai dengan 3,50dB.
- Untuk meningkatkan *availability* mencapai 99,99% dilakukan perubahan diameter antenna pancar menjadi 7m dengan daya pancar 220watt. Sedangkan di arah penerima diameter antenna yang digunakan adalah antenna berdiameter 5m. Dengan konfigurasi ini, margin daya yang disisakan sebesar 0,22dB sampai dengan 4,20dB.

Dengan konfigurasi seperti diatas, maka akan diasilkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.15 Grafik C/N_{total} pada kondisi hujan di arah pancar dan terima menggunakan polarisasi vertikal pada arah pancar dengan perubahan diameter antenna pancar, daya pancar, dan diameter antenna terima

BAB V

KESIMPULAN

Setelah melalui proses perhitungan dan analisis, maka dari tugas akhir ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada kondisi cuaca cerah pada arah pancar dan arah terima, *availability* dapat mencapai nilai 99,99% dengan diameter antena pancar 4,8m dan diameter antena terima 0,8m dengan daya pancar 30watt.
2. Pada kondisi cuaca hujan pada arah pancar, *availability* 99,99% dapat dicapai dengan diameter antena pancar 4,8m dengan daya pancar 40watt menggunakan polarisasi vertikal dan diameter antena terima 0,8m. Penggunaan polarisasi vertikal pada arah pancar membutuhkan daya yang lebih kecil jika dibandingkan dengan penggunaan polarisasi horisontal. Dengan penggunaan polarisasi horisontal, daya pancar yang dibutuhkan mencapai 160watt.
3. Pada kondisi cuaca hujan pada arah terima, dengan penggunaan antena pancar 4,8m dengan daya pancar 30watt dan diameter antena terima 0,8m menggunakan polarisasi horisontal hanya mampu untuk *availability* 99,7%. Perubahan diameter antena terima menjadi 1m mampu menghasilkan *availability* 99,9% dan perubahan diameter antena menjadi 1,5m mampu menghasilkan *availability* 99,97%. Sedangkan untuk mencapai *availability* 99,99%, diameter antena terima menggunakan antena berdiameter 2,5m. Penggunaan polarisasi vertikal pada arah terima membutuhkan perubahan diameter antena yang lebih kecil jika dibandingkan dengan penggunaan polarisasi horisontal. Pada polarisasi horisontal di arah terima, untuk mencapai *availability* 99,9% dibutuhkan antena terima berdiameter 1,2m, untuk *availability* 99,97% dibutuhkan antena terima berdiameter 2,4m, sedangkan untuk dapat mencapai *availability* 99,99% antena terima yang diperlukan berdiameter 4,8m.

4. Pada kondisi cuaca hujan pada arah pancar dan arah terima, penggunaan antenna pancar berdiameter 4,8m berdaya pancar 30watt dan diameter antenna terima 0,8m hanya mampu untuk mengakomodasi *availability* 99,7%. Dengan penggunaan polarisasi horisontal pada arah pancar dan polarisasi vertikal pada arah terima dengan perubahan antenna terima menjadi 1m dapat menghasilkan *availability* 99,9%. Untuk dapat mencapai *availability* 99,97% diperlukan antenna pancar berdiameter 7m dengan daya pancar sebesar 120watt dan antenna terima berdiameter 1,6m. Sedangkan untuk dapat mencapai *availability* 99,99%, antenna pancar menggunakan antenna berdiameter 7m dengan daya pancar 220watt dan antenna terima menggunakan antenna berdiameter 3m.
5. Dari keempat point diatas, dapat diketahui bahwa perubahan antenna yang lebih sedikit dapat dilakukan dengan penggunaan polarisasi horisontal pada arah pancar dan polarisasi vertikal pada arah terima.

DAFTAR ACUAN

- [1] Roger L. Freeman, *Telecommunications Transmission Handbook Fourth Edition* (Canada: John Wiley & Sons inc., 1998)
- [2] Timothy Pratt, Charles W. Bostian, *Satellite Communication* (Canada: John Wiley & Sons inc., 1998)
- [3] Tri T. Ha, *Digital Satellite Communications Second Edition* (Singapore: McGraw-Hill, 1990)
- [4] D.J. Stephenson, *Newnes Guide to Satellite TV Third Edition* (Great Britain: Butterworth-Heinemann Ltd, 1994)
- [5] Gideon Jonatan, *Sistem Komunikasi Satelit* (Bandung: Kopma STT Telkom, 2004)
- [6] www.measat.com, diakses tanggal 20 April 2008

DAFTAR PUSTAKA

Freeman, Roger L., *Telecommunications Transmission Handbook Fourth Edition* (Canada: John Wiley & Sons inc., 1998)

Prat, Timothy, Bostia, Charles W., *Satellite Communication* (Canada: John Wiley & Sons inc., 1998)

Ha, Tri T., *Digital Satellite Communications Second Edition* (Singapore: McGraw-Hill, 1990)

Stephenson, D.J., *Newnes Guide to Satellite TV Third Edition* (Great Britain: Butterworth-Heinemann Ltd, 1994)

Jonatan, Gideon, *Sistem Komunikasi Satelit* (Bandung: Kopma STT Telkom, 2004)

Elbert, Bruce. R, *The Satellite Communication Application Handbook Second Edition* (British: Artech House Inc., 2004)

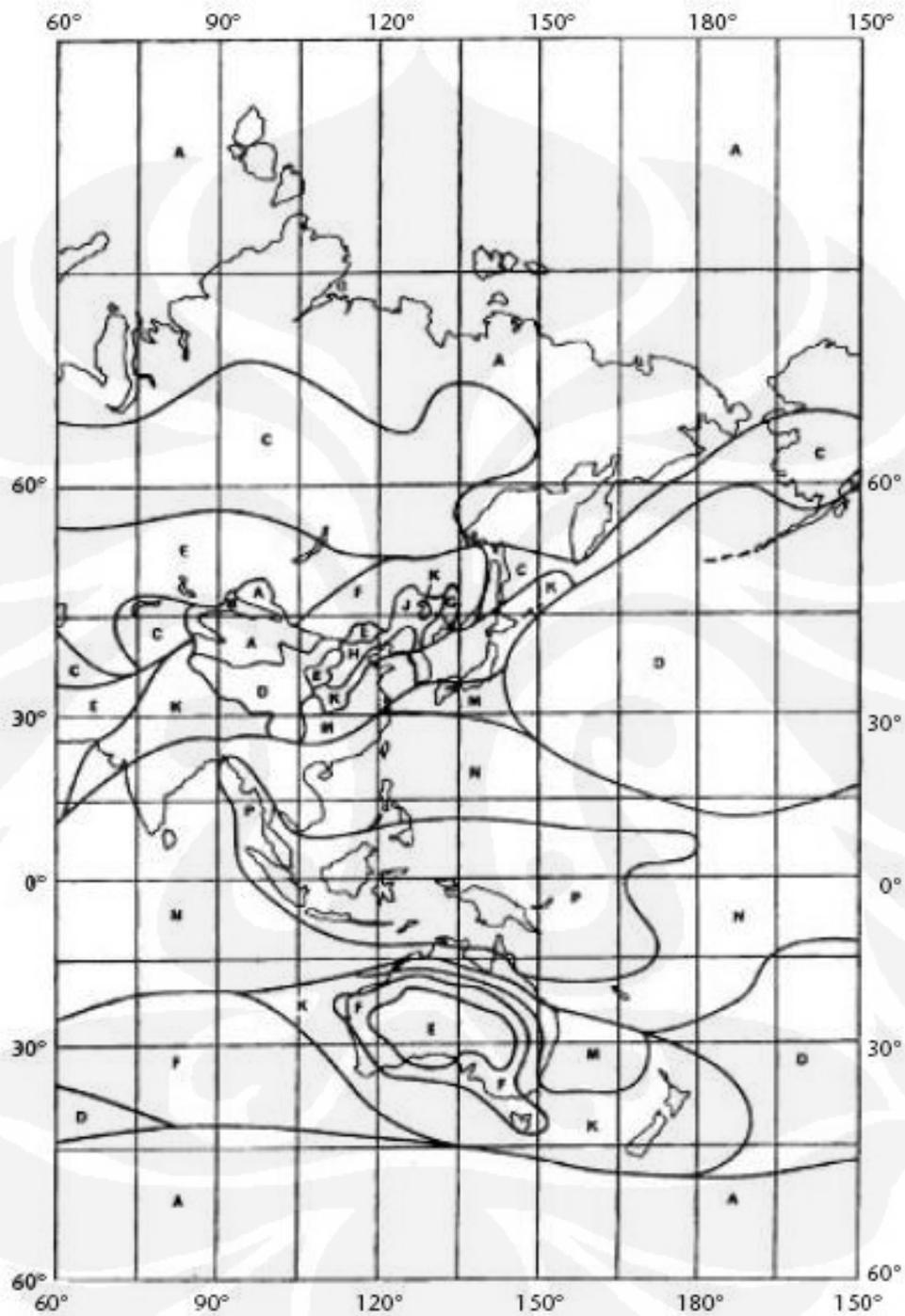
Jayan, 64 Trik Tersembunyi Flash, (Palembang : Maxikom, 2007)

www.measat.com, diakses tanggal 20 April 2008

www.bmg.go.id, diakses tanggal 1 Mei 2008

www.babaflash.com, diakses tanggal 20 Juni 2008

Lampiran 1 Peta wilayah hujan



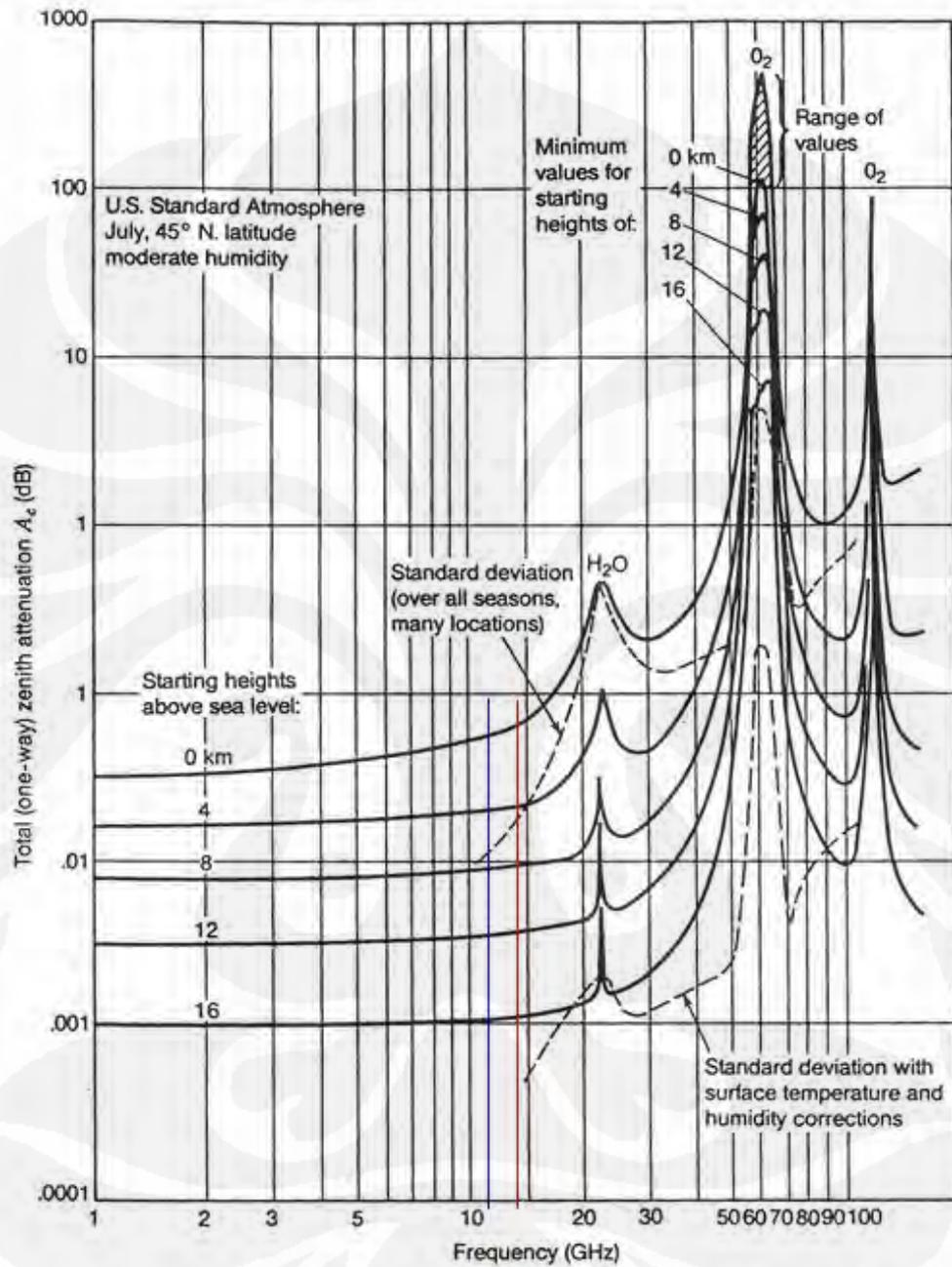
Lampiran 2 Tabel curah hujan

<i>Outage Time (%)</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q
1	<0,5	1	2	3	1	2	3	2	8	2	2	4	5	12	24
0,3	1	2	3	5	3	4	7	4	13	6	7	11	15	34	49
0,1	2	3	5	8	6	8	12	10	20	12	15	22	35	65	72
0,03	5	6	9	13	12	15	20	18	28	23	33	40	65	105	96
0,01	8	12	15	19	22	28	30	32	35	42	60	63	95	145	115
0,003	14	21	26	29	41	54	45	55	45	70	105	95	140	200	142
0,001	22	32	42	42	70	78	55	83	55	100	150	120	180	250	170

Lampiran 3 Tabel koefisien regresi

Frekuensi (Ghz)	ah	bh	av	bv
1	2,59x10-5	0,9691	3,08x10-5	0,8592
4	0,000107	0,6009	0,000246	1,2476
5	0,000706	1,59	0,000488	1,5728
7	0,001915	1,481	0,001425	1,4745
8	0,004115	1,3905	0,00345	1,3797
9	0,007535	1,3155	0,006691	1,2895
10	0,01217	1,2571	0,001129	1,2118
11	0,01772	1,214	0,01731	1,1617
12	0,02366	1,1825	0,02455	1,1218
13	0,03041	1,1586	0,03266	1,0901
14	0,03738	1,1396	0,04126	1,0646
15	0,04481	1,1233	0,05008	1,044
16	0,05282	1,1086	0,05899	1,0273

Lampiran 4 Grafik redaman gas atmosfer



Lampiran 5 Daftar kota yang diamati

No.	Kota	Altitude (Km dpl)	Bujur (°)	Lintang (°)	Asimuth (°)	Elevasi (°)	Jarak (Km)	FSL (dB)
1	Banda Aceh	0,03	95,98	5,27	220,47	81,86	35822,58	205,12
2	Medan	0,05	98,92	3,42	245,39	80,39	35844,05	205,12
3	Padang	0,2	100,66	-0,58	273,59	79,20	35864,30	205,13
4	Riau	0,015	101,50	0,49	267,22	78,22	35882,21	205,13
5	Bengkulu	0,008	102,52	-3,87	289,12	76,27	35923,60	205,14
6	Jambi	0,03	103,72	-1,54	277,07	75,52	35940,42	205,15
7	Palembang	0,002	104,92	-2,97	282,25	73,85	35982,35	205,16
8	Bandar Lampung	0,001	105,28	-5,19	290,25	72,72	36013,28	205,16
9	Jakarta	0,06	106,96	-6,20	291,33	70,47	36080,99	205,18
10	Bandung	0,7	107,44	-6,86	292,69	69,67	36107,20	205,19
11	Pontianak	0,3	109,36	-0,07	270,22	69,04	36128,03	205,19
12	Semarang	0,021	110,26	-6,92	289,53	66,60	36216,38	205,21
13	Yogyakarta	0,15	110,50	-7,81	291,54	65,98	36240,28	205,22
14	Surabaya	0,015	112,48	-7,28	288,33	64,04	36318,98	205,24
15	Palangkaraya	0,06	113,80	-2,26	275,49	63,75	36331,25	205,24
16	Banjarmasin	0,001	115,72	-3,16	276,99	61,44	36433,66	205,26
17	Denpasar	0,025	115,12	-8,53	288,74	60,73	36466,80	205,27
18	Balikpapan	0,001	116,68	-1,18	272,51	60,52	36476,75	205,27
19	Mataram	0,025	116,02	-8,35	287,66	59,82	36510,41	205,28
20	Makasar	0,006	119,38	-5,07	279,48	56,97	36655,17	205,32
21	Palu	0,06	119,80	-1,30	272,41	56,94	36656,76	205,32
22	Kendari	0,07	121,90	4,05	263,14	54,29	36802,50	205,35
23	Manado	0,025	124,54	1,45	267,77	51,53	36965,28	205,39
24	Kupang	0,03	123,22	-10,03	285,74	51,48	36968,34	205,39
25	Ambon	0,03	128,02	-3,40	274,58	47,47	37224,83	205,45
26	JAKARTA <i>uplink</i>	0,006	106,96	-6,20	291,33	70,47	36080,99	206,52

Lampiran 6 *Figure of Merit* untuk kondisi cerah

No.	Kota	G/T 0,8m (dB/°K)	G/T 1m (dB/°K)	G/T 1,2m (dB/°K)	G/T 1,4m (dB/°K)
1	Banda Aceh	19,93	21,86	23,45	24,79
2	Medan	19,93	21,86	23,45	24,79
3	Padang	19,93	21,86	23,45	24,79
4	Riau	19,93	21,86	23,45	24,79
5	Bengkulu	19,93	21,86	23,45	24,79
6	Jambi	19,91	21,85	23,44	24,77
7	Palembang	19,91	21,85	23,44	24,77
8	Bandar Lampung	19,91	21,85	23,44	24,77
9	Jakarta	19,91	21,85	23,44	24,77
10	Bandung	19,91	21,85	23,44	24,77
11	Pontianak	19,91	21,85	23,44	24,77
12	Semarang	19,91	21,85	23,44	24,77
13	Yogyakarta	19,91	21,85	23,44	24,77
14	Surabaya	19,90	21,84	23,42	24,76
15	Palangkaraya	19,90	21,84	23,42	24,76
16	Banjarmasin	19,90	21,84	23,42	24,76
17	Denpasar	19,90	21,84	23,42	24,76
18	Balikpapan	19,90	21,84	23,42	24,76
19	Mataram	19,90	21,84	23,42	24,76
20	Makasar	19,85	21,79	23,38	24,71
21	Palu	19,85	21,79	23,38	24,71
22	Kendari	19,82	21,76	23,35	24,69
23	Manado	19,82	21,76	23,35	24,69
24	Kupang	19,82	21,76	23,35	24,69
25	Ambon	19,80	21,73	23,32	24,66

Lampiran 7 *Figure of Merit* untuk kondisi hujan

No	Kota	Diameter Antena terima 0,8m				Diameter Antena terima 1m				Diameter Antena terima 1,2m				Diameter Antena terima 1,4m			
		0,30 % (dB/K)	0,10 % (dB/K)	0,03 % (dB/K)	0,01 % (dB/K)	0,30 % (dB/K)	0,10 % (dB/K)	0,03 % (dB/K)	0,01 % (dB/K)	0,30 % (dB/K)	0,10 % (dB/K)	0,03 % (dB/K)	0,01 % (dB/K)	0,30 % (dB/K)	0,10 % (dB/K)	0,03 % (dB/K)	0,01 % (dB/K)
1	Banda Aceh	14,65	13,67	13,39	13,34	16,59	15,61	15,33	15,28	18,17	17,20	16,91	16,86	19,51	18,54	18,25	18,20
2	Medan	14,69	13,70	13,40	13,34	16,63	15,63	15,34	15,28	18,21	17,22	16,92	16,86	19,55	18,56	18,26	18,20
3	Padang	14,82	13,77	13,42	13,35	16,76	15,70	15,36	15,29	18,34	17,29	16,94	16,87	19,68	18,63	18,28	18,21
4	Riau	14,71	13,71	13,40	13,34	16,65	15,65	15,34	15,28	18,24	17,23	16,93	16,87	19,57	18,57	18,26	18,20
5	Bengkulu	14,65	13,68	13,40	13,34	16,59	15,62	15,33	15,28	18,18	17,20	16,92	16,86	19,51	18,54	18,26	18,20
6	Jambi	14,70	13,70	13,40	13,34	16,63	15,64	15,34	15,28	18,22	17,22	16,92	16,86	19,56	18,56	18,26	18,20
7	Palembang	14,65	13,68	13,40	13,34	16,59	15,62	15,34	15,28	18,17	17,21	16,92	16,86	19,51	18,54	18,26	18,20
8	Bandar Lampung	14,62	13,67	13,39	13,34	16,55	15,60	15,33	15,28	18,14	17,19	16,91	16,86	19,48	18,53	18,25	18,20
9	Jakarta	14,62	13,67	13,40	13,34	16,56	15,61	15,33	15,28	18,14	17,19	16,92	16,87	19,48	18,53	18,26	18,20
10	Bandung	14,99	13,87	13,47	13,37	16,92	15,81	15,41	15,31	18,51	17,39	16,99	16,89	19,85	18,73	18,33	18,23
11	Pontianak	14,84	13,79	13,44	13,36	16,78	15,73	15,38	15,30	18,36	17,31	16,96	16,88	19,70	18,65	18,30	18,22
12	Semarang	14,56	13,65	13,39	13,34	16,50	15,59	15,33	15,28	18,09	17,17	16,91	16,87	19,42	18,51	18,25	18,20
13	Yogyakarta	14,61	13,67	13,40	13,35	16,55	15,61	15,34	15,29	18,13	17,19	16,92	16,87	19,47	18,53	18,26	18,21
14	Surabaya	14,53	13,64	13,39	13,34	16,47	15,57	15,33	15,28	18,05	17,16	16,91	16,86	19,39	18,50	18,25	18,20
15	Palangkaraya	14,62	13,68	13,40	13,35	16,56	15,62	15,34	15,29	18,14	17,20	16,92	16,87	19,48	18,54	18,26	18,21
16	Banjarmasin	14,56	13,65	13,39	13,35	16,49	15,59	15,33	15,28	18,08	17,17	16,92	16,87	19,42	18,51	18,26	18,21
17	Denpasar	14,49	13,62	13,39	13,34	16,43	15,56	15,32	15,28	18,01	17,14	16,91	16,86	19,35	18,48	18,25	18,20
18	Balikpapan	14,57	13,66	13,40	13,35	16,51	15,60	15,34	15,29	18,09	17,18	16,92	16,87	19,43	18,52	18,26	18,21
19	Mataram	14,48	13,62	13,39	13,34	16,42	15,55	15,32	15,28	18,00	17,14	16,91	16,87	19,34	18,48	18,25	18,20
20	Makasar	14,47	13,61	13,38	13,34	16,40	15,55	15,32	15,27	17,99	17,13	16,90	16,86	19,33	18,47	18,24	18,20
21	Palu	14,54	13,64	13,39	13,34	16,48	15,58	15,33	15,28	18,07	17,17	16,91	16,86	19,40	18,50	18,25	18,20
22	Kendari	14,47	13,61	13,37	13,33	16,40	15,55	15,31	15,27	17,99	17,13	16,90	16,85	19,33	18,47	18,24	18,19
23	Manado	14,44	13,60	13,37	13,33	16,37	15,54	15,31	15,27	17,96	17,12	16,90	16,85	19,30	18,46	18,23	18,19
24	Kupang	14,33	13,55	13,36	13,33	16,27	15,49	15,30	15,27	17,85	17,07	16,88	16,85	19,19	18,41	18,22	18,19
25	Ambon	14,34	13,55	13,36	13,32	16,27	15,49	15,30	15,26	17,86	17,08	16,88	16,85	19,20	18,41	18,22	18,19

Lampiran 8 Hasil perhitungan redaman hujan

No.	Kota	Polarisasi Horisontal				Polarisasi Vertikal			
		0,3% (dB)	0,1% (dB)	0,03% (dB)	0,01% (dB)	0,3% (dB)	0,1% (dB)	0,03% (dB)	0,01% (dB)
1	Banda Aceh	4,72	10,04	17,232	24,09	3,96	8,08	13,48	18,48
2	Medan	4,62	9,79	16,751	23,26	3,87	7,89	13,10	17,85
3	Padang	4,28	9,08	15,504	21,49	3,59	7,31	12,13	16,48
4	Riau	4,55	9,64	16,379	22,52	3,82	7,76	12,81	17,27
5	Bengkulu	4,72	9,94	16,784	22,81	3,95	8,01	13,13	17,50
6	Jambi	4,59	9,68	16,323	22,14	3,85	7,80	12,77	16,99
7	Palembang	4,71	9,90	16,589	22,29	3,95	7,97	12,98	17,10
8	Bandar Lampung	4,82	10,10	16,852	22,48	4,04	8,13	13,18	17,25
9	Jakarta	4,81	10,04	16,651	22,00	4,03	8,09	13,03	16,87
10	Bandung	3,90	8,18	13,692	18,35	3,27	6,59	10,71	14,08
11	Pontianak	4,22	8,84	14,706	19,53	3,54	7,12	11,50	14,98
12	Semarang	4,97	10,32	16,882	21,86	4,16	8,31	13,21	16,77
13	Yogyakarta	4,83	10,03	16,416	21,27	4,05	8,08	12,84	16,32
14	Surabaya	5,06	10,46	16,968	21,71	4,24	8,42	13,27	16,65
15	Palangkaraya	4,79	9,92	16,149	20,76	4,01	7,99	12,63	15,92
16	Banjarmasin	4,98	10,27	16,574	21,02	4,17	8,27	12,97	16,13
17	Denpasar	5,20	10,68	17,139	21,57	4,35	8,60	13,41	16,55
18	Balikpapan	4,93	10,16	16,361	20,71	4,13	8,18	12,80	15,88
19	Mataram	5,22	10,71	17,145	21,49	4,37	8,63	13,41	16,49
20	Makasar	5,22	10,67	16,956	21,04	4,37	8,60	13,26	16,14
21	Palu	4,98	10,20	16,276	20,32	4,17	8,22	12,73	15,58
22	Kendari	5,20	10,59	16,722	20,57	4,35	8,53	13,08	15,78
23	Manado	5,29	10,74	16,813	20,45	4,43	8,65	13,15	15,69
24	Kupang	5,66	11,44	17,783	21,41	4,74	9,22	13,91	16,43
25	Ambon	5,62	11,30	17,406	20,73	4,70	9,10	13,62	15,90
26	JAKARTA <i>uplink</i>	6,63	13,48	21,87	28,45	5,62	10,88	17,03	21,62

Lampiran 9 C/N_{total} pada cuaca cerah

No.	Kota	Diameter Antena Terima			
		0,8m (dB)	1m (dB)	1,2m (dB)	1,4m (dB)
1	Banda Aceh	14,75	15,08	15,26	15,38
2	Medan	14,75	15,07	15,26	15,38
3	Padang	14,75	15,07	15,26	15,37
4	Riau	14,75	15,07	15,26	15,37
5	Bengkulu	14,75	15,07	15,26	15,37
6	Jambi	14,75	15,07	15,26	15,37
7	Palembang	14,74	15,07	15,26	15,37
8	Bandar Lampung	14,74	15,07	15,25	15,37
9	Jakarta	14,74	15,06	15,25	15,37
10	Bandung	14,74	15,06	15,25	15,37
11	Pontianak	14,74	15,06	15,25	15,37
12	Semarang	14,73	15,06	15,25	15,37
13	Yogyakarta	14,73	15,06	15,25	15,37
14	Surabaya	14,73	15,06	15,25	15,36
15	Palangkaraya	14,72	15,05	15,25	15,36
16	Banjarmasin	14,72	15,05	15,24	15,36
17	Denpasar	14,72	15,05	15,24	15,36
18	Balikpapan	14,72	15,05	15,24	15,36
19	Mataram	14,72	15,05	15,24	15,36
20	Makasar	14,70	15,04	15,23	15,35
21	Palu	14,70	15,04	15,23	15,35
22	Kendari	14,69	15,03	15,23	15,35
23	Manado	14,68	15,02	15,22	15,35
24	Kupang	14,68	15,02	15,22	15,35
25	Ambon	14,66	15,01	15,21	15,34

Lampiran 10 C/N_{total} pada cuaca hujan pada arah pancar

No.	Kota	Polarisasi Vertikal		Polarisasi Horisontal	
		30watt (dB)	40watt (dB)	40watt (dB)	160watt (dB)
1	Banda Aceh	5,76	6,84	0,66	6,23
2	Medan	5,76	6,84	0,66	6,23
3	Padang	5,76	6,84	0,66	6,22
4	Riau	5,76	6,84	0,66	6,22
5	Bengkulu	5,76	6,84	0,66	6,22
6	Jambi	5,76	6,84	0,66	6,22
7	Palembang	5,76	6,84	0,66	6,22
8	Bandar Lampung	5,76	6,84	0,66	6,22
9	Jakarta	5,76	6,84	0,66	6,22
10	Bandung	5,76	6,84	0,66	6,22
11	Pontianak	5,76	6,84	0,66	6,22
12	Semarang	5,76	6,84	0,66	6,22
13	Yogyakarta	5,76	6,84	0,66	6,22
14	Surabaya	5,76	6,84	0,66	6,22
15	Palangkaraya	5,76	6,84	0,66	6,22
16	Banjarmasin	5,76	6,84	0,66	6,22
17	Denpasar	5,76	6,83	0,66	6,22
18	Balikpapan	5,76	6,83	0,66	6,22
19	Mataram	5,76	6,83	0,66	6,22
20	Makasar	5,75	6,83	0,66	6,22
21	Palu	5,75	6,83	0,66	6,22
22	Kendari	5,75	6,83	0,66	6,22
23	Manado	5,75	6,83	0,66	6,21
24	Kupang	5,75	6,83	0,66	6,21
25	Ambon	5,75	6,83	0,66	6,21

Lampiran 11 C/N_{total} pada cuaca hujan di arah terima

No.	Kota	Polarisasi Horisontal				Polarisasi Vertikal			
		99,7% (dB)	99,9% (dB)	99,97% (dB)	99,99% (dB)	99,7% (dB)	99,9% (dB)	99,97% (dB)	99,99% (dB)
1	Banda Aceh	10,31	5,10	-2,06	-8,91	11,05	7,03	1,68	-3,30
2	Medan	10,41	5,34	-1,58	-8,09	11,13	7,22	2,05	-2,67
3	Padang	10,73	6,04	-0,34	-6,32	11,40	7,78	3,02	-1,32
4	Riau	10,46	5,49	-1,22	-7,35	11,18	7,34	2,33	-2,11
5	Bengkulu	10,30	5,17	-1,63	-7,65	11,04	7,08	2,01	-2,34
6	Jambi	10,41	5,43	-1,18	-6,99	11,13	7,29	2,36	-1,84
7	Palembang	10,29	5,20	-1,46	-7,15	11,03	7,11	2,15	-1,96
8	Bandar Lampung	10,18	5,00	-1,72	-7,35	10,94	6,94	1,93	-2,12
9	Jakarta	10,18	5,04	-1,54	-6,88	10,94	6,97	2,07	-1,76
10	Bandung	11,06	6,87	1,40	-3,24	11,67	8,44	4,37	1,02
11	Pontianak	10,74	6,22	0,39	-4,43	11,40	7,91	3,58	0,11
12	Semarang	10,00	4,74	-1,80	-6,78	10,79	6,72	1,86	-1,69
13	Yogyakarta	10,13	5,02	-1,34	-6,19	10,89	6,95	2,22	-1,24
14	Surabaya	9,90	4,57	-1,92	-6,65	10,69	6,59	1,77	-1,60
15	Palangkaraya	10,15	5,10	-1,10	-5,70	10,91	7,01	2,41	-0,88
16	Banjarmasin	9,95	4,73	-1,55	-5,99	10,74	6,71	2,05	-1,10
17	Denpasar	9,73	4,32	-2,12	-6,55	10,56	6,38	1,60	-1,53
18	Balikpapan	9,99	4,84	-1,35	-5,69	10,77	6,80	2,21	-0,87
19	Mataram	9,70	4,27	-2,14	-6,48	10,53	6,34	1,59	-1,48
20	Makasar	9,67	4,27	-1,99	-6,07	10,50	6,33	1,69	-1,17
21	Palu	9,90	4,74	-1,31	-5,35	10,69	6,71	2,22	-0,62
22	Kendari	9,66	4,31	-1,80	-5,65	10,48	6,36	1,83	-0,86
23	Manado	9,53	4,13	-1,93	-5,56	10,38	6,21	1,73	-0,80
24	Kupang	9,17	3,43	-2,90	-6,53	10,07	5,65	0,97	-1,54
25	Ambon	9,16	3,51	-2,59	-5,91	10,06	5,70	1,20	-1,08

Lampiran 12 C/N_{total} pada cuaca hujan di arah terima menggunakan polarisasi vertikal

No.	Kota	Antena Terima 0,8m pada <i>availability</i> 99,7% (dB)	Antena Terima 1m pada <i>availability</i> 99,9% (dB)	Antena Terima 1,5m pada <i>availability</i> 99,97% (dB)	Antena Terima 2,5m pada <i>availability</i> 99,99% (dB)
1	Banda Aceh	11,05	8,65	6,73	6,14
2	Medan	11,13	8,82	7,07	6,70
3	Padang	11,40	9,34	7,93	7,88
4	Riau	11,18	8,93	7,32	7,20
5	Bengkulu	11,04	8,70	7,03	7,00
6	Jambi	11,13	8,89	7,34	7,43
7	Palembang	11,03	8,72	7,15	7,33
8	Bandar Lampung	10,94	8,56	6,96	7,19
9	Jakarta	10,94	8,59	7,09	7,50
10	Bandung	11,67	9,94	9,09	9,79
11	Pontianak	11,40	9,47	8,42	9,07
12	Semarang	10,79	8,36	6,90	7,56
13	Yogyakarta	10,89	8,57	7,22	7,95
14	Surabaya	10,69	8,24	6,81	7,64
15	Palangkaraya	10,91	8,63	7,38	8,26
16	Banjarmasin	10,74	8,35	7,06	8,07
17	Denpasar	10,56	8,04	6,66	7,70
18	Balikpapan	10,77	8,43	7,21	8,26
19	Mataram	10,53	8,01	6,64	7,74
20	Makasar	10,50	8,00	6,74	8,01
21	Palu	10,69	8,35	7,22	8,47
22	Kendari	10,48	8,03	6,87	8,27
23	Manado	10,38	7,88	6,77	8,32
24	Kupang	10,07	7,35	6,08	7,69
25	Ambon	10,06	7,41	6,29	8,08

Lampiran 13 C/N_{total} pada cuaca hujan di arah terima menggunakan polarisasi horizontal dengan antena terima 0,8m, 1m, 1,5m, dan 2,5m

No.	Kota	Antena Terima 0,8m pada <i>availability</i> 99,7% (dB)	Antena Terima 1m pada <i>availability</i> 99,9% (dB)	Antena Terima 1,5m pada <i>availability</i> 99,97% (dB)	Antena Terima 2,5m pada <i>availability</i> 99,99% (dB)
1	Banda Aceh	10,31	6,83	3,23	0,86
2	Medan	10,41	7,06	3,68	1,65
3	Padang	10,73	7,73	4,86	3,35
4	Riau	10,46	7,20	4,03	2,36
5	Bengkulu	10,30	6,90	3,63	2,07
6	Jambi	10,41	7,14	4,06	2,71
7	Palembang	10,29	6,93	3,80	2,56
8	Bandar Lampung	10,18	6,73	3,54	2,36
9	Jakarta	10,18	6,77	3,72	2,81
10	Bandung	11,06	8,50	6,48	6,20
11	Pontianak	10,74	7,89	5,54	5,11
12	Semarang	10,00	6,48	3,47	2,91
13	Yogyakarta	10,13	6,75	3,91	3,47
14	Surabaya	9,90	6,33	3,36	3,03
15	Palangkaraya	10,15	6,83	4,14	3,93
16	Banjarmasin	9,95	6,48	3,71	3,65
17	Denpasar	9,73	6,08	3,16	3,13
18	Balikpapan	9,99	6,58	3,90	3,94
19	Mataram	9,70	6,04	3,15	3,19
20	Makasar	9,67	6,04	3,29	3,58
21	Palu	9,90	6,49	3,93	4,26
22	Kendari	9,66	6,08	3,47	3,98
23	Manado	9,53	5,90	3,35	4,06
24	Kupang	9,17	5,22	2,41	3,15
25	Ambon	9,16	5,31	2,72	3,73

Lampiran 14 C/N_{total} pada cuaca hujan di arah terima menggunakan polarisasi horizontal dengan antena terima 0,8m, 1,2m, 2,4m, dan 4,8m

No.	Kota	Antena Terima 0,8m pada <i>availability</i> 99,7% (dB)	Antena Terima 1,2m pada <i>availability</i> 99,9% (dB)	Antena Terima 2,4m pada <i>availability</i> 99,97% (dB)	Antena Terima 4,8m pada <i>availability</i> 99,99% (dB)
1	Banda Aceh	10,31	8,18	6,94	6,16
2	Medan	10,41	8,39	7,36	6,88
3	Padang	10,73	9,02	8,41	8,38
4	Riau	10,46	8,52	7,67	7,52
5	Bengkulu	10,30	8,24	7,31	7,26
6	Jambi	10,41	8,47	7,70	7,82
7	Palembang	10,29	8,27	7,47	7,69
8	Bandar Lampung	10,18	8,08	7,23	7,52
9	Jakarta	10,18	8,12	7,39	7,92
10	Bandung	11,06	9,74	9,82	10,72
11	Pontianak	10,74	9,17	9,02	9,87
12	Semarang	10,00	7,85	7,16	8,00
13	Yogyakarta	10,13	8,10	7,56	8,49
14	Surabaya	9,90	7,70	7,07	8,11
15	Palangkaraya	10,15	8,18	7,77	8,88
16	Banjarmasin	9,95	7,84	7,39	8,65
17	Denpasar	9,73	7,46	6,88	8,19
18	Balikpapan	9,99	7,94	7,56	8,89
19	Mataram	9,70	7,42	6,87	8,25
20	Makasar	9,67	7,42	7,00	8,59
21	Palu	9,90	7,85	7,59	9,16
22	Kendari	9,66	7,46	7,17	8,93
23	Manado	9,53	7,29	7,05	9,00
24	Kupang	9,17	6,64	6,19	8,21
25	Ambon	9,16	6,72	6,47	8,72

Lampiran 15 C/N_{total} pada cuaca hujan di arah pancar dan terima

No.	Kota	Uplink Vertikal & Downlink Horizontal				Uplink horizontal & Downlink Vertikal			
		99,7% (dB)	99,9% (dB)	99,97% (dB)	99,99% (dB)	99,7% (dB)	99,9% (dB)	99,97% (dB)	99,99% (dB)
1	Banda Aceh	10,11	4,85	-2,27	-9,04	10,73	6,33	0,35	-5,11
2	Medan	10,20	5,07	-1,82	-8,24	10,81	6,49	0,62	-4,70
3	Padang	10,51	5,73	-0,65	-6,55	11,05	6,96	1,29	-3,90
4	Riau	10,26	5,21	-1,47	-7,53	10,85	6,59	0,82	-4,36
5	Bengkulu	10,10	4,92	-1,86	-7,82	10,72	6,37	0,59	-4,50
6	Jambi	10,21	5,15	-1,44	-7,19	10,81	6,55	0,84	-4,20
7	Palembang	10,09	4,94	-1,70	-7,34	10,71	6,39	0,69	-4,27
8	Bandar Lampung	9,99	4,75	-1,95	-7,53	10,63	6,25	0,53	-4,36
9	Jakarta	9,99	4,79	-1,78	-7,08	10,63	6,28	0,64	-4,15
10	Bandung	10,82	6,50	0,95	-3,70	11,30	7,50	2,15	-2,77
11	Pontianak	10,52	5,89	0,02	-4,78	11,06	7,07	1,66	-3,17
12	Semarang	9,81	4,50	-2,03	-6,99	10,48	6,07	0,48	-4,11
13	Yogyakarta	9,94	4,77	-1,59	-6,43	10,59	6,26	0,74	-3,86
14	Surabaya	9,71	4,35	-2,13	-6,86	10,40	5,95	0,41	-4,06
15	Palangkaraya	9,96	4,85	-1,36	-5,97	10,60	6,32	0,87	-3,66
16	Banjarmasin	9,76	4,50	-1,79	-6,24	10,44	6,06	0,62	-3,78
17	Denpasar	9,56	4,11	-2,33	-6,77	10,27	5,77	0,29	-4,02
18	Balikpapan	9,80	4,60	-1,59	-5,95	10,47	6,13	0,73	-3,66
19	Mataram	9,53	4,06	-2,34	-6,70	10,25	5,74	0,28	-3,99
20	Makasar	9,49	4,06	-2,21	-6,31	10,21	5,73	0,36	-3,82
21	Palu	9,72	4,51	-1,56	-5,63	10,40	6,06	0,74	-3,53
22	Kendari	9,48	4,10	-2,02	-5,91	10,20	5,75	0,46	-3,65
23	Manado	9,36	3,93	-2,14	-5,83	10,10	5,62	0,38	-3,62
24	Kupang	9,01	3,26	-3,07	-6,75	9,81	5,12	-0,19	-4,03
25	Ambon	9,00	3,34	-2,77	-6,16	9,80	5,18	-0,01	-3,77

Lampiran 16 C/N_{total} pada cuaca hujan di arah pancar dan terima dengan menggunakan polarisasi horisontal pada arah pancar

No.	Kota	Antena Pancar 4,8m Daya Pancar 30watt Antena Terima 0,8m pada <i>availability</i> 99,7% (dB)	Antena Pancar 4,8m Daya Pancar 30watt Antena Terima 1m pada <i>availability</i> 99,9% (dB)	Antena Pancar 7m Daya Pancar 120watt Antena Terima 1,6m pada <i>availability</i> 99,97% (dB)	Antena Pancar 7m Daya Pancar 220watt Antena Terima 3m pada <i>availability</i> 99,99% (dB)
1	Banda Aceh	10,73	7,67	6,64	6,09
2	Medan	10,81	7,80	6,92	6,47
3	Padang	11,05	8,21	7,65	7,21
4	Riau	10,85	7,89	7,14	6,79
5	Bengkulu	10,72	7,70	6,89	6,66
6	Jambi	10,81	7,85	7,16	6,93
7	Palembang	10,71	7,72	6,99	6,87
8	Bandar Lampung	10,63	7,60	6,83	6,78
9	Jakarta	10,63	7,62	6,94	6,98
10	Bandung	11,30	8,66	8,58	8,24
11	Pontianak	11,06	8,30	8,04	7,87
12	Semarang	10,48	7,44	6,78	7,01
13	Yogyakarta	10,59	7,60	7,05	7,25
14	Surabaya	10,40	7,33	6,70	7,06
15	Palangkaraya	10,60	7,65	7,19	7,43
16	Banjarmasin	10,44	7,43	6,92	7,32
17	Denpasar	10,27	7,17	6,57	7,10
18	Balikpapan	10,47	7,49	7,04	7,43
19	Mataram	10,25	7,15	6,56	7,12
20	Makasar	10,21	7,14	6,64	7,28
21	Palu	10,40	7,43	7,05	7,55
22	Kendari	10,20	7,16	6,76	7,43
23	Manado	10,10	7,04	6,67	7,46
24	Kupang	9,81	6,60	6,07	7,09
25	Ambon	9,80	6,65	6,25	7,32

Lampiran 17 C/N_{total} pada cuaca hujan di arah pancar dan terima dengan menggunakan polarisasi vertikal pada arah pancar

No.	Kota	Antena Pancar 4,8m Daya Pancar 30watt Antena Terima 0,8m pada <i>availability</i> 99,7% (dB)	Antena Pancar 4,8m Daya Pancar 30watt Antena Terima 1m pada <i>availability</i> 99,9% (dB)	Antena Pancar 7m Daya Pancar 120watt Antena Terima 1,6m pada <i>availability</i> 99,97% (dB)	Antena Pancar 7m Daya Pancar 220watt Antena Terima 3m pada <i>availability</i> 99,99% (dB)
1	Banda Aceh	10,11	6,46	3,67	2,28
2	Medan	10,20	6,67	4,11	3,05
3	Padang	10,51	7,27	5,25	4,65
4	Riau	10,26	6,80	4,45	3,72
5	Bengkulu	10,10	6,52	4,07	3,45
6	Jambi	10,21	6,74	4,49	4,05
7	Palembang	10,09	6,55	4,23	3,90
8	Bandar Lampung	9,99	6,37	3,98	3,72
9	Jakarta	9,99	6,40	4,15	4,15
10	Bandung	10,82	7,97	6,80	7,25
11	Pontianak	10,52	7,42	5,91	6,28
12	Semarang	9,81	6,14	3,91	4,24
13	Yogyakarta	9,94	6,39	4,33	4,76
14	Surabaya	9,71	5,99	3,80	4,36
15	Palangkaraya	9,96	6,46	4,56	5,19
16	Banjarmasin	9,76	6,13	4,14	4,94
17	Denpasar	9,56	5,77	3,61	4,44
18	Balikpapan	9,80	6,23	4,33	5,20
19	Mataram	9,53	5,73	3,60	4,50
20	Makasar	9,49	5,73	3,73	4,87
21	Palu	9,72	6,14	4,36	5,50
22	Kendari	9,48	5,76	3,91	5,24
23	Manado	9,36	5,60	3,79	5,32
24	Kupang	9,01	4,97	2,88	4,46
25	Ambon	9,00	5,04	3,17	5,01

Lampiran 18 C/N_{total} pada cuaca hujan di arah pancar dan terima dengan menggunakan polarisasi vertikal pada arah pancar dengan perubahan diameter antenna

No.	Kota	Antena Pancar 4,8m Daya Pancar 30watt Antena Terima 0,8m pada <i>availability</i> 99,7% (dB)	Antena Pancar 4,8m Daya Pancar 30watt Antena Terima 1m pada <i>availability</i> 99,9% (dB)	Antena Pancar 7m Daya Pancar 120watt Antena Terima 2,4m pada <i>availability</i> 99,97% (dB)	Antena Pancar 7m Daya Pancar 120watt Antena Terima 5m pada <i>availability</i> 99,99% (dB)
1	Banda Aceh	10,11	7,68	6,77	6,22
2	Medan	10,20	7,87	7,18	6,90
3	Padang	10,51	8,42	8,18	8,27
4	Riau	10,26	7,98	7,47	7,48
5	Bengkulu	10,10	7,73	7,13	7,25
6	Jambi	10,21	7,94	7,51	7,76
7	Palembang	10,09	7,76	7,28	7,64
8	Bandar Lampung	9,99	7,59	7,05	7,48
9	Jakarta	9,99	7,63	7,21	7,85
10	Bandung	10,82	9,04	9,50	10,30
11	Pontianak	10,52	8,55	8,75	9,57
12	Semarang	9,81	7,38	6,99	7,92
13	Yogyakarta	9,94	7,61	7,37	8,36
14	Surabaya	9,71	7,25	6,89	8,02
15	Palangkaraya	9,96	7,68	7,57	8,71
16	Banjarmasin	9,76	7,38	7,20	8,50
17	Denpasar	9,56	7,04	6,72	8,09
18	Balikpapan	9,80	7,46	7,37	8,72
19	Mataram	9,53	7,00	6,71	8,14
20	Makasar	9,49	7,00	6,83	8,45
21	Palu	9,72	7,38	7,40	8,96
22	Kendari	9,48	7,03	6,99	8,75
23	Manado	9,36	6,88	6,88	8,81
24	Kupang	9,01	6,29	6,05	8,11
25	Ambon	9,00	6,36	6,32	8,56

Lampiran 19 *Actionscript* untuk perhitungan C/N_{total}

```
BWocc = 10*Math.log(Number(this.mcFormMPEG2Encoder.textBWocc.text*1000))*
    Math.LOG10E;
Boltzman = Number(228.6);
EIRPup = Number(this.mcFormHPA.textDB.text) +
    Number(this.mcFormGainTx.textPenguatan.text) -
    Number(this.mcFormFeeder.textTotal.text);
GTup = Number(this.mcFormSatellite.textGT.text);
FSLup = Number(this.mcFormFSLUL.textFSL.text);
ATMup = Number(this.mcFormRedamanAtmUL.textATM.text);
Cuacaup = Number(this.mcFormCuacaUL.textHujan.text);
CNup = EIRPup + GTup + Boltzman - FSLup - ATMup - Cuacaup - BWocc ;
EIRPdw = Number(this.mcFormSatellite.textEIRP.text);
GTdw = Number(this.mcFormGainRx.textPenguatan.text) -
    10*Math.log(Number(this.mcFormGT.textFeeder.text) +
    Number(this.mcFormGT.textLNB.text) +
    Number(this.mcFormGT.textElevasi.text))+
    Number(260*(1-Math.pow(10,(-
    this.mcFormCuacaDW.textHujan.text/10)))))*Math.LOG10E;
FSLdw = Number(this.mcFormFSLDW.textFSL.text);
ATMdw = Number(this.mcFormRedamanAtmDL.textATM.text);
Cuacadw = Number(this.mcFormCuacaDW.textHujan.text);
CNDw = EIRPdw + GTdw + Boltzman - FSLdw - ATMdw - Cuacadw - BWocc ;
CIM = Number(100);
EbNoreq = Number(this.mcFormMPEG2Encoder.textEbNoReq.text);
Rinfo = 10*Math.log(Number(this.mcFormMPEG2Encoder.textBitInfo.text*
    1000))*Math.LOG10E;
CNreq = Math.round(EbNoreq + Rinfo - BWocc);
CI = Math.round(CNreq + 10);
CNupnum = Number(Math.pow(10,-CNup/10));
CNDwnum = Number(Math.pow(10,-CNDw/10));
CInum = Number(Math.pow(10,-CI/10));
CIMnum = Number(Math.pow(10,-CIM/10));
CNTtotalnum = Number(1/(CNupnum + CNDwnum + CInum + CIMnum));
var CNTtotal:Number = 10*Math.log(Number(CNTtotalnum))*Math.LOG10E;
if (Number(CNTtotal) > Number(CNreq+1)) {
    this.mcFormFinal.txtDescription.text = "nilai C/N Total memenuhi nilai
    C/N Required<br/>" +
    "Sehingga menyisakan margin sebesar <font color='#FF0000'>" +
    this.mcFormFinal.textMargin.text + "</font>";
    this.mcFormFinal.videoPlayback.contentPath =
    "data/videos/normal.flv";
    this.mcFormFinal.videoPlayback.play();
}
else if (Number(CNTtotal) > Number(CNreq) && Number(CNTtotal) <=
    Number(CNreq+1)) {
    this.mcFormFinal.txtDescription.text = "nilai C/N Total berada pada
    titik kritis<br/>" +
    "Hal ini dapat ditanggulangi dengan cara mengubah daya pancar,
    diameter antena pancar maupun terima, atau memilih availability
    yang lebih sesuai";
    this.mcFormFinal.videoPlayback.contentPath = "data/videos/rain.flv";
    this.mcFormFinal.videoPlayback.play();
}
else if (Number(CNTtotal) < Number(CNreq)) {
    this.mcFormFinal.txtDescription.text = "nilai C/N Total tidak memenuhi
    C/N Required<br/>" +
    "Hal ini dapat ditanggulangi dengan cara mengubah daya pancar,
    diameter antena pancar maupun terima, atau memilih availability
    yang lebih sesuai";
    this.mcFormFinal.videoPlayback.contentPath = "data/videos/sory.flv";
    this.mcFormFinal.videoPlayback.play();
}
}
```