

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA PERFORMANSI DAN AVAILABILITY**

**AKIBAT PENGARUH CURAH HUJAN PADA JARINGAN**

**RADIO MICROWAVE AREA BOGOR DI PT. INDOSAT**

**Diajukan Guna Melengkapi Sebagian Syarat**

**Dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)**



**Disusun Oleh :**

**NAMA: DENNY FITRIANTO**  
**NIM: 0140211-021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**2007**

## LEMBAR PENGESAHAN

Disusun Oleh :

Nama : Denny Fitrianto  
NIM : 0140211-021  
Fakultas /Jurusan : Teknik Industri/ Teknik Elektro  
Peminatan : Teknik Telekomunikasi

Pembimbing

Mengetahui,  
Koordinator TA/KaProdi

(DR. Ing. Mudrik Alaydrus)

(Ir.Yudhi Gunardi, MT)

Ketua Jurusan Teknik Elektro

( Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc )

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : **DENNY FITRIANTO**  
NIM : 0140211-021  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknologi Industri  
Judul Skripsi : Analisa Performansi dan Availability Akibat Pengaruh Curah Hujan Pada Jaringan Radio Microwave Area Bogor di PT. Indosat

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan skripsi yang telah saya buat merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan

**Penulis,**

Denny Fitrianto

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat yang berlimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini guna memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana di Universitas Mercu Buana.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini terutama kepada :

1. Keluarga tercinta, Istri dan Bima tersayang yang selalu memberikan waktunya untuk saya dalam menyelesaikan TA.
2. Bapak Dr. Ing. Mudrik Alaydrus, selaku pembimbing TA atas kesediaan waktunya serta kesabaran dan ilmu yang dimiliki yang sangat membantu, membimbing serta memberikan pengarahan yang sangat bermanfaat sehingga penulis dapat menyelesaikan TA ini.
3. Bapak Ir Budi Yanto Husodo, MSc, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Ir Yudhi Gunardi, MT selaku koordinator TA.
5. Seluruh dosen Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercu Buana, atas bimbingan yang diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan
6. Teman-teman UMB PKSM angkatan pertama & kedua yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terutama sahabat seperjuangan Moch Nursalim, Yulis, Retno dan Parmantoro .

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, April 2007

Denny Fitrianto

## **ABSTRAK**

PT.Indosat.Tbk sebagai salah satu perusahaan penyelenggara layanan telekomunikasi di Indonesia memilih menerapkan metode “Single Network” pada area Jabotabek yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan GSM 900/1800, 3G dan Fix Wireless Access yang sangat memerlukan kualitas sinyal yang handal. Metode tersebut akan terus dikembangkan ke beberapa area sehingga pada akhirnya bisa diterapkan ke seluruh Nusantara demi terwujudnya program “Sinyal Kuat Indosat”.

Untuk mendapatkan kualitas sinyal yang handal perlu didukung pula dengan media transmisi yang memiliki performansi dan availability yang bagus , oleh karena itu dalam Tugas Akhir ini penulis akan menyajikan mengenai analisa Performansi dan *Availability* akibat pengaruh curah hujan pada jaringan transmisi Radio Microwave khususnya di area Bogor. Hasil analisa tersebut akan digunakan sebagai bahan evaluasi perhitungan link budget dari komunikasi gelombang radio yang telah diimplementasikan di PT. Indosat, serta menentukan rekomendasi yang perlu diberikan agar bisa meningkatkan nilai performansi dan availability yang telah dicapai sesuai dengan standar KPI ( Key Performance Indicator ) yang telah ditentukan.

## DAFTAR ISI

Cover	i
Lembar Pengesahan	ii
Surat Pernyataan	iii
Kata Pengantar	iv
Abstrak	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	ix
Daftar Singkatan	x
I. Pendahuluan	1
I. 1. Latar Belakang Masalah	1
I. 2. Tujuan	2
I. 3. Batasan Masalah	2
I. 4. Metodologi	3
I. 5. Sistematika Penulisan	3
II. Dasar Teori	4
II. 1. Konsep Link Budget	4
II. 2. Curah Hujan	5
II. 3. Devinisi Availability	6
III. Perencanaan Perhitungan Availability Transmisi Radio MW Akibat Curah Hujan	13
III. 1. Tahapan Perhitungan Intensitas Curah Hujan dan Besar Redaman Akibat Curah Hujan	13
III. 2. Perhitungan Link Power Budget	19
III. 3. Perhitungan Nilai Availability	22
IV. Hasil Dan Analisa Perhitungan	26
IV. 1. Analisa Faktor Redaman Hujan dan Link Budget	26
IV. 2. Hasil Pengukuran Nilai availability Radio MW	32
IV. 3. Perbandingan antara hasil perhitungan dengan pengukuran Nilai availability	37

V. Penutup	38
VI. Daftar Pustaka	40
VII. Lampiran	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1.	Model Hypothetical Reference Path	9
Gambar 3. 1.	Intensitas curah hujan di beberapa kota di Indonesia	15
Gambar 3. 2.	Ilustrasi perhitungan nilai availability radio MW	20



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1.	Kualitas Kelas Medium – Grade	10
Tabel 3. 1.	Hasil Pengukuran Intensitas hujan R0.01 di Indonesia	16
Tabel 3. 2.	Perbandingan antara frekuensi dengan koefisien estimasi redaman pada penggunaan polarisasi	18
Tabel 3. 3.	Hubungan antara Availability dengan Outage Time	23
Tabel 4. 1.	Nilai redaman karena factor hujan dibandingkan dengan Beberapa frekuensi kerja	28
Tabel 4. 2.	Spesifikasi Link Budget untuk link Warung Jambu fc Kebon Singkong	29
Tabel 4. 3.	Nilai availability hasil monitoring di site Warung Jambu	32
Tabel 4. 4.	Nilai availability hasil monitoring di site Kebon Singkong	33

## DAFTAR SINGKATAN

<b>Av</b>	Availability
<b>ATPC</b>	Automatic Transmit Power Control
<b>BPSK</b>	Bipolar Phase Shift Keying
<b>BER</b>	Bit Error Rate
<b>Bps</b>	Bit per second
<b>CH</b>	Channel
<b>dB</b>	decibels
<b>dBm</b>	decibels meter
<b>DFM</b>	Dispersive Fade Margin
<b>EIRP</b>	Effective Isotropic Radiated Power
<b>ES</b>	Errored Second
<b>ESR</b>	Errored Second Ratio
<b>FSL</b>	Free Space Loss
<b>FEC</b>	Forward Error Correction
<b>GHz</b>	Gigahertz ( $10^9$ )
<b>HSB</b>	Hot Standby
<b>IDU</b>	Indoor Unit
<b>ITU</b>	International Telecommunication Union
<b>ITU-R</b>	ITU – Radiocommunication Agency
<b>KHz</b>	Kilohertz ( $10^3$ )
<b>MHz</b>	Megahertz
<b>MTBF</b>	Mean Time Between Failure
<b>MTTR</b>	Mean time to repair
<b>MW</b>	Microwave
<b>NE</b>	Network Element
<b>ODU</b>	Outdoor Unit
<b>PDH</b>	Plesiochronous Digital Hierarchy
<b>PNMS</b>	Pasolink Network Management System
<b>QAM</b>	Quadrature Amplitude Modulation
<b>QPSK</b>	Quadrature Phase Shift Keying
<b>RF</b>	Radio Frequency

<b>RX</b>	Receiver
<b>RSL</b>	Receive Signal Level
<b>SDH</b>	Synchronous Digital Hierarchy
<b>SES</b>	Severely Errored Seconds
<b>SESR</b>	Severely Errored Seconds Ratio
<b>TX</b>	Transmitter
<b>VSWR</b>	Voltage Standing Wave Ratio



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang Masalah**

PT. Indosat Tbk sebagai penyelenggara jasa telekomunikasi di Indonesia selalu senantiasa meningkatkan setiap layanannya untuk bisa dinikmati oleh pelanggan. Salah satu upaya peningkatan pelayanan tersebut adalah dengan mencanangkan program Sinyal Kuat Indosat, yaitu suatu bentuk integrasi jaringan Indosat Group ( eks Satelindo dan eks IM3 ) yang berdampak terhadap peningkatan kekuatan sinyal dan perluasan Coverage. Integrasi jaringan ini merupakan sebuah upaya Indosat dalam menyatukan jaringannya ( Single Network ) hingga menjadi yang terbaik di Indonesia.

PT. NEC sebagai penyedia perangkat telekomunikasi ( Vendor ) telah ditunjuk untuk bisa memenuhi kebutuhan perangkat BSS dan perangkat jaringan transmisi Radio. Guna menjaga kualitas jaringan transmisi yang handal , perhitungan dan optimasi yang akurat sangatlah dibutuhkan, agar hasil perhitungan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Salah satu tolak ukur penilaian kualitas jaringan tersebut dengan melakukan perhitungan performansi dan availability perangkat.

Banyak faktor yang bisa memengaruhi performansi dan availability jaringan transmisi. Namun faktor yang sangat berpengaruh adalah :

1. perencanaan link budget yang tepat terhadap kapasitas kanal yang di pakai
2. Keandalan sistem/perangkat transmisi

3. Penggunaan power yang efisien
4. Cara pengoperasian dan pemeliharaan perangkat yang tepat
5. Serta penerapan konsep redundansi.

## **I.2 Tujuan Penulisan**

Dilandasi dengan perlunya peningkatan nilai performansi dan availability yang handal, maka tujuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah untuk menganalisa Performansi dan *Availability* jaringan transmisi Radio Microwave pada project “SINGLE NETWORK” area Jabotabek di PT . Indosat, Tbk, yang merupakan salah satu operator selular di Indonesia. Hasil analisa akan digunakan sebagai bahan evaluasi perhitungan link budget, serta menentukan rekomendasi yang perlu diberikan agar bisa meningkatkan nilai performansi dan availability yang telah dicapai

## **I.3 Batasan Masalah**

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini akan dibahas tentang langkah-langkah perhitungan intensitas curah hujan yang mengambil data area Bogor , menjabarkan rumus dan parameter penting terkait besarnya redaman karena faktor hujan, pengaruh terhadap perhitungan link budget serta pengaruhnya terhadap nilai performansi dan availability, memberikan contoh perhitungan dengan asumsi parameter, dalam hal ini diambil kasus untuk Link Warung Jambu – Kebon Singkong di area Bogor dan menganalisa hasil perhitungan performansi dan availability dari data yang termonitor di unit *Network Monitoring Center* ( NMC ) di PT Indosat. Pada tugas akhir ini juga akan di bahas rekomendasi yang perlukan untuk peningkatan kualitas.

## **I.4 Metodologi**

Metodologi yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. Studi literatur

Dalam studi literatur ini akan diperoleh informasi tentang perhitungan performansi dan availability terhadap jaringan radio transmisi.

2. Pengumpulan data performansi dan availability dari Divisi NMC yang menggunakan perangkat PNMS Server ( NEC ).
3. Analisa data dan evaluasi berdasarkan data yang telah diperoleh.

## **I.5 Sistematika Penulisan**

Sistem penulisan laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN, mengurai pendahuluan yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, sistematika penulisan, dan metodologi.

BAB II DASAR TEORI, menjelaskan tentang pengaruh curah hujan serta perhitungan performansi dan availability,

BAB III PERENCANAAN, Mengurai tahapan-tahapan perencanaan, menjabarkan rumus-rumus dan parameter sistem yang diperlukan pada perhitungan redaman karena faktor hujan, performansi dan availability.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA, Berisi uraian perhitungan redaman yang diakibatkan oleh faktor hujan, perhitungan availability, analisa data, jumlah outage, frekuensi masalah yang menyebabkan nilai performansi dan availability menurun serta rekomendasi tindakan untuk dapat meningkatkan nilai availability tersebut

BAB V PENUTUP, Berisi kesimpulan dari keseluruhan bahasan dan hasil analisa yang didapat dari Tugas Akhir ini.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **II.1 Konsep Link Budget**

Link Budget adalah perhitungan untuk identifikasi 'Gain' dan 'Loss' dalam sistem agar didapat keseimbangan sehingga dicapai C/N yang diinginkan di receiver. Dalam perhitungan power link Budget perlu diperhitungkan trade off antara kehandalan sistem ( path availability ) dan biaya yang dibutuhkan sehingga dapat diperoleh suatu titik yang optimal baik dari segi kehandalan maupun biaya yang diperlukan.

Untuk dapat menerima informasi yang dikirimkan dengan baik maka level daya yang diterima harus berada diatas level ambang ( Power threshold ) perangkat penerima. Dalam perhitungan juga ditambahkan margin untukantisipasi terhadap rugi daya karena fading yang terjadi. Margin yang ditambahkan disesuaikan dengan availability sistem yang diinginkan.

Faktor pertama yang diminta dalam perhitungan/kalkulasi fade margin adalah Free Space Loss (FSL). FSL sangat dipengaruhi oleh frekuensi kerja dari sinyal microwave dan jarak. Adapun rumus FSL adalah :

$$FSL (Lfs) = 92.5 + 20 \log d + 20 \log f$$

Faktor kedua yang dibutuhkan adalah Gain antenna. Adapun rumus Gain antenna adalah sebagai berikut :

$$G = 20 \log Da + 20 \log f + 17.5$$



Dimana  $G$  adalah gain antena dalam dB,  $D_a$  adalah diameter antena dalam meter dan  $f$  merupakan frekuensi kerja yang dinyatakan dalam GHz.

## **II.2 Curah Hujan**

### **A. Redaman Karena Curah Hujan**

Pengaruh curah hujan merupakan salah satu parameter penting dalam perhitungan Link Budget, khususnya pada penggunaan frekuensi diatas 12 GHz. Sesuai data statistik menunjukkan bahwa curah hujan yang besar dapat menimbulkan redaman pada sistem propagasi Radio MW.

Seperti yang sudah diuraikan bahwa Redaman yang disebabkan oleh hujan bergantung pada frekuensi kerja dan Intensitas Hujan. Nilai Intensitas Hujan ini dapat dipresentasikan dalam unit mm/jam.

Pengetahuan bahwa redaman hujan dapat berpengaruh pada frekuensi 12 GHz (dan diatasnya) didapat dari hasil perencanaan dari kehandalan di beberapa lokasi. Pengaruh ini akan lebih besar pada daerah tropis karena intensitas hujan yang lebih tinggi dibanding daerah daerah lainnya.

### **B. Rainfall Rate**

Rainfall Rate (intensitas curah hujan) adalah salah satu faktor penentu besarnya rain attenuation (redaman hujan) dalam propagasi sistem komunikasi wireless (nirkabel) termasuk sistem komunikasi Radio MW.

Sesuai versi ITU-R Intensitas hujan yang mengakibatkan link-komunikasi putus sebesar 0.01% per tahun yang dapat disimbolkan dengan nilai  $R_{0.01}$

## II.3 Devinisi Availability

*Availability* adalah Kemampuan sitem dalam memberikan layanan sesuai standard link yang diinginkan. Sedangkan ketidakmampuan perangkat dalam memberikan layanan disebut Unavailability. Standar Unavailability telah ditetapkan oleh ITU ( International Telecommunication Union) yang merupakan perserikatan yang mengatur standar penggunaan sistem telekomunikasi seluruh dunia. Waktu perhitungan Unavailability dihitung ketika terjadi interupsi sinyal digital baik terhadap 1 perangkat atau kedua perangkat transmisi ( 1 hop ) 10 detik berturut-turut, atau bisa dikatakan nilai BER tiap detik lebih dari  $1 \times 10^{-3}$ . 10 detik tersebut bisa ditetapkan sebagai unavailable time.

Demikian juga dengan waktu perhitungan availability/ kemampuan perangkat dihitung 10 detik berturut-turut dengan kondisi sinyal digital kembali tersambung. Dan BER dari tiap detiknya kurang dari  $1 \times 10^{-3}$ .

### A. Penyebab dari Ketidakmampuan perangkat (Unavailability)

Penyebab adanya interupsi sinyal yang lama bisa di tetapkan menjadi 3 kategori :

1. Propagasi
2. Kegagalan Perangkat MW
3. Lain-lain

#### A.1 Propagasi

Outage/putusnya sinyal perangkat MW yang berhubungan dengan sistem propagasi dan lebih dari 10 detik biasanya disebabkan oleh Diffraction Loss. Ducting dan Efek Hujan. Diffraction Loss adalah sinyal yang dikirimkan oleh antenna

memancar ke bawah dan tidak tepat ke antenna penerima, hal ini bisa diakibatkan oleh profil tanah dan penempatan tinggi tower serta posisi antena pemancar yang tidak lurus dengan antena penerima, sehingga menyebabkan loss sinyal.

Ducting adalah sinyal yang dikirimkan oleh antenna memancar ke arah atmosphere, sehingga tidak sampai ke penerima. Sedangkan untuk efek hujan bisa menyebabkan loss sinyal karena molekul air yang tersebar sepanjang lintasan MW bisa mempengaruhi energy microwave itu sendiri.

## A.2 Faktor ketidakhandalan perangkat MW

Outage yang lama juga bisa disebabkan oleh faktor perangkat yang rusak, jumlah waktu outage sampai dengan perangkat tersebut dapat diperbaiki di definisikan dengan Mean Time To Restore ( MTTR), dimana hal ini sudah termasuk waktu perjalanan, lama waktu perbaikan perangkat maupun ketersediaan sparepart. Sedangkan durasi waktu setelah perbaikan sampai dengan terjadinya fail pada perangkat didefinisikan dengan istilah Mean Time Before Failure (MTBF).

Availability perangkat ( $A_{v_{device}}$ ) dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$A_{v_{device}} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\% \quad (2.1)$$

Dimana :

MTBF = Mean Time Between failure

MTTR= Mean Time To Repair

Sebagai contoh , diasumsikan bahwa suatu perangkat radio dengan sistem konfigurasi 1+0 tanpa proteksi memiliki nilai MTBF = 1000000 jam dan MTTR = 4 jam/tahun. Maka nilai MTBF perangkat pada 1 link adalah :

$$\mathbf{MTBF}_{(\text{Link})} = \frac{\mathbf{MTBF}(\text{terminal})}{2} \quad (2.2)$$

Menggunakan persamaan (2.1) dan (2.2) maka availability perangkat dari 1 link tersebut dapat dirumuskan menjadi :

$$Av_{device} = \left( \frac{50,000}{50,000 + 4} \right) \times 100\% \quad (2.3)$$

$$Av_{device} = \mathbf{99.992\%}$$

artinya : untuk **Unavailability (U) = 100 % – Av<sub>device</sub> = 0.008%**

Jika diasumsikan terdapat 20 hop jaringan transmisi, maka untuk Unavailability ( Outage untuk perangkat saja) adalah  $U \times 20 = 0.16\%$ , maka:

$$Av_{device} (20 \text{ hop}) = (100-U) = 99.84\%$$

Asumsi diatas hanya untuk kondisi outage tiap perangkat 14 jam/tahun, tentunya pada jaringan besar misalkan (20 hop), dengan nilai availability tersebut secara total nilai availabilitinya tidak akan bisa diterima.

### **A.3 Faktor Lain**

Untuk faktor ini bisa disebabkan oleh manusia, seperti pada proses perawatan jaringan, atau karena masalah power supply, kebakaran ruangan atau bahkan tower yang roboh.

### **B. Alur Acuan Hypothetical**

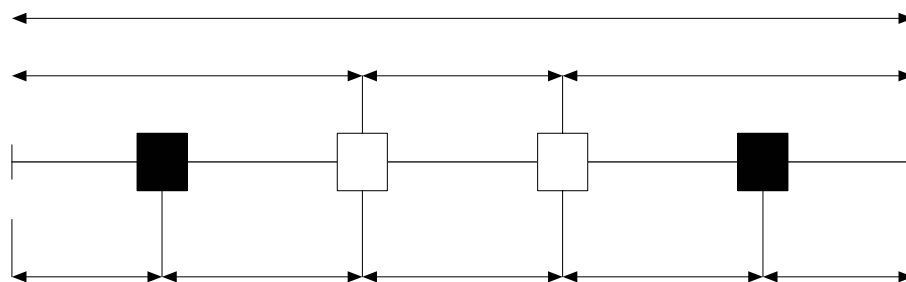
Salah satu aspek yang sulit untuk melakukan pengukuran terhadap kualitas sinyal Transmisi adalah adanya perbedaan sistem perangkat pada tiap-tiap sambungan, sinyal suara yang dikirim dari tiap-tiap percakapan kemungkinan akan

banyak melewati sambungan yang berbeda-beda, seperti contoh panggilan dari Indonesia ke negara lain akan melewati beberapa media transmisi yaitu dari BTS ke BSC menggunakan Radio MW kemudian dilanjutkan dari BSC ke MSC menggunakan fiber Optic dan antar operator lintas negara menggunakan media Satellite. Untuk bisa mengakomodir kekomplekan tersebut maka oleh ITU ditetapkan suatu skenario agar kekomplekan media transmisi tersebut bisa di asumsikan ke koneksi yang nyata. Model dari sekenario ini disebut *Hypothetical Reference Path*.

ITU-T telah menetapkan spesifikasi International *Hypothetical Reference Path* adalah sepanjang 27500 KM dari titik Referensi –T ke titik Referensi-T ujung yang lain. Sepanjang lintasan tersebut dibagi lagi menjadi 3 kategori yaitu :

1. High Grade Link
2. Medium Grade Link
3. Local Grade Link

Ilustrasi ini dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2.1. Model Hypothetical Reference Path

### B.1 High Grade Link

Dalam penerapannya, secara normal dapat diasumsikan ketika mendisign sistem radio backbone, maka kualitas yang harus dipakai adalah High Grade. Untuk

standard Availability kualitas High Grade dengan panjang lintasan antara 280 Km sampai 2500 Km adalah :

$$A_v = \left[ 100 - \left( \frac{0.3 \times L}{2500} \right) \right] 100\% \quad (2.4)$$

## B.2 Medium Grade

Disini tidak ada petunjuk yang jelas mengenai pembagian antara High Grade dengan medium Grade khusus jaringan yang tidak support oleh Operator umum. Nilai unavailability pada kualitas medium grade telah ditetapkan oleh standar ITU-R, dimana dibagi menjadi 4 (empat) kelas kualitas yang ditunjukkan pada tabel 2.1. Untuk kelas 1 dan 2 dikategorikan pada lintasan sepanjang 280 KM, sedangkan panjang lintasan 50 Km di peruntukkan untuk kelas 3 dan 4.

**Tabel 2.1. Kualitas Kelas Medium – Grade**

<b>Kualitas kelas</b>	<b>Unavailability (%)</b>
<b>Kelas 1</b>	<b>0.003%</b>
<b>Kelas 2</b>	<b>0.05%</b>
<b>Kelas 3</b>	<b>0.05%</b>
<b>Kelas 4</b>	<b>0.1%</b>

## B.3 Local Grade

Untuk Local Grade telah dispesifikasikan oleh ITU sebagai level kualitas pada level koneksi dari pemakai kearah MSC, koneksi dari point ke multipoint merupakan topologi yang selalu memakai level kualitas Local Grade. Pada sistem

Telekomunikasi Cellular selalu menggunakan design local Grade. Petunjuk dan standarisasi nilai Availability pada level Local telah ditetapkan oleh ITU-R.

### **C. Standar Performansi**

Hasil pengukuran BER didefinisikan sebagai perbandingan antara total bit error dengan total jumlah bit selama periode pengukuran. Terjadinya error bit ini akan menimbulkan kualitas performansi perangkat akan terganggu. Untuk itu agar dapat diidentifikasi mengenai spesifikasi error yang terjadi maka di tetapkan standard modern performansi seperti G.821 dan G.826, sehingga pada periode sistem availability kita dapat menganalisa error yang muncul. Standard ini hanya dipakai untuk mengkalkulasi performansi radio pada sistem satu arah ( one direction ) dan tidak diperuntukkan untuk mengkalkulasi sistem banyak arah.

### **D. Penyebab Outage**

Outage dengan durasi yang pendek memberikan efek pada kinerja performansi perangkat , Outage ini bisa ditimbulkan oleh beberapa hal seperti :

1. Multipath Fading
2. Background error pada perangkat
3. Angin

#### **D.1 Multipath fading**

Adanya pantulan/refraction bisa mengakibatkan terjadi banyak lintasan alur radio, hasil ini bisa disebut sebagai releigh fading, pada sistem narrowband atau bisa disebut selective fading pada sistem wideband. Tantangan sesungguhnya yang dihadapi para designer adalah memprediksi jumlah multipath fading yang akan

ditimbulkan. Sehingga untuk mengurangi hal tersebut digunakan teknik yang lebih canggih seperti memakai sistem adaptive equalization yang sekarang sedang dikembangkan pada sistem radio.

## **D.2 Background Error**

Thermal noise yang dihasilkan dalam sistem penerima radio sering diistilahkan sebagai “dribble error”. Bahkan pada sistem fiber optic dapat menyebabkan kualitas sinyal sampai pada level 10 -13 karena masalah ini, Untuk itu agar mendapat nilai performance yang bisa menyamai sistem MW maka digunakan sistem koreksi yang disebut Forward Error Correction.

## **D.3 Angin**

Terjadinya outage yang pendek juga disebabkan oleh faktor angin, jika kekuatan tower tidak memadai maka hal ini bisa menyebabkan tower akan bergoyang dan tentunya beamwidth antenna akan terpengaruh sehingga outage akan terjadi. Demikian juga badai debu sering mengakibatkan outage.



## **BAB III**

### **PERENCANAAN PERHITUNGAN AVAILABILITY TRANSMISI RADIO MW AKIBAT CURAH HUJAN**

#### **III. 1. Tahap Perhitungan Intensitas Curah Hujan dan Besar Redaman akibat Hujan.**

##### **A. Perhitungan Intensitas Curah Hujan ( Rainfall Rate )**

Pengukuran dan pencatatan di lapangan dalam kurun waktu yang cukup lama merupakan cara (empiris) terbaik untuk mengetahui intensitas curah hujan di suatu negara, yang kemudian data itu dapat dipakai untuk berbagai kalkulasi peredaman sinyal karena hujan.

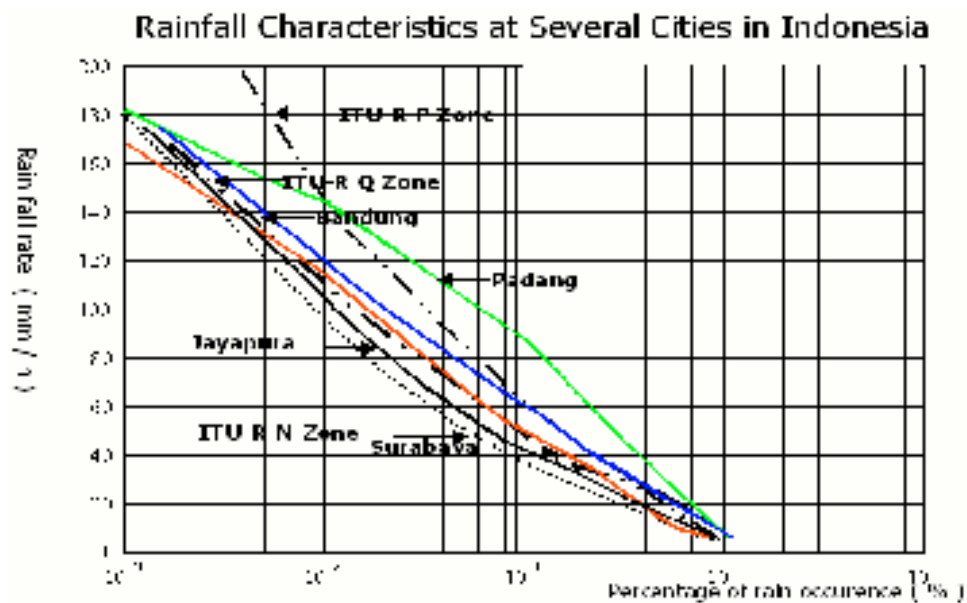
Cara lain adalah mengandalkan pada model-model yang dikembangkan secara teori oleh pihak-pihak tertentu, seperti misalnya model ITU-R Rep. 563-4 serta model Global Crane.

Indonesia oleh International Telecommunications Union - ITU digolongkan sebagai region P, di mana intensitas hujannya termasuk sangat tinggi. Intensitas hujan yang mengakibatkan link-komunikasi putus sebesar 0.01% per tahun di Indonesia adalah sebesar 145 mm/h yang didapat dari hasil pengamatan, demikian versi ITU. Dengan intensitas hujan yang demikian dapat menimbulkan redaman hujan pada link Radio MW yang bekerja pada frekuensi diatas 12 GHz. sebesar 26 dB. Redaman sebesar ini harus dikompensasi dengan perangkat RF yang besar di sisi

pemancar. Seberapa besarkah ? Nilainya bisa dihitung dengan analisa link-budget. Lalu apakah kita pesimis tidak bisa memakai frekuensi ini? Marilah kita pelajari dengan seksama. Apakah hujan akan terjadi terus menerus sepanjang tahun ? Jelas tidak. Apakah jika hujan terjadi pasti akan terjadi redaman sebesar 26 dB ? Juga tidak, karena redaman hujan tergantung pada besarnya intensitas hujan di suatu tempat. Jelas ada harapan pemakaian frekuensi di atas 10 GHz.( Ku-band) di Indonesia.

Walaupun kedua model tersebut sering dipakai untuk menghitung redaman hujan di Indonesia, namun kedua model itu oleh beberapa ahli dianggap kurang tepat karena terlalu sedikitnya sampel yang dipakai untuk membuat kedua model tersebut. Indonesia sangat beruntung karena telah melakukan beberapa penelitian mengenai hal ini (walaupun mungkin masih dapat diperbanyak lagi), sehingga dapat menyusun model yang semakin akurat

Gambar berikut merupakan contoh hasil pengamatan intensitas hujan (Rainfall) di beberapa kota di Indonesia meliputi kota Bandung, Padang, Surabaya dan Jaya Pura yang sudah di bandingkan dengan model ITU-R.



Gambar 3.1. Intensitas curah hujan di beberapa kota di Indonesia

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan di kepulauan Indonesia tercatat ada 24 lokasi di wilayah negara RI, yaitu di Jatiluhur, Bandung, Denpasar, Jaya Pura, Yogyakarta, Surabaya, Jakarta Cibinong, Denpasar, Padang, Surabaya, Medan, Bandar Lampung, Jambi, Manado, Banjarmasin, TanahMerah, Semarang, Pekanbaru, Palembang, Balikpapan, Bengkulu, Padang, Makasar, Pontianak, Cibinong, Putussibau dan Maros.

Hasilnya menunjukkan intensitas curah hujan untuk persen waktu pengamatan 0.01% (R0.01) sebagai berikut :

Tabel 3.1. Hasil Pengukuran Intensitas hujan R0.01 di Indonesia

Lokasi	Altitude (m)	Latitude	Longtitude	Hasil Pengukuran
Jatiluhur	604	-6.58	107.33	109.2
Bandung	700	-6.95	107.57	120
Denpasar	25	-8.98	115.23	109

Jayapura	210	-2.37	140.69	113.9
Yogyakarta	133	-7.78	110.4	121.3
Surabaya	15	-7.23	112.75	119.6
Jakarta	5	-6.15	106.8	120.4
Medan	49	3.57	98.6	126.2
Bandar Lampung	0	-5.27	105.1	123.3
Jambi	22	-1.63	103.6	124.4
Manado	25	-1.53	124.9	129.9
Banjarmasin	0	-3.43	114.7	124.5
TanahMerah	19	-6.13	140.3	138
Semarang	21	-6.98	110.3	134
Pekanbaru	15	0.47	101.4	130.9
Palembang	2	-2.9	104.7	132.1
Balikpapan	0	-1.27	116.9	127.7
Bengkulu	8	-3.88	102.3	142.7
Padang	200	-1	100.2	146
Makasar	6	-5.07	119.5	141.3
Maros	40	-4.98	119.58	148
Pontianak	30	0.15	109.4	137.1
Cibinong	33	-6.57	106.75	159
Putussibau	10	0.83	112.93	152

Dengan adanya pengukuran di lapangan seperti disampaikan diatas, maka dengan lebih akurat dan yakin dapat kita susun model prediksi intensitas hujan yang berlaku khas untuk Indonesia. Memanfaatkan data tersebut di atas ditambah data hujan dan jumlah hari badai petir (thunderstorm day) dari Badan Meteorologi dan Geofisika Departemen Perhubungan RI dapat dibuat model prediksi intensitas hujan  $R_{0.01}$  untuk kepulauan Indonesia, yaitu :

$$R_{0.01} = f(\text{Lat}, \text{Long}, M, Mm) = 128.192 - 0.037\text{Lat} - 0.393\text{Long} + 0.012M + 0.017Mm$$

..... (3.1)

$R_{0.01}$  = rainfall-rate 0.01 persen dalam waktu setahun (mm/h)

$M$  = rata-rata rainfall dalam setahun (mm)

$M_m$  = maximum rainfall (bulanan) dalam 30 tahun

Lat = latitude

Long = longitude

Model inilah yang seyogyanya digunakan dalam perancangan link komunikasi nirkabel (WLL/LOS, Satelit) Model Prediksi Rain Attenuation (redaman hujan)

## B. Penentuan Nilai Redaman Akibat Hujan

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan model prediksi rainfall rate persamaan (3.1) , didapat rainfall rate untuk beberapa lokasi di Indonesia. Nilai rainfall rate tersebut kemudian digunakan untuk menghitung nilai redaman hujan (rain attenuation) dengan memakai rumus yang sudah dijabarkan diatas.

Sehingga kita dapat menentukan nilai redaman hujan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan nilai Rain Rate  $R_{0.01}$
2. Menentukan Spesifik redaman,  $\gamma_R$  (dB/Km) sesuai dengan rekomendasi ITU-R P.838 yang dijabarkan dengan rumus :

$$\gamma_R = kR^\alpha \quad (3.2)$$

nilai  $k$  dan  $\alpha$  merupakan nilai koefisien polarisasi antenna dan nilai ini bergantung pada frekuensi kerja.

3. Menghitung Faktor Jarak  $d$  yang dijabarkan dengan rumus  $r$  sebagai berikut ;

$$r = \frac{1}{1 + d/d_0} \quad (3.3)$$

dimana, untuk  $R_{0.01} \leq 100$  mm/h:

$$d_0 = 35 e^{-0.015 R_{0.01}}$$

Untuk  $R_{0.01} > 100$  mm/h, menggunakan nilai 100 mm/h in parameter dari  $R_{0.01}$

4. Menentukan nilai Redaman dengan curah hujan sebesar 0.01% dari rentang waktu setahun yang diberikan :

$$A_{0.01} = \gamma_R \text{ dr} \quad (3.4)$$

Tabel 3.2 Perbandingan antara frekuensi dengan koefisien estimasi redaman pada penggunaan polarisasi

Frequency (GHz)	$k_H$	$k_V$	$\alpha_H$	$\alpha_V$
1	0.0000387	0.0000352	0.9122	0.8801
1.5	0.0000868	0.0000784	0.9341	0.8905
2	0.0001543	0.0001388	0.9629	0.9230
2.5	0.0002416	0.0002169	0.9873	0.9594
3	0.0003504	0.0003145	1.0185	0.9927
4	0.0006479	0.0005807	1.1212	1.0749
5	0.001103	0.0009829	1.2338	1.1805
6	0.001813	0.001603	1.3068	1.2662
7	0.002915	0.002560	1.3334	1.3086
8	0.004567	0.003996	1.3275	1.3129
9	0.006916	0.006056	1.3044	1.2937
10	0.01006	0.008853	1.2747	1.2636
13	0.01882	0.01680	1.2168	1.1994
15	0.03689	0.03362	1.1549	1.1275
20	0.07504	0.06898	1.0995	1.0663
25	0.1237	0.1125	1.0604	1.0308
30	0.1864	0.1673	1.0202	0.9974
35	0.2632	0.2341	0.9789	0.9630
40	0.3504	0.3104	0.9394	0.9293
45	0.4426	0.3922	0.9040	0.8981
50	0.5346	0.4755	0.8735	0.8705
60	0.7039	0.6347	0.8266	0.8263
70	0.8440	0.7735	0.7943	0.7948
80	0.9552	0.8888	0.7719	0.7723
90	10.432	0.9832	0.7557	0.7558
100	11.142	10.603	0.7434	0.7434
120	12.218	11.766	0.7255	0.7257
150	13.293	12.886	0.7080	0.7091
200	14.126	13.764	0.6930	0.6948
300	13.737	13.665	0.6862	0.6869
400	13.163	13.059	0.6840	0.6849

## III.2 Perhitungan Link Power Budget

### A. Parameter perhitungan Link Power Budget

A. 1. Parameter Propagasi yang terdiri dari :

1. Gain antena MW
2. Jenis loss atau redaman pada perangkat MW dapat berupa :
  - a. Insertion Loss atau TX Filter yaitu redaman akibat filter untuk mengambil band sinyal tertentu, besarnya loss berkisar antara 0.5 hingga 1.4 dB
  - b. Feeder Loss yaitu redaman antara feeder dengan sistem antena.
  - c. Path loss yaitu redaman yang terjadi sepanjang lintasan atau medan propagasi sinyal .

A. 2. Parameter spesifikasi perangkat terdiri dari :

1. Sensitivitas penerima adalah nilai power yang dapat diterima oleh suatu sistem. Nilai dari sensitivitas penerima dalam link budget ditentukan oleh empat hal yaitu :
  - a. Noise Figure, dimana merupakan ukuran besarnya noise yang dibangkitkan penerima. Noise figure didominasi oleh komponen penguat tahap pertama dari receiver atau penerima. Berikut ini adalah rumus dalam menghitung noise figure total pada sistem receiver [1].

$$N_{f_{total}} = N_{f_1} + \frac{N_{f_2} - 1}{G_1} + \frac{N_{f_3} - 1}{G_1 G_2} + \dots \quad (3.5).$$

- b. Thermal Noise Power.
- c. Minimum  $E_b/N_o$
- d. Data rate yang digunakan.

Dari 3 hal diatas sensitivitas penerima dapat dihitung dengan perincian rumus sebagai berikut [1]:

$$Rx \text{ sensitivity} = \left[ K.T.B.(N_f) \left( \frac{E_b}{N_o} \right) \right] / \left( \frac{B}{R} \right) \quad (3.6).$$

$$Rx \text{ sensitivitas}_{(dalam \text{ dB})} = KTB_{dB} + N_{f \text{ dB}} + \left( \frac{E_b}{N_o} \right)_{dB} - B_{dB} - R_{dB} \quad (3.7).$$

dimana :

K : konstanta boltzman =  $1,38 \times 10^{-23}$  W/(K-Hz) = -228,6 dBW/K-Hz.

T : suhu sistem = 290 °K atau 24,6 dB-K.

B : chiprate pada Radio MW carier

Besarnya sensitivitas yang dihasilkan, diperlukan untuk menentukan besarnya receive level sinyal yang diterima oleh perangkat, dimana ditentukan oleh :

$$\text{Receive signal level} = \text{Sensitivitas} + \text{Margin Fading (MF)} \quad (3.8).$$

Nilai fading margin pada sistem Radio Microwave seperti rumus diatas, diperlukan untuk memberikan kompensasi terhadap efek fading ( fluktuasi receive sinyal level) sehingga receive sinyal level selalu diatas level threshold/sensitivitas.

Nilai Fading Margin juga sangat berkaitan dengan penentuan nilai Availability sistem, semakin besar nilai FM maka probabilitas availability sistem semakin tinggi, yang bisa direpresentasikan dalam nilai %, besarnya margin fading untuk availabilitas tertentu adalah

$$F_m = 30 \log_{10}(D) + 10 \log_{10}(6ABf) - 10 \log_{10}(1-R) - 70 \quad [\text{dB}] \quad (3.9).$$

dimana :

D = distance ( KM )

f = Frekuensi (GHz)

R = Availability yang diekspresikan kedalam bentuk decimal (contoh:

99,99% = 0,9999)

A= Faktor kekasaran area (4=halus, 1=rata2, 0.25=sangat kasar)

B= Faktor Cuaca

$$\text{Jadi :} \quad \text{Probabilitas Outage} = 1 - \text{Availability} \quad (3.10)$$



2. Power transmit radio MW, merupakan hasil perhitungan selisih antara EIRP dengan gain antenna dan ditambah besarnya loss pada sisi transmit (biasanya nilai EIRP berkisar antara 30 – 45 dBm).

$$P_{TX} = EIRP - Gain\ antenna + loss\ kabel\ dan\ konektor \quad (3.11)$$

Input parameter yang diperlukan dalam perhitungan link budget antara lain adalah

- a). Frekuensi Operasi = 7- 23 GHz ( tergantung type yang digunakan )
- b). Data rate per kanal = 64000 bps
- c). Chip rate = 1.228.800 cps
- d). Kontanta Boltzman =  $1,38 \times 10^{-23}$  J/°K
- e). Temperatur = 293 °K
- f). Noise figure = 6 dB
- g). Tx power = 25 dB
- h). Gain antenna = 35.5 dB
- i). Tinggi rata-rata antenna = 42 m
- j). Spesifikasi cable = (loss cable = 0,06 dB/m)
- k). Eb/No target = 12 dB

#### **B. Tahapan perhitungan link budget.**

Tahapan dalam melakukan perhitungan link budget adalah

- 1) Menghitung total noise pada receiver yang dilakukan dalam beberapa langkah yaitu:
  - a). Menghitung thermal noise density :
 
$$Thermal\ noise\ density = 10\ log(KT) \quad (3.12).$$
  - b). Menghitung receive noise density :
 
$$Receive\ noise\ density = thermal\ noise\ density + noise\ figure \quad (3.13).$$
  - c). Menghitung noise power :
 
$$Noise\ power = Receive\ noise\ density + 10\ log\ (Bandwidth) \quad (3.14).$$
  - d). Menghitung interferences margin
 
$$Interferensi\ margin = 10\ log\ (1 - \% \ loading) \quad (3.15).$$
  - e). Menghitung total noise receiver :
 
$$Total\ Noise\ Receiver = Noise\ power + Interferensi\ margin \quad (3.16).$$

- 2) Menghitung besarnya processing gain  

$$\text{Processing gain} = 10 \log (\text{chip rate} / \text{data rate}) \quad (3.17).$$
- 3) Menghitung besarnya receive sensitivity pada sistem penerima  

$$\text{Receive sensitivity} = \text{Total Noise Receiver} + (\text{Eb/No target}) - \text{Processing gain} \quad (3.18).$$
- 4) Menghitung besarnya loss kabel pada sisi transmit dan receive  

$$\text{Loss kabel} = \text{spesifikasi loss kabel} \times \text{panjang kabel} \quad (3.19).$$
- 5) Menghitung besarnya receive sinyal power atau receive sinyal level  

$$\text{Receive sinyal level} = \text{Receive sensitivity} + \text{Loss kabel pada sisi RX} + \text{building loss} - \text{Gain} (\text{antena RX} + \text{diversity} + \text{soft handover}) + \text{fade margin} \quad (3.20).$$
- 6) Menghitung besarnya total EIRP pada pemancar  

$$\text{Total EIRP} = \text{TX power} + \text{Gain antena TX} - \text{loss kabel pada sisi TX} \quad (3.21).$$
- 7) Menghitung besarnya total maksimum loss propagasi yang terjadi pada sistem yaitu :  

$$\text{Total loss propagasi} = \text{Total EIRP} - \text{Receive sinyal level} \quad (3.22).$$

Dari tahapan diatas didapatkan spesifikasi sistem yang akan diimplementasikan yaitu:

- a. Nilai receive sensitivity yang diterapkan pada perangkat.
- b. Nilai total maksimum loss propagasi yang diijinkan
- c. Besarnya receive sinyal level yang diijinkan oleh sistem.

Setelah spesifikasi sistem diatas diketahui maka besarnya Fade Margin dapat diatur sesuai kebutuhan perencanaan dalam perhitungan untuk mendapatkan nilai availability yang diharapkan.

### III.3 Perhitungan nilai Availability

#### A. Availability Link/Lintasan

Yang dimaksud *Availability* Lintasan/Path adalah kemampuan transmisi radio dalam memberikan layanan sesuai standard dalam cakupan satu hope ( near & end site ).

Adapun rumus dinyatakan sebagai berikut :

$$Av_{path} = (1 - UnAv_{path}) \times 100\% \quad (3.23)$$

Dimana nilai  $UnAv_{path}$  yang menggunakan rumus **Rumus Barnett-Vignant** didapat nilai sebagai berikut :

$$UnAv_{path} = 6.10^{-5} . a . b . f . L^3 . 10^{-FM/10} \quad (3.24)$$

$f$  = Frekuensi

$a$  = Untuk kategori permukaan tanah

$L$  = Panjang Lintasan (km)

$b$  = Untuk profil iklim

$FM$  = Fading Margin (dB)

Tabel 3.3. Hubungan antara Availability dengan Outage Time

Availability or reliability (%)	Outage time (%)	Outage time per		
		Year	Month (avg.)	Day (avg.)
0	100	8760 h	720 h	24 h
50	50	4380 h	360 h	12 h
80	20	1752 h	144 h	4.8 h
90	10	876 h	72 h	2.4 h
95	5	438 h	36 h	1.2 h
98	2	175 h	14 h	29 min
99	1	88 h	7 h	14.4 min
99.9	0.1	8.8 h	43 min	1.44 min
99.99	0.01	53 min	4.3 min	8.6 s
99.999	0.001	5.3 min	26 s	0.86 s
99.9999	0.0001	32 s	2.6 s	0.086 s

## B. Parameter Availability Perangkat

Availability perangkat adalah kemampuan perangkat transmisi dalam memberikan layanan sesuai standard dalam cakupan satu site saja atau satu Network Element (NE).

Availability perangkat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$Av_{device} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (3.25)$$

Dimana :

MTBF = Mean Time Between failure

MTTR= Mean Time To Repair

Definisi penentuan waktu Availability dan unavailability menggunakan rekomendasi yang sama. Untuk periode Unavailable dimulai pada saat pertama kali terdeteksi SES ( Severely Error Second ) yang berlangsung 10 kali berturut-turut. Sedangkan periode Available mulai dihitung pada saat pertama kali terdeteksi non SES 10 kali berturut-turut. Penjelasan lebih lanjut bisa merujuk pada Bab Dasar Teori.

Sebagai contoh , diasumsikan bahwa suatu perangkat radio dengan sistem 1+0 tanpa proteksi memiliki nilai MTBF = 1000000 jam/tahun dan MTTR = 4 jam/tahun. Maka nilai MTBF perangkat pada 1 link adalah :

$$\mathbf{MTBF(Link) = MTBF(terminal) / 2} \quad (3.26)$$

Menggunakan persamaan (3.25) dan (3.26) maka availability perangkat dari 1 link tersebut dapat dirumuskan menjadi :

$$\begin{aligned} Av_{device} &= \{50,000/(50,000+4)\} \times 100\% \\ &= 99.992\% \end{aligned}$$

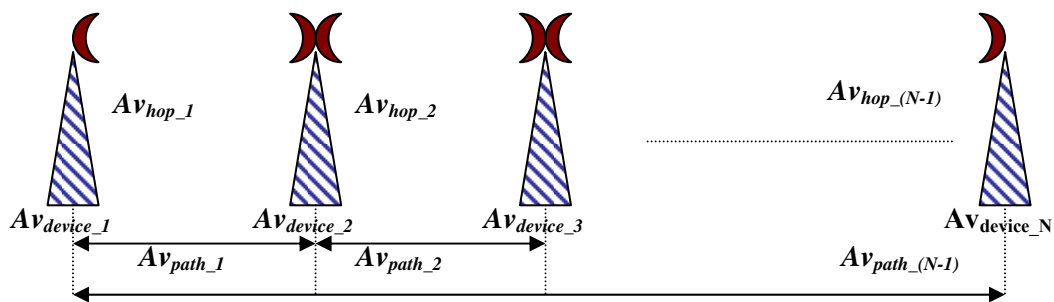
artinya : untuk unavailability (U) = 100 – Adevice = 0.008%

Jika diasumsikan terdapat 20 hop jaringan transmisi, maka untuk Unavailability ( Outage untuk perangkat saja) adalah  $U \times 20 = 0.16\%$ , maka:

$$Av(20 \text{ hop}) = (100-U) = 99.84\%$$

Asumsi diatas hanya untuk kondisi outage tiap perangkat 14 jam/tahun, tentunya pada jaringan besar misalkan (20 hop), dengan nilai availability tersebut secara total nilai availabilitinya tidak akan bisa diterima.

Dengan demikian untuk availability total pada satu link transmisi radio dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.2. Ilustrasi perhitungan nilai availability radio MW

$$Av_{link} = Av_{sistem} = Av_{hop\_link} = Av_{path\_link} \times Av_{device\_link}$$

Dimana :

$$Av_{path\_link} = Av_{path\_1} \times Av_{path\_2} \times \dots \times Av_{path_{(N-1)}}$$

$$Av_{device\_link} = Av_{device\_1} \times Av_{device\_2} \times \dots \times Av_{device\_N}$$

## BAB IV

### HASIL DAN ANALISA PERHITUNGAN

#### IV.1 Analisa Perhitungan Faktor Redaman Hujan dan Link Budget

Sebelum mengurai lebih lanjut perhitungan availability link Kebon Singkong facing Warung Jambu , serta availability perangkat, dan membandingkannya dengan hasil pengukuran via PNMS , maka kita perlu mengetahui spesifikasi perangkat MW Pasolink NEC yang digunakan oleh PT. Indosat

Spesifikasi Perangkat MW Pasolink adalah :

Frekuensi kerja : 7-23 GHz

Signal Rate :

Fix rate 2x2 Mbits/s, 4x2 Mbits/s, 8x2 Mbits/s, 16x2 Mbits/s

1x8 Mbits/s, 1x34 Mbits/s

Rate free 2/4/8 x 2 Mbits/s 2/4/8/16 x 2 Mbits/s

Way side : 1x2 Mbits/s (Option in 16x2 Mbits/s, 1x34 Mbits/s)

Interface : HDB-3 (ITU-T G.703)

Impedance : 75 ohms / 120 ohms

Connector : 2 MB: Coaxial type BNC or IEC 1.6/5.6 (75 ohms)

/ D-sub (120 ohms)

8/34 MB: IEC 1.6/5.6 / BNC (75 ohms)

Berdasarkan data spesifikasi perangkat dan informasi data teknis yang diterima dari PT. Indosat diatas dan asumsi parameter yang diinginkan, maka kita dapat melakukan perhitungan sesuai dengan tahapan-tahapan dan rumus-rumus yang dijabarkan pada bab 3. Berikut ini adalah tahapan perhitungannya.

### A. Menentukan nilai Rainfall Rate R0.01

Dengan menggunakan rumus seperti yang telah dijabarkan dalam BAB 3 yaitu :

$$R_{0.01} = f(\text{Lat}, \text{Long}, M, Mm) = 128.192 - 0.037\text{Lat} - 0.393\text{Long} + 0.012M + 0.017Mm$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana besar Latitude Warung Jambu} &= 6^\circ 34' 06'', 90'' \text{ S} \\ &= -06.57 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar Longtitude} &= 106^\circ 48' 38'', 20'' \text{ E} \\ &= 106.81 \end{aligned}$$

Sesuai data hasil pengamatan yang didapat dari World Climate yang mencatat intensitas curah hujan untuk area Bogor didapat nilai intensitas curah hujan dalam setahun sebesar **M = 4233 mm**.

Dan nilai curah Hujan tertinggi 1 bulan dalam periode pengamatan 1 tahun adalah sebesar 504.6 mm (data terlampir).

Sehingga didapat :

$$\begin{aligned} R_{0.01} &= 128.192 - [0.037 \times (-6.57)] - [0.393 \times 106.81] + [0.012 \times 4233] + [0.017 \times 504.6] \\ R_{0.01} &= \mathbf{141.48776 \text{ mm/h}} \end{aligned}$$

### B. Menentukan nilai redaman Hujan :

Adapun rumus untuk menentukan nilai redaman hujan adalah :

$$A_{0.01} = \gamma_R \cdot dr$$

$$\text{Nilai } \gamma_R = kR^\alpha$$

Untuk Link Warung Jambu – Kebon Singkong yang menggunakan frekuensi 13GHz dengan polarisasi Vertikal , maka jika merujuk pada tabel (3.2) didapat nilai  $k_v$  dan  $\alpha_v$  adalah :

$$k_v = 0.01680$$

$$\alpha_v = 1.1994$$

$$\begin{aligned} \text{sehingga :} \quad \gamma_R &= 0.01680 \times 141.48776^{1.1994} \\ &= \mathbf{6.381 \text{ dB/Km}} \end{aligned}$$

Kemudian kita perlu menentukan nilai faktor jarak ( $r$ ) yaitu :

$$r = \frac{1}{1 + d / do}$$

$$\begin{aligned} do &= 35 e^{-0.015 \times 100} \\ &= 7.809555605 \end{aligned}$$

sehingga nilai  $r = 0.56757$

Jika dimasukkan kedalam rumus redaman diperoleh nilai :

$$\begin{aligned} A_{0.01} &= \gamma R \ dr \\ &= 6.381 \times 5.95 \times 0.56757 \\ &= \mathbf{21,5 \ dB} \end{aligned}$$

sehingga bisa disimpulkan besar redaman karena faktor hujan yang bernilai 0.01% dari rentang setahun adalah sebesar **21,5 dB**

Jadi untuk mendapatkan nilai availability sebesar 99.99%, maka nilai fading margin yang diperlukan adalah minimal sebesar **21,5 dB**

Angka dari hasil perhitungan diatas adalah untuk frekuensi kerja sebesar 13 GHz, sebagai bahan perbandingan pengaruh redaman karena faktor hujan, kita perlu menghitung nilai redaman dengan beberapa variasi nilai frekuensi kerja. Dengan menggunakan rumus (3.2), (3.3) dan (3.4) maka didapatkan nilai variasi redaman seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.1. Nilai redaman karena faktor hujan dibandingkan dengan beberapa frekuensi kerja.

Frequency (GHz)	$k_v$	$\alpha_v$	$\gamma R$	Redaman (A0.01) dB
1	0.0000352	0.8801	0,0028	0,0093
1.5	0.0000784	0.8905	0,0064	0,0218
2	0.0001388	0.9230	0,0134	0,0453
2.5	0.0002169	0.9594	0,0251	0,0848
3	0.0003145	0.9927	0,0429	0,1449
4	0.0005807	1,0749	0,1191	0,4021



5	0.0009829	1,1805	0,3400	1,1481
6	0.001603	1,2662	0,8476	2,8623
7	0.002560	1,3086	1,6698	5,6391
8	0.003996	1,3129	2,6626	8,9917
9	0.006056	1,2937	3,6692	12,3910
10	0.008853	1,2636	4,6210	15,6054
<b>13</b>	<b>0.01680</b>	<b>1,1994</b>	<b>6,3809</b>	<b>21,5485</b>
15	0.03362	1,1275	8,9440	30,2044
20	0.06898	1,0663	13,5530	45,7690
25	0.1125	1,0308	18,5402	62,6109
30	0.1673	0.9974	23,3681	78,9150

Jika diamati bahwa semakin tinggi frekuensi kerja maka redaman yang ditimbulkan oleh faktor hujan semakin besar, untuk itu perlu perhitungan yang cermat dalam memakai frekuensi sehingga faktor redaman hujan tidak sampai menimbulkan Outage yang begitu besar.

### C. Perhitungan Link Budget Radio MW Link Warung Jambu – Kebon Singkong

Berikut ini beberapa parameter input yang diperlukan dalam perhitungan Link Budget yang diperoleh dari data *Acceptance Test Procedure* PT. Indosat,Tbk , yaitu :

Tabel 4.2 Spesifikasi Link Budget untuk link Warung Jambu – Kebon Singkong.

Stasiun A :	Warung Jambu
Stasiun B :	Kebon Singkong
Radio Sistem :	Pasolink
Frekuensi Band :	13 GHz
ITU-R No.	F.497-5
Center Frekuensi :	13.000 MHz
Transmit capacity :	34 Mbit/s
Modulasi :	4 PSK
Sistem Konfigurasi	1+1
Panjang Lintasan	5.95 KM

Site elevasi stasiun A	0.0 m
Site elevasi stasiun B	0.0 m
Type dari Link Terrain	Bukit
<b><u>Sistem Parameter</u></b>	
Tinggi Antenna Stasiun A	45 m
Tinggi Antenna Stasiun B	35 m
Diameter antenna stasiun A	0.6 m
Diameter antenna Stasiun B	0.6 m
Panjang Feeder stasiun A	65 m
Panjang Feeder stasiun B	65 m
<b><u>Loss Propagasi dan Gain</u></b>	
Free space Loss	130.3 dB
Feeder Loss	0.0
Other Loss (span EQL, etc)	7.0 dB
Loss Total...(1)	137.3 dB
Antenna Gain stasiun A	35.5 dB
Antenna Gain stasiun B	35.5 dB
Gain Total....(2) dB	71.0 dB
Transmitter Output Power...(3)	25 dBm
Receiving Signal Level....[(4)=- (1)+(2)+(3)]	-41.3 dBm
Threshold Level ( di BER 10-6)....(5)	-81.0 dB
Maka : Fade Margin ( di BER 10-6)	39.7 dB
Polarisasi	Vertikal

Dari data perhitungan link budget kita dapat menentukan besaran Fade Margin yang diinginkan, sehingga didapat nilai Fade Margin pada BER 10-6 sebesar = 39.7 dB

Sebagai analisa perbandingan nilai Fade Margin yang didapat dari hasil perhitungan yaitu sebesar 39.7 dB, maka jika kita tambahkan nilai redaman karena faktor hujan A0.01% sebesar 21,5 dB ternyata masih ada toleransi sebesar 18.2 dB dari nilai Treshold Level yang di rekomendasikan oleh pabrikan.

Dapat disimpulkan bahwa dengan besar RSL = -41,3 dBm dan jika ada curah hujan sampai menimbulkan redaman sebesar 21,5 dB, maka Link Warung Jambu – Kebon Singkong masih bisa beroperasi dengan normal.

Meskipun pengaruh redaman curah hujan pada level 21,5 dB masih dibawah batas toleransi, namun kita juga perlu menentukan nilai availability Link secara keseluruhan yaitu menggunakan rumus penentuan availability path link sebagai berikut :

$$UnAv_{path} = 6.10^{-5} .a.b.f.L^3 .10^{-FM/10}$$

Jika Fade Margin = 39.7 maka didapat nilai availability path link sebesar :

$$UnAv_{path} = 6.10^{-5} .a.b.f.L^3 .10^{-FM/10}$$

$f$  (frekuensi kerja = 13 GHz

$a$  (Untuk kategori permukaan tanah) = 4

$L$  (Panjang Lintasan (km)) = 5.95 Km

$B$  (Untuk profil iklim) = 1

$FM$  (Fading Margin (dB)) = 39.7 dB

Maka diperoleh :

$$\begin{aligned} UnAv_{path} &= 6x10^{-5} x4x1x12x(5.95)^3 x10^{-39.7/10} \\ &= 7.22 x 10^{-05} \end{aligned}$$

Jadi nilai Availabilitynya adalah :

$$\begin{aligned} Av_{path} &= (1 - UnAv_{path}) \times 100\% \\ &= (1 - (7.22 x 10^{-05})) \times 100\% \\ &= \mathbf{99,99277882 \%} \end{aligned}$$

Dan jika nilai redaman faktor Hujan diperhitungkan maka nilai availability yang didapat adalah sebesar **99,09%**, disini ada Perbedaan nilai availability antara perhitungan data dari Acceptance Test procedure dengan data penambahan efek karena redaman hujan yaitu sebesar **0,91%**. Untuk perhitungan selanjutnya kita akan menggunakan asumsi sesuai perhitungan normal menggunakan data dari hasil Acceptance Test Procedure.

#### D. Menghitung nilai availability perangkat Radio MW yang digunakan

Untuk link Warung Jambu– Kebon Singkong menggunakan Pasolink versi 4 dengan nilai MTBF baik untuk IDU maupun ODU masing-masing adalah 400000 jam dan untuk sistem 1+1 ini terdapat nilai MTTR = 20 ms maka didapat :

$$Av_{device} = 99.999999999945 \%$$

Jadi dari hasil perhitungan kedua nilai availability tersebut, kita dapat menentukan nilai availability sistem yaitu :

$$\begin{aligned} Av_{path} + Av_{device} &= 99,99277882 \times 99.999999999945 \\ &= 99.99277881\% \end{aligned}$$

Nilai availability sistem ini digunakan sebagai referensi untuk menjadi tolak ukur pencapaian target dari perangkat Radio MW yang diimplementasikan di PT. Indosat, sehingga kita bisa membandingkan dengan hasil pengukuran untuk evaluasi kinerja perangkat Radio MW yang diimplementasikan.

Bagaimana pengaruh faktor hujan terhadap nilai availability ?. Jika kita masukkan nilai redaman yang diakibatkan oleh faktor curah hujan diperoleh nilai availability link sebesar **99,09%**. Sehingga nilai availability sistem sebesar :

$$\begin{aligned} Av_{path} \text{ (faktor hujan)} + Av_{device} &= 99,09 \times 99.999999999945 \\ Av_{system} \text{ (dipengaruhi faktor hujan)} &= 99.089\% \end{aligned}$$

#### IV. 2 Hasil pengukuran nilai availability Radio MW

Sesuai data hasil pengukuran nilai availability dari PNMS server secara total selama periode tanggal 24 Agustus 2006 – 19 Desember 2006 didapat tabel sebagai berikut :

1. Availability site Warung Jambu yang ditunjukkan pada tabel berikut ini adalah sebesar **99.82789855 %**

Tabel 4.3. Nilai availability hasil monitoring di site Warung Jambu

Monitoring Periode:	Aug 24, 2006 12:00:00 AM to Dec 19, 2006 12:00:00 AM
NE Type:	PASOLINK 4

**NE Name:** Warung Jambu – fc Kebon Singkong  
**Region:** Narasoma  
**Area:** ALL  
**Monitoring Time:** 118 Days  
**Thresholds and Conditions :** Available Time (%) < : 97 % \* Red Symbol

**Vendor: NEC**

Vendor	Region	Ne Name	Available Time (%) TH < 97 % Red *	Total Time
NEC	Narasoma	Warung Jambu - fc Kebon Singkong	99,82789855	9,923,400
<b>Summary:</b>				<b>9.923.400</b>
<b>Average:</b>			<b>1</b>	<b>9.923.400</b>

2. Sedangkan Availability site Kebon Singkong yang dapat di lihat pada tabel dibawah ini didapat nilai sebesar **99.92753623 %**

Tabel 4.4. Nilai availability hasil monitoring di site Kebon Singkong

**Monitoring Periode:** Aug 24, 2006 12:00:00 AM to Dec 19, 2006 12:00:00 AM  
**NE Type:** PASOLINK V4  
**NE Name:** Kebon Singkong - fc Warung Jambu  
**Region:** Narasoma  
**Area:** ALL  
**Monitoring Time:** 118 Days  
**Thresholds and Conditions :** Available Time (%) < : 97 % \* Red Symbol

**Vendor: NEC**

Vendor	Region	Ne Name	Available Time (%) TH < 97 % Red *	Total Time
NEC	Narasoma	Kebon Singkong - fc Warung Jambu	99,92753623	9,936,000
<b>Summary:</b>				<b>9.936.000</b>
<b>Average:</b>			<b>1</b>	<b>9.936.000</b>

Jadi dari kedua nilai availability hasil pengukuran, didapat nilai availability sistem sebesar :

$$Av_{sistem} = (Availability Warung Jambu + Availability Kebon Singkong) / 2$$

$$Av_{sistem} = 99.92753623 \% \times 99.82789855 \%$$

$$Av_{sistem} = 99.7555594911\%$$

Jika kita bandingkan antara besar nilai availability hasil perhitungan awal dengan hasil pengukuran maka terdapat perbedaan antara hasil perhitungan dengan hasil pengukuran sebesar :

$$\begin{aligned}\Delta &= |99.99277881 - 99.7555594911| \\ &= \mathbf{0,23721932 \%}\end{aligned}$$

Dimana nilai hasil pengukuran lebih rendah dari perhitungan yang sudah di kalkulasi, sehingga aspek kemampuan sistem Link Warung Jambu – Kebon Singkong terdapat penurunan dari yang sudah perhitungkan.

Faktor penurunan nilai availability ini bisa disebabkan oleh beberapa hal seperti yang pernah dijelaskan dalam BAB teori.

Untuk mengetahui faktor yang menjadi penyebab penurunan nilai availability bisa ditentukan dengan membahas secara detail data-data availability selama periode 3 bulan tersebut.

Dari hasil pengukuran dalam interval perhari maka didapatkan nilai availability pada masing-masing perangkat Radio MW pada Link Warung Jambu – Kebon Singkong. (Lampiran 1)

Jika kita analisa hasil pengukuran nilai availability dari data tiap-tiap site diperoleh beberapa pengukuran yang menunjukkan kemampuan perangkat mengalami penurunan yaitu :

#### **1. Untuk Site Warung Jambu :**

Tanggal 10/26/06 00:00 - 10/26/06 23:45, availability = 95,83333333333333%

Tanggal 10/28/06 00:00 - 10/28/06 23:45, availability = 88,54166666666667%

Tanggal 12/01/06 00:00 - 12/01/06 23:45, availability = 95,83333333333333%

Kita dapat menganalisa penyebab penurunan nilai availability hasil pengukuran dengan melakukan monitoring alarm yang terjadi pada tanggal kejadian melalui PNMS Server. Pertama kita mencoba menganalisa penurunan nilai availability dari tanggal 10/26/06 00:00 - 10/26/06 23:45 dan didapatkan bahwa alarm yang muncul adalah “**INPUT – CH02**”, “**INPUT – CH03**”, “**INPUT – CH04**” dengan status “**MAJOR**”.

Data dari PNMS Server dapat dilihat pada data alarm berikut ini :

alarm-20061027-000001 - WordPad						
Edit View Insert Format Help						
Kedaton - Cikupa	PNMS LINK ALARM	*2006/10/26 19:06:50	2006/10/26 19:09:02	Critical		
PUSRI 1	PNMS LINK ALARM	*2006/10/26 19:09:05	2006/10/26 19:09:04	Critical		
Cikupa - Kedaton	PNMS LINK ALARM	*2006/10/26 19:08:33	2006/10/26 19:09:22	Critical		
WarungJambu - KbSingkong	INPUT-CHO2	2006/10/26 15:13:08	2006/10/26 19:10:58	Major		
WarungJambu - KbSingkong	INPUT-CHO3	2006/10/26 15:13:08	2006/10/26 19:10:58	Major		
WarungJambu - KbSingkong	INPUT-CHO4	2006/10/26 15:13:08	2006/10/26 19:10:58	Major		
Mardi - fc BSC Sentul	INPUT-CHO2	*2006/10/22 21:39:39	2006/10/26 19:10:59	Major		
Mardi - fc Tonjong	INPUT-CHO1	*2006/10/22 21:41:22	2006/10/26 19:10:59	Major		
Bambang - fc Griya Ciomas Asri	AIS SEND-CHO1	*2006/10/22 21:42:35	2006/10/26 19:10:59	Major		

Artinya Tributary link pada channel yang dimaksud diatas tidak dapat meneruskan sinyal masukan, sehingga terjadi kegagalan pengiriman sinyal. Jika terjadi seperti alarm diatas hal ini termasuk dalam kategori Unavailability perangkat ( $U_{device}$ ) yang disebabkan gagalnya beberapa channel tributary modul untuk mentransfer sinyal masukan.

Kedua,..Analisa penurunan nilai availability dari tanggal 10/28/06 00:00 - 10/28/06 23:45 dan didapat alarm yang muncul pada tanggal tersebut adalah “ **High BER**”, “**RX Level**”, “**PNMS Link Alarm**”.

alarm-20061029-000001 - WordPad						
Edit View Insert Format Help						
Duduland - fc BSC Sentul	HIGH BER (No.2)	2006/10/27 21:16:08	2006/10/28 00:52:57	Minor		
Duduland - fc BSC Sentul	RX LEVEL (No.2)	2006/10/27 21:16:08	2006/10/28 00:52:57	Major		
KbSingkong - WarungJambu	HIGH BER (No.1)	2006/10/27 21:16:08	2006/10/28 00:52:57	Minor		
KbSingkong - WarungJambu	RX LEVEL (No.2)	2006/10/27 21:16:09	2006/10/28 00:52:57	Major		
KbSingkong - WarungJambu	RX LEVEL (No.1)	2006/10/27 21:16:09	2006/10/28 00:52:58	Major		
KbSingkong - WarungJambu	HIGH BER (No.2)	2006/10/27 21:16:08	2006/10/28 00:52:58	Minor		
WarungJambu - KbSingkong	PNMS LINK ALARM	*2006/10/27 21:16:31	2006/10/28 00:53:12	Critical		
BSC Sentul - fc Duduland	PNMS LINK ALARM	*2006/10/27 21:17:02	2006/10/28 00:53:12	Critical		
Duduland - fc BSC Sentul	LOW BER (No.1)	2006/10/27 21:16:08	2006/10/28 00:53:12	Minor		
Duduland - fc BSC Sentul	LOW BER (No.2)	2006/10/27 21:16:08	2006/10/28 00:53:14	Minor		

Jika diamati pada alarm yang muncul bahwa sebelum link mengalami outage diawali dengan tingginya nilai BER baik disistem 1 maupun sistem 2 sehingga menyebabkan nilai RX level mengalami penurunan yang drastis, penurunan nilai RX level ini menyebabkan link putus yang ditandai dengan munculnya alarm “**PNMS Link Alarm**”.

Serangkaian kronologi dan alarm yang muncul tersebut bisa diakibatkan oleh faktor propagasi sehingga Outage yang terjadi termasuk dalam kategori Unavailability Path Link.

Evaluasi penurunan nilai availability yang ketiga pada Tanggal 12/01/06 00:00 - 12/01/06 23:45 yaitu terdapat alarm “**PNMS Link Alarm**”

alarm-20061202-000001 - WordPad					
Edit View Insert Format Help					
Duduland - fc KtrPeng Bkt Sentul	PNMS LINK ALARM	*2006/12/01 19:10:43	2006/12/01 20:05:51	Critical	
CibitungIm3-AnaImamBonjol	USAGE ERROR-CHO2	2006/12/01 20:05:50	2006/12/01 20:05:51	Major	
WarungJambu - KbSingkong	PNMS LINK ALARM	*2006/12/01 19:10:51	2006/12/01 20:05:56	Critical	
KtrPeng Bkt Sentul - fc Duduland	PNMS LINK ALARM	*2006/12/01 19:10:43	2006/12/01 20:06:05	Critical	
CibitungIm3-AnaImamBonjol	USAGE ERROR-CHO2	2006/12/01 20:06:09	2006/12/01 20:06:10	Major	
BSC Sentul - fc Mardi	PNMS LINK ALARM	*2006/12/01 19:10:51	2006/12/01 20:06:11	Critical	
CibitungIm3-AnaImamBonjol	USAGE ERROR-CHO2	2006/12/01 20:06:14	2006/12/01 20:06:15	Major	
Duduland - fc BSC Sentul	PNMS LINK ALARM	*2006/12/01 19:10:43	2006/12/01 20:06:18	Critical	

namun tidak ada penjelasan sebelumnya mengenai terjadinya putusnya perangkat, hal ini bisa diakibatkan oleh adanya pekerjaan maintenance, sehingga perlu adanya outage. Jika hal ini sudah direncanakan maka Availability dengan kondisi seperti ini masuk dalam kategori Availability dikarenakan oleh faktor lain

## 2. Untuk Site Kebon Singkong :

Tanggal 11/04/06 00:00 - 11/04/06 23:45, availability = 95,83333333333333%

Tanggal 11/07/06 00:00 - 11/07/06 23:45, availability = 95,83333333333333%

Kita dapat menganalisa penyebab penurunan nilai availability hasil pengukuran dengan melakukan monitoring alarm yang terjadi pada tanggal kejadian melalui PNMS Server. Pertama kita mencoba menganalisa penurunan nilai availability dari tanggal 11/04/06 00:00 - 11/04/06 23:45 dan 11/07/06 00:00 - 11/07/06 23:45 dan didapatkan bahwa alarm yang muncul adalah “RX LEVEL”, status “MAJOR”, “LOW BER”, “HIGH BER” dengan status “MINOR”, serta “ES THRESHOLD” dengan status “CRITICAL”.

Data dari PNMS Server dapat dilihat pada catatan alarm berikut ini

arm-20061105-000002 - WordPad					
dit View Insert Format Help					
Narasoma - fc BSC Sentul	INPUT-CH09	*2006/11/04 18:30:09	2006/11/04 20:12:33	Major	
Narasoma - fc BSC Sentul	INPUT-CH10	*2006/11/04 18:30:09	2006/11/04 20:12:33	Major	
Narasoma - fc BSC Sentul	INPUT-CH11	*2006/11/04 18:30:09	2006/11/04 20:12:33	Major	
KbSingkong - WarungJambu	RX LEVEL (No.1)	*2006/11/04 18:30:25	2006/11/04 20:12:33	Major	
KbSingkong - WarungJambu	LOW BER (No.1)	*2006/11/04 18:30:25	2006/11/04 20:12:33	Minor	
KbSingkong - WarungJambu	HIGH BER (No.1)	*2006/11/04 18:30:25	2006/11/04 20:12:33	Minor	
KbSingkong - WarungJambu	RX LEVEL (No.2)	*2006/11/04 18:30:25	2006/11/04 20:12:33	Major	
KbSingkong - WarungJambu	LOW BER (No.2)	*2006/11/04 18:30:25	2006/11/04 20:12:33	Minor	
KbSingkong - WarungJambu	HIGH BER (No.2)	*2006/11/04 18:30:25	2006/11/04 20:12:33	Minor	
KbSingkong - WarungJambu	SES THRESHOLD (15min)	*2006/11/04 18:30:25	2006/11/04 20:12:33	Critical	
KbSingkong - WarungJambu	SES THRESHOLD (1day)	*2006/11/04 18:30:25	2006/11/04 20:12:33	Critical	
CibitungIm3-AnaImamBonjol	USAGE ERROR-CHO2	2006/11/04 20:12:30	2006/11/04 20:12:31	Major	
CibitungIm3-AnaImamBonjol	INPUT-CH05	2006/11/04 20:12:24	2006/11/04 20:12:32	Major	

Dari data alarm tersebut menunjukkan bahwa Level sinyal terima (RX Level) mengalami penurunan pada perangkat ODU utama, sehingga memicu error pada nilai bit yang diterima, karena ODU utama mengalami penurunan performansi maka sistem Radio MW berpindah ke sistem proteksi, ternyata sistem proteksi mengalami



hal yang sama dengan ODU utama, dikarenakan kedua sistem Radio mengalami penurunan performansi maka secara otomatis muncul alarm SES (Severely Errored Seconds) yang menyatakan telah terjadi error pada bit yang diterima dalam waktu lebih dari 10 detik berturut-turut sehingga menyebabkan link putus.

Dari hasil analisa tersebut dapat disimpulkan bahwa alarm yang muncul bisa diakibatkan oleh faktor Propagasi, sehingga Outage yang terjadi termasuk dalam kategori Unavailability Path Link.

### **IV.3 Perbandingan antara hasil perhitungan dengan pengukuran nilai availability**

Dari hasil analisa didapatkan bahwa berdasarkan informasi data link budget untuk kasus Radio MW link Warung Jambu – Kebon Singkong dan data teknis spesifikasi perangkat Radio MW Pasolink NEC yang dijabarkan pada bab IV dan lampiran, serta membandingkannya dengan hasil pengukuran pada BAB IV, maka dapat dianalisa sebagai berikut :

1. Bahwa perbandingan nilai availability antara hasil perhitungan link budget dengan hasil perhitungan akibat faktor hujan terdapat perbedaan sebesar 0.9% hal ini menunjukkan bahwa redaman akibat faktor hujan dapat menyebabkan nilai availability Link berkurang secara drastis, namun demikian nilai Fade Margin yang diperoleh akibat penambahan redaman akibat faktor curah hujan yaitu sebesar 18,2 dB masih dibawah batas toleransi nilai level threshold sensitivity yang diterapkan pada penerima perangkat berkisar  $\pm -81$  dBm.
2. Bila dibandingkan dengan besaran tiap-tiap frekuensi kerja ternyata semakin tinggi frekuensi kerja Radio MW maka nilai redaman hujan juga semakin besar, tentunya hal ini mempengaruhi nilai availability yang semakin menurun.
3. Kemudian dari perbandingan nilai availability sistem untuk link Warung Jambu – Kebon Singkong selama on service dari periode tanggal 24 Agustus – 19 Desember 2006 mengalami penurunan sebesar **0,23721932 %**, terhadap nilai availability hasil perhitungan yang harus dicapai yaitu sebesar **99,99277882 %**. hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yang menyebabkan nilai pengukuran menjadi turun antara lain bisa disebabkan oleh faktor propagasi seperti curah hujan yang tinggi pada saat-saat tertentu.

## BAB V

### PENUTUP

#### KESIMPULAN

Dari hasil dan analisa perhitungan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain yaitu :

1. Untuk Link Warung Jambu – Kebon Singkong nilai referensi availability adalah sebesar **99,992%**
2. Bahwa Faktor Curah Hujan memiliki redaman yang cukup besar, Nilai redaman untuk link Warung Jambu – Kebon Singkong sebesar  $A_{0,01} = 21,5$  dB, dan secara keseluruhan didapat nilai availability system sebesar **99,089%**.
3. Pengaruh curah hujan bisa menyebabkan penurunan kemampuan sistem transmisi dengan selisih sebesar 0,9% dari target hasil perhitungan.
4. Dengan nilai RSL = -41,3 dBm dan jika ada curah hujan sampai menimbulkan redaman sebesar 21,5 dB, maka Link Warung Jambu – Kebon Singkong masih bisa beroperasi dengan normal karena masih ada fade margin sebesar 18,2 dB
5. Semakin tinggi frekuensi yang digunakan maka nilai redaman akibat faktor curah hujan semakin tinggi dan tentunya nilai availability dari system semakin menurun.
6. Dari hasil pengukuran menggunakan PNMS server, nilai Availability sistem untuk link Warung Jambu – Kebon Singkong selama on service dari periode tanggal 24 Agustus – 19 Desember 2006 mengalami penurunan sebesar 0,23721932 %, terhadap nilai availability hasil perhitungan yang harus dicapai yaitu sebesar **99,99277882 %**.

#### SARAN

1. Untuk bisa meningkatkan nilai availability sistem bisa dilakukan beberapa langkah perbaikan yaitu :

- Site Audit yang meliputi : pengecekan mounting antenna/posisi antenna. Melakukan pengecekan pengkabelan
- Melakukan perencanaan transmisi ulang : bisa dilakukan dengan mengganti antenna dengan diameter yang lebih besar
- Mengganti perangkat IDU dengan versi 4 yang memiliki kemampuan ATPC, sehingga jika terjadi penurunan propagasi maka akan di control untuk menambah power transmit dengan fasilitas ATPC

## Daftar Pustaka

1. Ir.H.Ekkelenkamp, **“Transmission Aspects of digital Communication Systems”** The Hague Netherlands,1986.
2. AJAY R.MISHRA, **“Fundamental of Cellular Network Planning and Optimisation”**, Jhon Willey & Sons, New Delhi, 2004.
3. Freeman, Roger, **“Telecommunication Transmission Handbook”**, Jhon Willey & Sons, 1991.
4. Indosat – STT Telkom, **“Pelatihan Teknologi Transmisi Radio”**, Laboratorium Transmisi STT Telkom , 2004.
5. Joko Suryana, Utoro S, **“Study of Prediction Models Compared with the Measurement Results of Rainfall Rate and Ku Band Rain Attenuation at Indonesian Tropical Cities”** Master Thesis, Electrical Engineering Department ITB, 2003.

# **LAMPIRAN**

**Monitoring Periode:** Aug 24, 2006 12:00:00 AM to Dec 19, 2006 12:00:00 AM  
**NE Type:** PASOLINK V4  
**NE Name:** Warung Jambu - fc Kebon Singkong  
**Region:** Narasoma  
**Area:** ALL  
**Monitoring Time:** 118 Days  
**Thresholds and Conditions :** Available Time (%) < : 97 % \* Red Symbol

**Vendor: NEC**

Vendor	Region	Start Time	-	End Time	Available Time (%) TH < 97 % Red *	Total Time
NEC	Narasoma	08/24/06 00:00	-	08/24/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	08/25/06 00:00	-	08/25/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	08/26/06 00:00	-	08/26/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	08/27/06 00:00	-	08/27/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	08/28/06 00:00	-	08/28/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	08/29/06 00:00	-	08/29/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	08/30/06 00:00	-	08/30/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	08/31/06 00:00	-	08/31/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/01/06 00:00	-	09/01/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/02/06 00:00	-	09/02/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/03/06 00:00	-	09/03/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/04/06 00:00	-	09/04/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/05/06 00:00	-	09/05/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/06/06 00:00	-	09/06/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/07/06 00:00	-	09/07/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/08/06 00:00	-	09/08/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/09/06 00:00	-	09/09/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/10/06 00:00	-	09/10/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/11/06 00:00	-	09/11/06 23:45	100	86,400	

Narasoma	09/12/06 00:00 - 09/12/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/13/06 00:00 - 09/13/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/14/06 00:00 - 09/14/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/15/06 00:00 - 09/15/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/16/06 00:00 - 09/16/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/17/06 00:00 - 09/17/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/18/06 00:00 - 09/18/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/19/06 00:00 - 09/19/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/20/06 00:00 - 09/20/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/21/06 00:00 - 09/21/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/23/06 00:00 - 09/23/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/24/06 00:00 - 09/24/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/25/06 00:00 - 09/25/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/27/06 00:00 - 09/27/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/28/06 00:00 - 09/28/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/29/06 00:00 - 09/29/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/30/06 00:00 - 09/30/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/01/06 00:00 - 10/01/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/02/06 00:00 - 10/02/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/03/06 00:00 - 10/03/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/04/06 00:00 - 10/04/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/05/06 00:00 - 10/05/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/06/06 00:00 - 10/06/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/07/06 00:00 - 10/07/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/08/06 00:00 - 10/08/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/09/06 00:00 - 10/09/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/10/06 00:00 - 10/10/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/11/06 00:00 - 10/11/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/13/06 00:00 - 10/13/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/14/06 00:00 - 10/14/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/15/06 00:00 - 10/15/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/16/06 00:00 - 10/16/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/17/06 00:00 - 10/17/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/18/06 00:00 - 10/18/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/19/06 00:00 - 10/19/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/20/06 00:00 - 10/20/06 23:45	100	86,400

Narasoma	10/21/06 00:00 - 10/21/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/22/06 00:00 - 10/22/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/23/06 00:00 - 10/23/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/24/06 00:00 - 10/24/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/25/06 00:00 - 10/25/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/26/06 00:00 - 10/26/06 23:45	95,83333333 *	86,400
Narasoma	10/27/06 00:00 - 10/27/06 20:15	100	73,800
Narasoma	10/28/06 00:00 - 10/28/06 23:45	88,54166667 *	86,400
Narasoma	10/29/06 00:00 - 10/29/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/30/06 00:00 - 10/30/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/31/06 00:00 - 10/31/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/01/06 00:00 - 11/01/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/02/06 00:00 - 11/02/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/03/06 00:00 - 11/03/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/04/06 00:00 - 11/04/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/05/06 00:00 - 11/05/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/06/06 00:00 - 11/06/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/07/06 00:00 - 11/07/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/08/06 00:00 - 11/08/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/09/06 00:00 - 11/09/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/10/06 00:00 - 11/10/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/11/06 00:00 - 11/11/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/12/06 00:00 - 11/12/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/13/06 00:00 - 11/13/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/14/06 00:00 - 11/14/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/15/06 00:00 - 11/15/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/16/06 00:00 - 11/16/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/17/06 00:00 - 11/17/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/18/06 00:00 - 11/18/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/19/06 00:00 - 11/19/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/20/06 00:00 - 11/20/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/21/06 00:00 - 11/21/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/22/06 00:00 - 11/22/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/23/06 00:00 - 11/23/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/24/06 00:00 - 11/24/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/25/06 00:00 - 11/25/06 23:45	100	86,400



Narasoma	11/26/06 00:00 - 11/26/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/27/06 00:00 - 11/27/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/28/06 00:00 - 11/28/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/29/06 00:00 - 11/29/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/30/06 00:00 - 11/30/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/01/06 00:00 - 12/01/06 23:45	95,83333333 *	86,400
Narasoma	12/02/06 00:00 - 12/02/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/03/06 00:00 - 12/03/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/04/06 00:00 - 12/04/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/05/06 00:00 - 12/05/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/06/06 00:00 - 12/06/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/07/06 00:00 - 12/07/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/08/06 00:00 - 12/08/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/09/06 00:00 - 12/09/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/10/06 00:00 - 12/10/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/11/06 00:00 - 12/11/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/12/06 00:00 - 12/12/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/13/06 00:00 - 12/13/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/14/06 00:00 - 12/14/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/15/06 00:00 - 12/15/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/16/06 00:00 - 12/16/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/17/06 00:00 - 12/17/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/18/06 00:00 - 12/18/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/19/06 00:00 - 12/19/06 23:45	100	86,400
		<b>Summary:</b>	<b>9.923.400</b>
		<b>Average:</b>	<b>99,82789855</b>
			<b>86.290</b>

Tabel Radio MW Pasolink NEC site Warung Jambu

**Monitoring Periode:** Aug 24, 2006 12:00:00 AM to Dec 19, 2006 12:00:00 AM  
**NE Type:** PASOLINK V4  
**NE Name:** Kebon Singkong - fc Warung Jambu  
**Region:** Narasoma  
**Area:** ALL  
**Monitoring Time:** 118 Days  
**Thresholds and Conditions :** Available Time (%) < : 97 % \* Red Symbol

**Vendor: NEC**

Vendor	Region	Start Time - End Time	Available Time (%) TH < 97 % Red *	Total Time
NEC	Narasoma	08/24/06 00:00 - 08/24/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	08/25/06 00:00 - 08/25/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	08/26/06 00:00 - 08/26/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	08/27/06 00:00 - 08/27/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	08/28/06 00:00 - 08/28/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	08/29/06 00:00 - 08/29/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	08/30/06 00:00 - 08/30/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	08/31/06 00:00 - 08/31/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/01/06 00:00 - 09/01/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/02/06 00:00 - 09/02/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/03/06 00:00 - 09/03/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/04/06 00:00 - 09/04/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/05/06 00:00 - 09/05/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/06/06 00:00 - 09/06/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/07/06 00:00 - 09/07/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/08/06 00:00 - 09/08/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/09/06 00:00 - 09/09/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/10/06 00:00 - 09/10/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/11/06 00:00 - 09/11/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/12/06 00:00 - 09/12/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/13/06 00:00 - 09/13/06 23:45	100	86,400
	Narasoma	09/14/06 00:00 - 09/14/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/15/06 00:00 - 09/15/06 23:45	100	86,400	
Narasoma	09/16/06 00:00 - 09/16/06 23:45	100	86,400	

Narasoma	09/17/06 00:00 - 09/17/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/18/06 00:00 - 09/18/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/19/06 00:00 - 09/19/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/20/06 00:00 - 09/20/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/21/06 00:00 - 09/21/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/23/06 00:00 - 09/23/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/24/06 00:00 - 09/24/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/25/06 00:00 - 09/25/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/27/06 00:00 - 09/27/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/28/06 00:00 - 09/28/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/29/06 00:00 - 09/29/06 23:45	100	86,400
Narasoma	09/30/06 00:00 - 09/30/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/01/06 00:00 - 10/01/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/02/06 00:00 - 10/02/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/03/06 00:00 - 10/03/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/04/06 00:00 - 10/04/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/05/06 00:00 - 10/05/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/06/06 00:00 - 10/06/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/07/06 00:00 - 10/07/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/08/06 00:00 - 10/08/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/09/06 00:00 - 10/09/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/10/06 00:00 - 10/10/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/11/06 00:00 - 10/11/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/13/06 00:00 - 10/13/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/14/06 00:00 - 10/14/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/15/06 00:00 - 10/15/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/16/06 00:00 - 10/16/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/17/06 00:00 - 10/17/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/18/06 00:00 - 10/18/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/19/06 00:00 - 10/19/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/20/06 00:00 - 10/20/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/21/06 00:00 - 10/21/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/22/06 00:00 - 10/22/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/23/06 00:00 - 10/23/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/24/06 00:00 - 10/24/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/25/06 00:00 - 10/25/06 23:45	100	86,400

Narasoma	10/26/06 00:00 - 10/26/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/27/06 00:00 - 10/27/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/28/06 00:00 - 10/28/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/29/06 00:00 - 10/29/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/30/06 00:00 - 10/30/06 23:45	100	86,400
Narasoma	10/31/06 00:00 - 10/31/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/01/06 00:00 - 11/01/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/02/06 00:00 - 11/02/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/03/06 00:00 - 11/03/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/04/06 00:00 - 11/04/06 23:45	95,83333333 *	86,400
Narasoma	11/05/06 00:00 - 11/05/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/06/06 00:00 - 11/06/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/07/06 00:00 - 11/07/06 23:45	95,83333333 *	86,400
Narasoma	11/08/06 00:00 - 11/08/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/09/06 00:00 - 11/09/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/10/06 00:00 - 11/10/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/11/06 00:00 - 11/11/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/12/06 00:00 - 11/12/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/13/06 00:00 - 11/13/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/14/06 00:00 - 11/14/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/15/06 00:00 - 11/15/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/16/06 00:00 - 11/16/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/17/06 00:00 - 11/17/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/18/06 00:00 - 11/18/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/19/06 00:00 - 11/19/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/20/06 00:00 - 11/20/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/21/06 00:00 - 11/21/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/22/06 00:00 - 11/22/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/23/06 00:00 - 11/23/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/24/06 00:00 - 11/24/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/25/06 00:00 - 11/25/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/26/06 00:00 - 11/26/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/27/06 00:00 - 11/27/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/28/06 00:00 - 11/28/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/29/06 00:00 - 11/29/06 23:45	100	86,400
Narasoma	11/30/06 00:00 - 11/30/06 23:45	100	86,400

Narasoma	12/01/06 00:00 - 12/01/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/02/06 00:00 - 12/02/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/03/06 00:00 - 12/03/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/04/06 00:00 - 12/04/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/05/06 00:00 - 12/05/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/06/06 00:00 - 12/06/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/07/06 00:00 - 12/07/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/08/06 00:00 - 12/08/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/09/06 00:00 - 12/09/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/10/06 00:00 - 12/10/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/11/06 00:00 - 12/11/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/12/06 00:00 - 12/12/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/13/06 00:00 - 12/13/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/14/06 00:00 - 12/14/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/15/06 00:00 - 12/15/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/16/06 00:00 - 12/16/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/17/06 00:00 - 12/17/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/18/06 00:00 - 12/18/06 23:45	100	86,400
Narasoma	12/19/06 00:00 - 12/19/06 23:45	100	86,400
<b>Summary:</b>			<b>9.936.000</b>
<b>Average:</b>		<b>100</b>	<b>86.400</b>

Tabel Radio MW Pasolink NEC site Kebon Singkong