

ANALISIS DAMPAK OPTIMASI JARINGAN GSM PADA  
PEMAKAIAN LEBAR PITA DAN KUALITAS JARINGAN  
PT INDOSAT

TUGAS AKHIR

oleh

AERLANGGA BACHTIAR  
0405230027



DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
GANJIL 2007/2008

ANALISIS DAMPAK OPTIMASI JARINGAN GSM PADA  
PEMAKAIAN LEBAR PITA DAN KUALITAS JARINGAN  
PT INDOSAT

TUGAS AKHIR

oleh

AERLANGGA BACHTIAR  
0405230027



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

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
GANJIL 2007/2008

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul :

### **ANALISIS DAMPAK OPTIMASI JARINGAN GSM PADA PEMAKASIAN LEBAR PITA DAN KUALITAS JARINGAN PT. INDOSAT**

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, 8 Januari 2008

Aerlangga Bachtiar

0405230027

## **PENGESAHAN**

Tugas Akhir dengan judul :

### **ANALISIS DAMPAK OPTIMASI JARINGAN GSM PADA PEMAKASIAN LEBAR PITA DAN KUALITAS JARINGAN PT. INDOSAT**

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 skripsi pada tanggal 2 Januari 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai Tugas Akhir pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 8 Januari 2008

Dosen Pembimbing

Hj. Ir Rochmah, M.Eng.Sc

NIP 130 536 625

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

**Hj. Ir. Rochmah M.Eng.Sc**

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

Aerlangga Bachtiar  
NPM 0405230027  
Departemen Teknik Elektro

Dosen Pembimbing  
Hj. Ir. Rochmah, M.Eng.

**ANALISIS DAMPAK OPTIMASI JARINGAN GSM PADA PEMAKASIAN LEBAR  
PITA DAN KUALITAS JARINGAN PT. INDOSAT**

**ABSTRAK**

Suatu fenomena yang menarik dalam suatu komunikasi suara adalah adanya jeda dalam pembicaraan yaitu kondisi dimana pihak pertama sebagai pembicara dan pihak kedua sebagai pendengar dan juga sebaliknya. Sementara itu, dalam sistem komunikasi semua informasi akan dilewatkan tanpa terkecuali, baik itu yang berisikan data ataupun tidak. Dengan adanya perkembangan teknologi, dalam hal ini *Digital Signal Processing* dapat dikembangkan menjadi suatu perangkat optimisasi yang dapat membedakan suatu kanal suara berisikan informasi atau tidak berisi informasi.

Teknologi optimisasi yang berkembang sekarang ini dapat di aplikasikan kedalam suatu jaringan telekomunikasi. Sehingga lebar pita yang digunakan sebagai media penyampaian data dapat dihemat. Penghematan ini sangat penting, karena adanya keterbatasan sumber daya dalam hal ini frekuensi. Semakin besar lebar pita yang akan digunakan, maka semakin tinggi pula frekuensi kerjanya.

Indosat sebagai salah satu oprator GSM di Indonesia dan penyedia layanan satelit, berupaya untuk memperluas jaringan dengan keterbatasan sumber daya yang ada. Frekuensi transponder yang semakin kecil sebisa mungkin di optimalkan penggunaannya agar perluasan jaringan dapat berlanjut tanpa adanya pengurangan kualitas di jaringan yang sudah ada.

**Kata kunci : Optimasi, Lebar Pita, Kanal Suara, Transponder, Kualitas Jaringan**

Aerlangga Bachtiar  
NPM 0405230027  
Electrical Department Engineering

Consellor  
Hj. Ir. Rochmah, M.Eng.

**ANALISIS DAMPAK OPTIMASI JARINGAN GSM PADA PEMAKASIAN LEBAR  
PITA DAN KUALITAS JARINGAN PT. INDOSAT**

**ABSTRACT**

Great phenomenon in voice communication is silence condition during conversation where another people become listening and the other is speaking. In other hand, communication system pass all the information to transmision link without filtering. Thanks to development of Digital Signal Processing for the main idea optimization technique that filtering information in voice channel.

Optimization techniques become implementation in telecommunication network to reduce bandwidth for transmission. This saving become more important since the resources is limited in this case frequency.

Indosat, one of the GSM provider in Indonesia and also satellite provider make serious effort to reduce the bandwidth consumption in order to expand the network with this limited resources. Palapa C2 transponder bandwidth remains small space to provide all the network demand. And for the solution, Abis optimizer equipment become a solution for this problem.

Others issue is how to maintain the quality of the existing network and keep the network operational running well.

**Keywords: Optimisation, Bandwidth, Voice Channel, Transponder, Network Quality**

## DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN	1
1.3 BATASAN MASALAH	1
1.4 SISTEMATIKA PENULISAN	1
BAB II LANDASAN TEORI	3
2.1 JARINGAN GSM	3
2.1.1 <i>Mobile Station</i>	3
2.1.2 <i>Base Station Subsystem</i>	4
2.1.2.1 <i>Base transceiver station</i>	4
2.1.2.2 <i>Base station controller</i>	4
2.1.3 <i>Network Sub-system</i>	4
2.1.3.1 <i>Mobile switching center</i>	4
2.1.3.2 <i>Home location register</i>	4
2.1.3.3 <i>Visitor location register</i>	5
2.1.4 Proses Panggilan	5
2.2 ANTARMUKA ABIS	6
2.2.1 Alternatif Menghubungkan BTS dengan BSC	7



2.2.2 Alokasi Statis Antarmuka Abis	10
2.3 SISTEM TRANSMISI SATELIT	11
2.3.1 Stasiun Bumi	12
2.3.2 Antena	13
2.3.3 <i>Diplexer / Circulator</i>	14
2.3.4 Penguat Daya Tinggi	14
2.3.5 Penguat Derau Rendah	15
2.3.6 Konversi-Naik	15
2.3.7 Konversi-Turun	15
2.3.8 Modem Satelit	16
2.3.9 <i>Encoder dan Decoder</i>	16
2.3.10 <i>Scrambler dan Desclamber</i>	16
2.3.11 <i>Modulator dan Demodulator</i>	17
2.4 SATELIT PALAPA C2	17
2.5 OPTIMASI LEBAR PITA	19
2.6 PROSES SINYAL DIJITAL DAN PENERAPAN	21
2.6.1 Penyaringan Analog dan Dijital	22
2.6.2 Penerapan DSP	24
2.7 INDIKATOR KUALITAS JARINGAN	25
2.7.1 <i>Call Setup Successful Rate</i>	25
2.7.2 <i>Call Drop Rate</i>	25
2.7.3 <i>Successful Call Rate</i>	25
2.7.4 <i>Handover Successful Rate</i>	25
2.7.5 <i>Post Dial Delay</i>	26
2.7.6 <i>RxLevel</i>	26
2.7.7 <i>Speech Quality Index</i>	26
2.8 PERENCANAAN KAPASITAS JARINGAN	26
2.8.1 Elemen Jaringan Transmisi	27
2.8.2 Proses Perencanaan Jaringan Transmisi	28

BAB III PENERAPAN SISTEM DAN DATA-DATA PENDUKUNG	30
3.1 PENERAPAN TEKNOLOGI DAN CARA KERJA SISTEM	30
3.2 DATA AWAL JARINGAN	31
3.3 PERHITUNGAN DAN PENGHEMATAN LEBAR PITA	37
3.4 KUALITAS JARINGAN DAN DAERAH CAKUPAN	45
BAB IV ANALISIS DATA	54
4.1 ANALISIS KUALITAS JARINGAN	54
4.1.1 CSSR,CDR,SCR	54
4.1.2 PDD	57
4.1.3 SQI	57
4.2 DAMPAK KUALITAS JARINGAN	58
4.2.1 BTS Biak	60
4.2.2 BTS Manokwari	60
4.2.3 BTS Salakan	61
4.2.4 BTS Tomia	61
4.2.5 BTS Wanci	61
4.3 PERENCANAAN ULANG KAPASITAS JARINGAN	62
BAB V KESIMPULAN	69
DAFTAR ACUAN	70
DAFTAR PUSTAKA	71

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Komponen-komponen dalam Sistem GSM	3
<b>Gambar 2.2</b> Antarmuka pada Jaringan GSM	5
<b>Gambar 2.3</b> Proses panggilan pada sebuah <i>mobile station</i>	6
<b>Gambar 2.4</b> Konfigurasi <i>Timeslot</i> bintang	8
<b>Gambar 2.5</b> Konfigurasi serial BTS-BSC	9
<b>Gambar 2.6</b> Statis GSM pada antarmuka abis	10
<b>Gambar 2.7</b> Sistem transmisi satelit dan komponennya	12
<b>Gambar 2.8</b> Blok diagram stasiun bumi	13
<b>Gambar 2.9</b> Blok diagram <i>outdoor unit</i>	13
<b>Gambar 2.10</b> Ilustrasi proses pengarahan antena stasiun bumi ke satelit	14
<b>Gambar 2.11</b> Wilayah cakupan Palapa C2	18
<b>Gambar 2.12</b> Alokasi transponder C-Band Palapa C2	19
<b>Gambar 2.13</b> Alokasi transponder Ku-Band Palapa C2	19
<b>Gambar 2.14</b> Proses optimasi pada kanal	20
<b>Gambar 2.15</b> Cara kerja penyaring digital	24
<b>Gambar 2.16</b> Perangkat keras optimasi lebar pita	24
<b>Gambar 2.17</b> Lingkup perencanaan jaringan transmisi	26
<b>Gambar 2.18</b> Transcoder/sub-multiplekser (TCSM)	28
<b>Gambar 3.1</b> Diagram pemasangan	30
<b>Gambar 3.2</b> Konfigurasi BTS Biak	39
<b>Gambar 3.3</b> Konfigurasi BTS Manokwari	40
<b>Gambar 3.4</b> Konfigurasi <i>time slot</i> BTS Wanci dan Tomia	42
<b>Gambar 3.5</b> Konfigurasi <i>time slot</i> BTS Salakan	43
<b>Gambar 3.6</b> Konfigurasi <i>time slot</i> BTS Manokwari dan BTS Biak	44
<b>Gambar 3.7</b> Daerah cakupan BTS Biak sebelum pemasangan	47
<b>Gambar 3.8</b> Daerah cakupan BTS Biak setelah pemasangan	47
<b>Gambar 3.9</b> Daerah cakupan BTS Manokwari sebelum pemasangan	48
<b>Gambar 3.10</b> Daerah cakupan BTS Manokwari setelah pemasangan	49
<b>Gambar 3.11</b> Daerah cakupan BTS Salakan sebelum pemasangan	50
<b>Gambar 3.12</b> Daerah cakupan BTS Salakan setelah pemasangan	50
<b>Gambar 3.13</b> Daerah cakupan BTS Tomia sebelum pemasangan	51
<b>Gambar 3.14</b> Daerah cakupan BTS Tomia setelah pemasangan	52
<b>Gambar 3.15</b> Daerah cakupan BTS Wanci sebelum pemasangan	53

<b>Gambar 3.16</b>	Daerah cakupan BTS Wanci setelah pemasangan	53
<b>Gambar 4.1</b>	Data BTS Wanci pada tanggal 12 Oktober 2007	64
<b>Gambar 4.2</b>	Data BTS Wanci pada tanggal 13 Oktober 2007	64
<b>Gambar 4.3</b>	Data BTS Wanci pada tanggal 15 Oktober 2007	65
<b>Gambar 4.4</b>	Data BTS Salakan pada tanggal 13 Oktober 2007	65
<b>Gambar 4.5</b>	Grafik rekapitulasi data lalu lintas	66

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b>	Spesifikasi satelit Palapa C2 18
<b>Tabel 3.1</b>	Data kualitas BTS Biak 32
<b>Tabel 3.2</b>	Data kualitas BTS Manokwari 33
<b>Tabel 3.3</b>	Data kualitas BTS Wanci 35
<b>Tabel 3.4</b>	Data kualitas BTS Tomia 35
<b>Tabel 3.5</b>	Data kualitas BTS Salakan 36
<b>Tabel 3.6</b>	Data lalulintas dan penggunaan setiap BTS 37
<b>Tabel 3.7</b>	Penghematan lebar pita pada kanal E1 dengan menggunakan perangkat optimasi 41
<b>Tabel 3.8</b>	Data pengukuran <i>drive test</i> pada BTS Biak 46
<b>Tabel 3.9</b>	Data pengukuran <i>drive test</i> pada BTS Manokwari 48
<b>Tabel 3.10</b>	Data pengukuran <i>drive test</i> pada BTS Salakan 49
<b>Tabel 3.11</b>	Data pengukuran <i>drive test</i> pada BTS Tomia 51
<b>Tabel 3.12</b>	Data pengukuran <i>drive test</i> pada BTS Wanci 52
<b>Tabel 4.1</b>	Konversi BER terhadap RXQUAL 58
<b>Tabel 4.2</b>	STD_DEVIATION berdasarkan pengamatan OMC 59
<b>Tabel 4.3</b>	STD_DEVIATION berdasarkan pengukuran <i>drive test</i> 60
<b>Tabel 4.4</b>	Rekapitulasi data lalu lintas 66
<b>Tabel 4.5</b>	Alokasi frekuensi sebelum pemasangan perangkat optimasi 67
<b>Tabel 4.6</b>	Alokasi frekuensi setelah pemasangan perangkat optimasi 67

## DAFTAR SINGKATAN

BSC	Base Station Controller
BSS	Base Station Sub-system
BTS	Base Transceiver Station
CDR	Call Drop Rate
CSSR	Call Setup Successful Rate
DSP	Digital Signal Processing
EFR	Enhanced Full Rate
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communication
HLR	Home Location Register
HR	Half Rate
HoSR	Handover Successful Rate
MS	Mobile Station
MSC	Mobile Switching Center
NSS	Network Sub-system
PCM	Pulse Code Modulation
PCU	Peak Cell Utilization
PDD	Post Dial Delay
SCR	Successful Call Rate
SQI	Speech Quality Index
TCH	Traffic Channel
TDM	Time Division Multiplex
VLR	Visitor Location Register

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Latar belakang optimisasi lebar pita transponder satelit Palapa C2 sebagai media transmisi jaringan GSM antara lain yaitu adanya keterbatasan lebar pita transponder satelit, biaya sewa transponder yang cukup besar, kurang maksimalnya pemakaian lebar pita yang disebabkan oleh kondisi diam selama percakapan serta tersedianya teknologi *Digital Signal Processing* yang dapat mengenali informasi yang terkandung dalam suatu kanal suara.

### **1.2 TUJUAN**

Tujuan digunakannya optimisasi lebar pita transponder satelit Palapa C2 sebagai media transmisi jaringan GSM antara lain untuk mengurangi pemakaian lebar pita pada transponder, memperluas daerah cakupan tanpa adanya penambahan lebar pita pada satelit. menekan biaya sewa transponder satelit, mengoptimalkan kapasitas jaringan berdasarkan pemanfaatan jaringan yang sudah ada.

### **1.3 BATASAN MASALAH**

Pembahasan pada tugas akhir ini lebih menekankan pada masalah-masalah berikut ini :

- Sistem transmisi yang digunakan hanya melalui satelit dalam hal ini VSAT.
- Pemanfaatannya pada antar muka A-bis.
- Optimisasi lebar pita lebih ditekankan pada jalur informasi suara bukan data.
- Indikasi kualitas jaringan adalah CSSR, CDR, CSR, *RxQuality*, *Post Dial Delay*, dan SQL.

### **1.4 SISTEMATIKA PENULISAN**

#### **BAB 1. PENDAHULUAN**

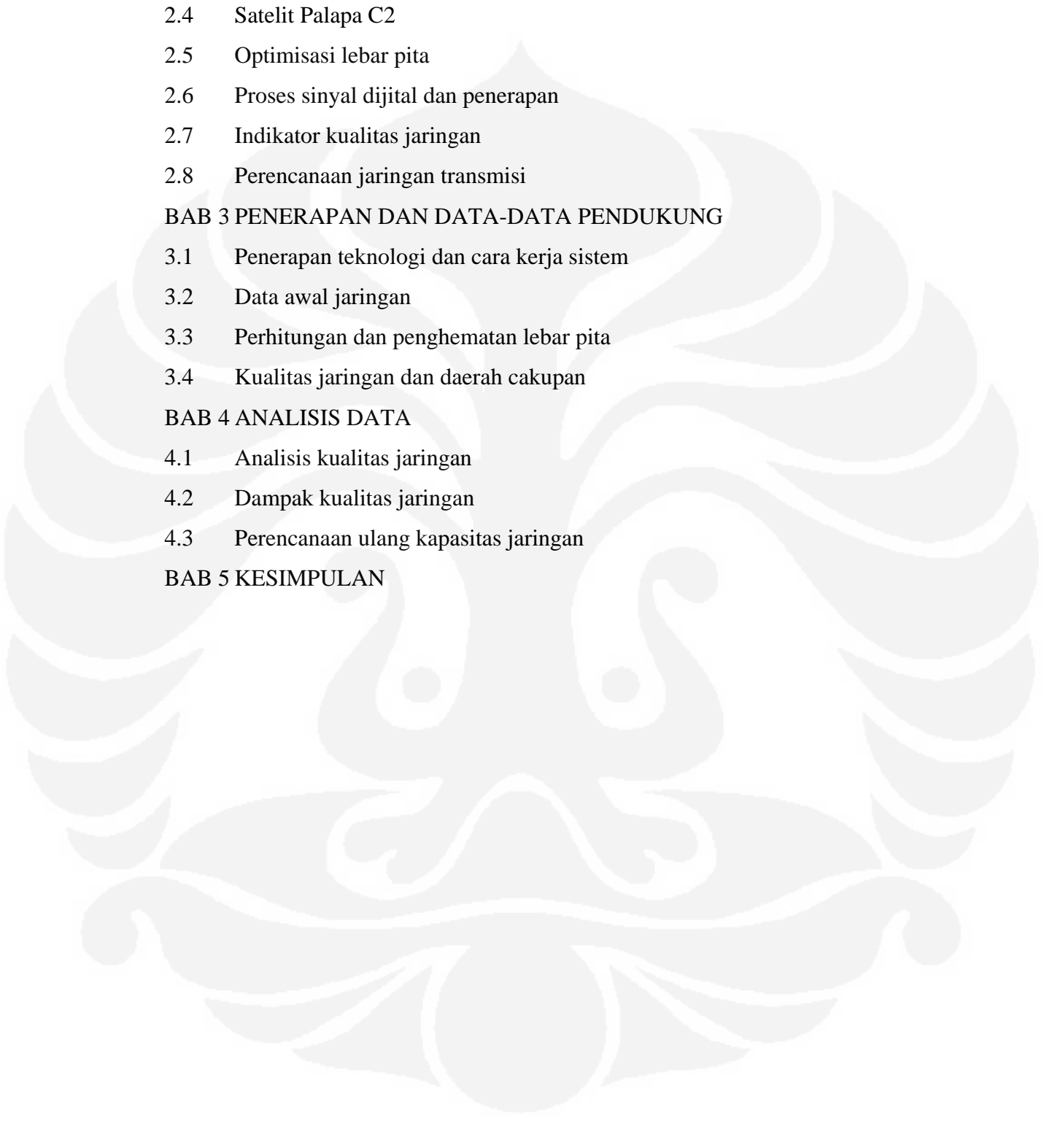
##### **1.1 Latar Belakang**

##### **1.2 Tujuan**

##### **1.3 Batasan Masalah**

#### **BAB 2. LANDASAN TEORI**

##### **2.1 Jaringan GSM**

- 
- 2.2 Antarmuka A-bis
  - 2.3 Sistem transmisi satelit
  - 2.4 Satelit Palapa C2
  - 2.5 Optimisasi lebar pita
  - 2.6 Proses sinyal digital dan penerapan
  - 2.7 Indikator kualitas jaringan
  - 2.8 Perencanaan jaringan transmisi
- BAB 3 PENERAPAN DAN DATA-DATA PENDUKUNG**
- 3.1 Penerapan teknologi dan cara kerja sistem
  - 3.2 Data awal jaringan
  - 3.3 Perhitungan dan penghematan lebar pita
  - 3.4 Kualitas jaringan dan daerah cakupan
- BAB 4 ANALISIS DATA**
- 4.1 Analisis kualitas jaringan
  - 4.2 Dampak kualitas jaringan
  - 4.3 Perencanaan ulang kapasitas jaringan
- BAB 5 KESIMPULAN**

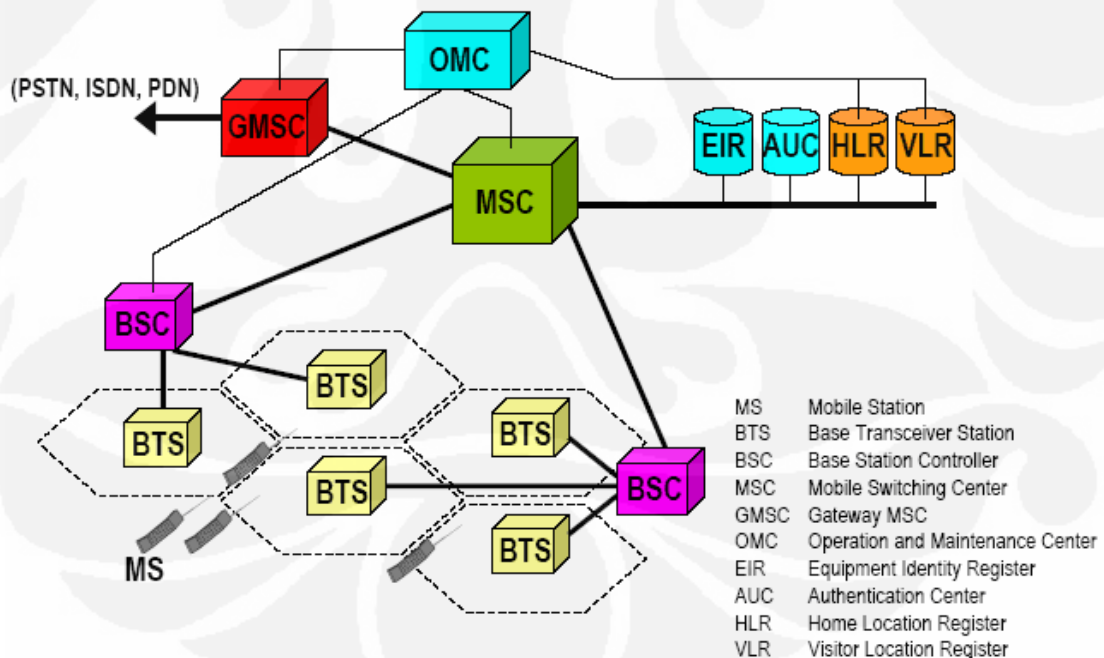


## BAB 2 LANDASAN TEORI

Sistem komunikasi GSM berkembang sangat pesat belakangan ini, mengakibatkan perluasan jaringan dilakukan dimana-mana. Banyaknya jaringan baru membutuhkan pula jalur transmisi baru untuk menghubungkan suatu titik dengan yang lainnya. Alternatif transmisi yang ada sekarang ini salah satunya adalah sistem transmisi satelit, dimana keuntungan sistem transmisi satelit yaitu pada daerah cakupan yang sangat luas. Pada sistem komunikasi GSM, transmisi satelit dapat digunakan untuk menghubungkan BTS dan BSC.

### 2.1 JARINGAN GSM

*Global System for Mobile communication (GSM)* adalah sebuah standar global untuk komunikasi bergerak digital. GSM adalah nama dari sebuah group standarisasi yang dibentuk di Eropa tahun 1982 untuk menciptakan sebuah standar bersama telpon bergerak selular di Eropa, yang beroperasi pada daerah frekuensi 900 MHz. GSM saat ini banyak digunakan di negara-negara di dunia.



Gambar 2.1. Komponen-komponen dalam Sistem GSM [1]

#### 2.1.1 Mobile Station

Merupakan terminal yang dipakai oleh pelanggan untuk melakukan proses komunikasi. *Mobile station* adalah suatu pancarima yaitu sebagai pengirim dan penerima. Merupakan perangkat yang berinteraksi langsung dengan pengguna atau pemakai.

Terdiri dari :

- *Mobile Equipment* (ME)/HP
- *Subscriber Identification Module* (SIM)

### **2.1.2 Base Station Subsystem (BSS)**

Terdiri dari dua buah perangkat yaitu :

#### **2.1.2.1 Base Transceiver Station (BTS)**

BTS merupakan pancarima yang mendefinisikan sebuah sel dan menangani hubungan jalur radio dengan *Mobile Station*. BTS terdiri dari perangkat pemancar dan penerima, seperti antena dan pemroses sinyal untuk sebuah antarmuka. BTS berkomunikasi dengan *Mobile Station* dengan antarmuka Um / Air.

#### **2.1.2.2 Base Station Controller (BSC)**

BSC mengatur sumber radio untuk sebuah BTS atau lebih. BSC menangani *radio-channel setup, frequency hopping, dan handover* pada satu BSC yang sama. Antara BTS dan BSC dihubungkan oleh antarmuka Abis.

### **2.1.3 Network Sub-system (NSS)**

NSS terdiri dari :

- *Mobile Switching Center* (MSC)
- *Home Location Register* (HLR)
- *Visitor Location Register* (VLR)
- *Authentication Center* (AuC)
- *Equipment Identity Register* (EIR)

#### **2.1.3.1 Mobile Switching Center (MSC)**

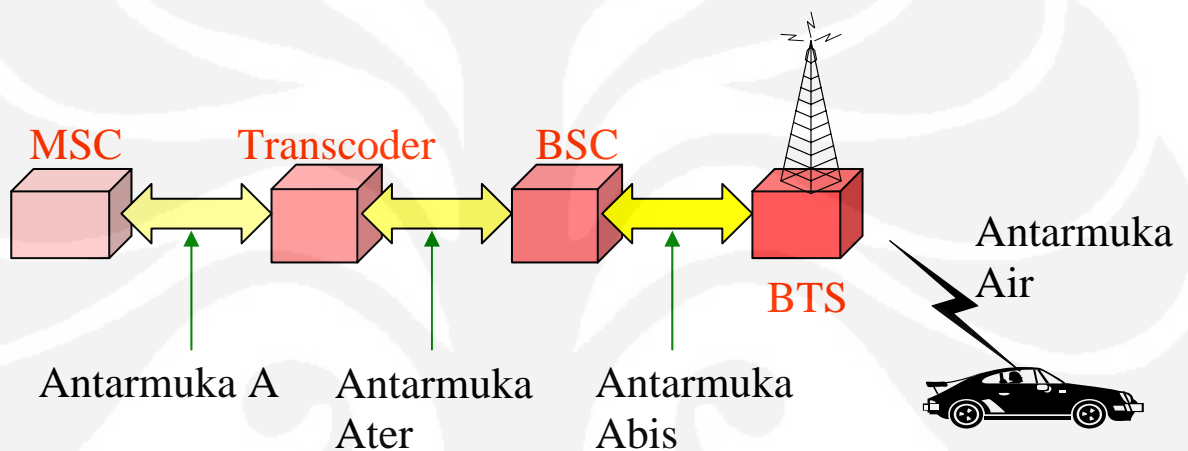
MSC berfungsi sebagai *switching* dasar dan mengatur BSC melalui antarmuka A. Sebagai penghubung antara satu jaringan GSM dengan jaringan lainnya melalui *Internetworking Function (IWF)*.

#### **2.1.3.2 Home Location Register (HLR)**

HLR berisi rekaman basis data permanen dari pelanggan dan merupakan basis data pengguna yang utama. HLR juga berisi rekaman lengkap lokasi terkini dari pengguna.

### 2.1.3.3 Visitor Location Register (VLR)

VLR berisi basis data sementara dari pelanggan. VLR digunakan untuk pelanggan lokal dan yang sedang melakukan *roaming*. VLR memiliki pertukaran data yang luas daripada HLR. VLR diakses oleh MSC untuk setiap panggilan, dan MSC dihubungkan dengan VLR. Setiap MSC terhubung dengan sebuah VLR, tetapi satu VLR dapat terhubung dengan beberapa MSC.

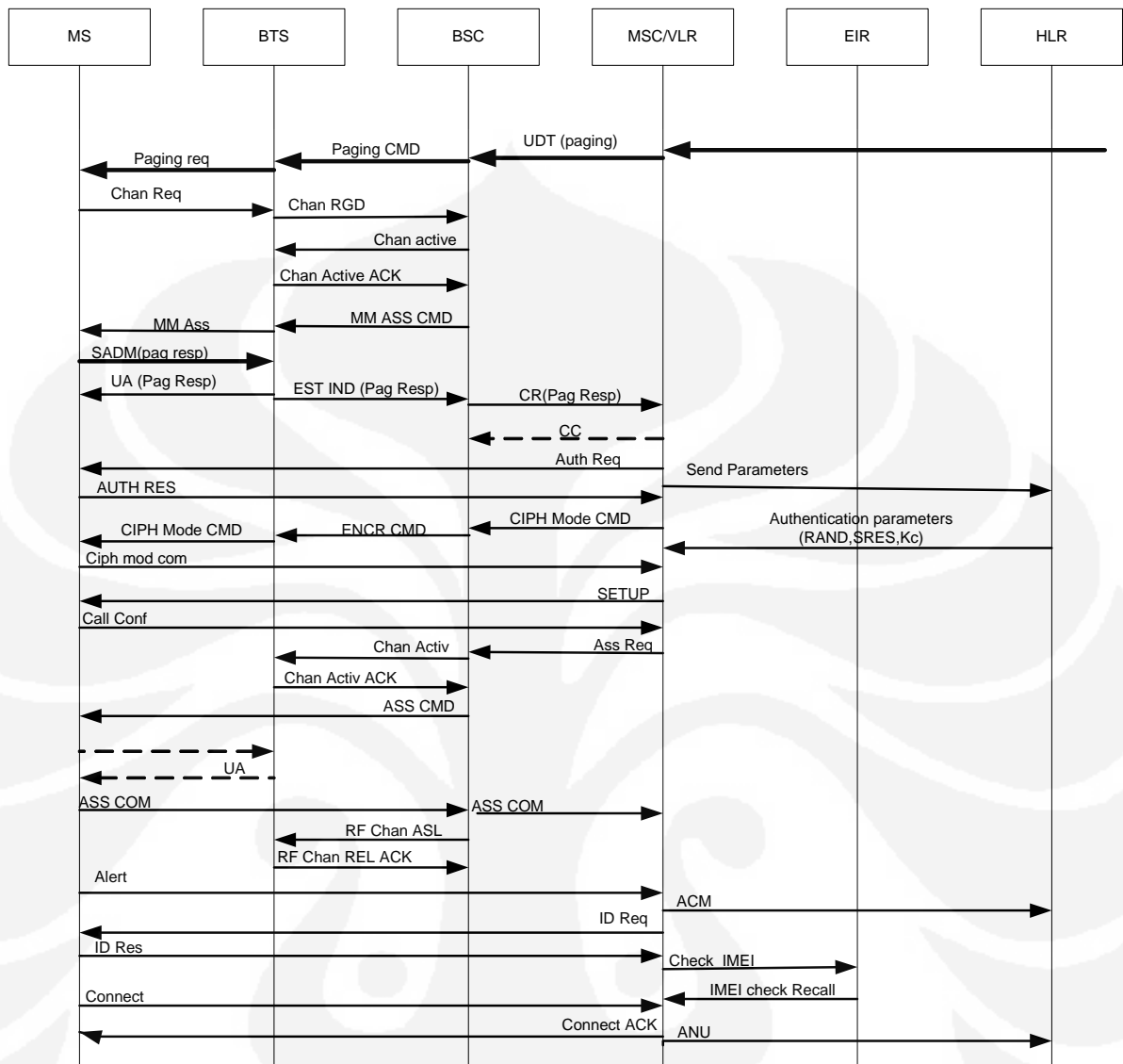


**Gambar 2.2. Antarmuka pada Jaringan GSM [1]**

### 2.1.4 Proses Panggilan

Agar suatu panggilan dari sebuah *mobile station* dapat terlaksana, diperlukan tahapan-tahapan agar dapat terhubung dengan nomor yang dituju. Tahapan-tahapan tersebut yaitu :

1. Permintaan panggilan akan diteruskan ke seluruh *Base Station* diseluruh lokasi area.
2. Ketika MS yang dituju ditemukan, MS akan meminta sebuah antarmuka kanal radio, dan BSC akan memberikannya.
3. Ketika kanal aktif, MS akan mengirim PAG RESP sebagai tanda bisa dipanggil, dan siap untuk menjawab panggilan.
4. MSC akan mengomentari autentikasi dari MS dan parameter harus dicek di HLR, dengan mengirim permintaan '*send parameter*'.
5. Proses enkripsi diinisialisasi dengan sinyal *CIPH MODE*.



**Gambar 2.3. Proses Panggilan pada Sebuah *Mobile Station* [1]**

6. Jika sukses, panggilan akan dikirim ke MS, yang merespon dengan CALL Conf untuk menandai MS dapat merespon semua jenis panggilan.
7. Jika sukses, sebuah kanal trafik akan dialokasikan dengan sinyal ASS, terdengar alarm dan terjadi hubungan.
8. Atau juga, MSC akan mengecek IMEI MS Pada EIR(optional)

## 2.2 ANTARMUKA ABIS

Antarmuka Abis adalah antarmuka yang menghubungkan BTS dengan BSC dimana kinerjanya dikontrol oleh PCU . Standar antarmuka Abis terdiri dari kanal : TCH (*trafik channel*), TRXSIG (*TRX Signalling*) dan OMUSIG atau BCFSIG. Ini merupakan antarmuka PCM 30, seperti semua antarmuka terrestrial

pada GSM. Dijelaskan oleh rekomendasi ITU pada seri G. Kecepatan transmisi adalah 2.048 Mbps, yang mana terbagi atas 32 kanal masing-masing 64 Kbps. Teknik kompresi GSM memanfaatkan 8 kanal lalu lintas GSM yang dikemas dalam satu kanal 64-Kbps. GSM tidak pernah menetapkan semua detail tentang antarmuka A-bis, sama juga dengan kasus antarmuka B (antarmuka antara MSC dan VLR). Antarmuka Abis diperlakukan secara hak kepemilikan, yang mana membawa banyak variasi pada protokol lapisan 2 antar perusahaan pembuatnya, sama juga perbedaan konfigurasi kanal. Konsekuensinya adalah, secara normal, pabrikan pembuat BTS A tidak dapat digunakan dengan pabrikan pembuat BSC B.

### **2.2.1 Hubungan BTS dengan BSC**

Sumber-sumber saluran pada Antarmuka Abis, pada umumnya tidak digunakan secara efisien. Alasannya adalah bahwa BTS, secara khas, hanya memiliki beberapa TRXs, yang mana menyangkut kemampuan volume lalu-lintas yang kecil. Akibatnya, saluran antara BTS dan BSC digunakan hanya sebagian dari kapasitas seluruhnya. Gambar 2.4, konfigurasi *timeslot* pada hubungan BTS dan BSC secara bintang, menunjukkan kasus dimana BTS dengan 4 TRXs, hanya 47% dari 2 Mbps yang aktual digunakan. Area abu-abu menandai kanal yang tidak dipergunakan. Ketika BTS hanya memiliki satu TRXs, nilai tersebut berkurang menjadi 16%. Sumber-sumber yang terbuang sia-sia memiliki latar belakang sejarah, dan tidak akan berubah jika kanal yang digunakan hanya setengahnya.

Ketika GSM menetapkan BTS, sebagai ketentuan bahwa BTS diperbolehkan memiliki maksimal 16 TRXs. Dua antarmuka 2-Mbps diperlukan untuk menghubungkan antara BTS ke BSC, karena setiap satu antarmuka 2-Mbps dapat mendukung hanya sampai 10 TRXs, termasuk pensinyalan O&M.

TS	bit				
	7	6	5	4 3 2 1 0	
0	FAS / NFAS				
1	Air 0	Air 1	Air 2	Air 3	TRX 1
2	Air 4	Air 5	Air 6	Air 7	
3	Air 0	Air 1	Air 2	Air 3	TRX 5
4	Air 4	Air 5	Air 6	Air 7	
5	Air 0	Air 1	Air 2	Air 3	TRX 2
6	Air 4	Air 5	Air 6	Air 7	
7	Air 0	Air 1	Air 2	Air 3	TRX 6
8	Air 4	Air 5	Air 6	Air 7	
9	Air 0	Air 1	Air 2	Air 3	TRX 3
10	Air 4	Air 5	Air 6	Air 7	
11	Air 0	Air 1	Air 2	Air 3	TRX 7
12	Air 4	Air 5	Air 6	Air 7	
13	Air 0	Air 1	Air 2	Air 3	TRX 4
14	Air 4	Air 5	Air 6	Air 7	
15	Air 0	Air 1	Air 2	Air 3	TRX 8
16	Air 4	Air 5	Air 6	Air 7	
17	not used				
18	not used				
19	partial O&M data				
20	not used				
21	O&M signaling				
22	TRX 8 signaling				
23	TRX 7 signaling				
24	TRX 6 signaling				
25	TRX 5 signaling				
26	not used				
27	TRX 4 signaling				
28	TRX 3 signaling				
29	TRX 2 signaling				
30	TRX 1 signaling				
31	not used				

**Gambar 2.4. Konfigurasi Timeslot Pada Hubungan Bintang [2]**

Sebagai perbandingan, sumber-sumber lebih kecil diperlukan pada antarmuka Abis ketika BTS dengan jumlah yang lebih kecil terpasang. Sumber yang tersisa, tidak dapat digunakan dengan mudah.

Pengamatan telah menunjukkan bahwa optimumnya untuk satu BTS dalam jangkauan satu sampai empat TRXs. Persetujuan ini mencerminkan beberapa parameter :

- Kapasitas. Berapa banyak kanal lalu-lintas dan pensinyalan yang harus disediakan untuk kebutuhan BTS, pada rata-rata dan selama jam sibuk, untuk menghindari kondisi berlebihan.

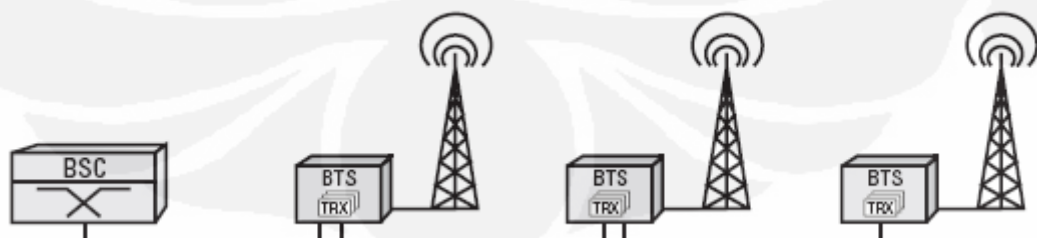
- Jarak frekuensi yang tersedia. Berapa jarak minimum antara BTS-BTS yang bersebrangan untuk memberikan frekuensi pada TRX yang dapat digunakan kembali (reused)

Operator jaringan di seluruh dunia telah memiliki pengalaman yang buruk, khususnya dengan poin yang terakhir.

Ketika digital radio diperkenalkan, asumsinya dampak yang akan datang adalah dari adanya gangguan, interferensi pada kanal yang sama atau interferensi kanal yang bersebrangan (tetangga), akan tetapi hal ini menjadi lebih sedikit. Beberapa waktu setelah layanan komersial diperkenalkan, asumsi tersebut menjadi salah, ketika makin banyak menghilangnya kendala interferensi antar BTS dan penurunan kualitas dari layanan. Kendala yang lebih besar, yaitu penyediaan sel-sel yang berpengalaman dan bagus, khususnya pada daerah urban dan tengah kota, dimana dibutuhkan makin banyak *minicell* dan *microcell*.

Kesimpulannya telah terjadi perpindahan arah yaitu menggunakan lebih banyak sel dengan TRXs lebih sedikit dan daya keluaran kecil (<1W) dibanding kearah sel yang lebih sedikit dengan lebih banyak TRXs dan keluaran daya yang besar. Konfigurasi ini memerlukan jumlah BTS yang banyak daripada kemungkinan melingkupi area yang akan dilayani. Menghubungkan BTS ke BSC dalam jumlah banyak, pada akhirnya, memerlukan jalur yang lebih banyak (antarmuka Abis).

Karena tren yang terjadi seperti itu, bersamaan juga dengan biaya yang tinggi untuk jalur antara BTS dan BSC dan efisiensi yang rendah ketika menggunakan link tersebut, konfigurasi yang lain telah diperkenalkan, menghubungkan BTS-BTS secara serial.



**Gambar 2.5. Konfigurasi serial BTS-BSC [2]**

Pada konfigurasi serial, BTS-BTS dihubungkan dalam satu topologi saluran atau cincin. Hanya satu BTS, pada topologi saluran, atau dua BTS untuk

topologi cincin, secara fisik terhubung ke BSC. Untuk operator jaringan, keuntungan dengan pendekatan konfigurasi secara serial daripada konfigurasi bintang adalah menghemat biaya jalur. Keuntungan ini menjadi lebih jelas pada khususnya, ketika menetapkan atau mensektorkan BTS yang digunakan. Kerugiannya, bagaimanapun juga, jika ada satu jalur yang gagal menyebabkan banyaknya koneksi BTS yang hilang (untuk konfigurasi serial). Untuk alasan itu, penggunaan konfigurasi cincin menyediakan beberapa kelebihan yang mana sinyal selalu dapat melalui pada salah satu dari dua jalur, sehingga jika ada jalur yang rusak, masih dapat menyediakan koneksi alternatif.





### 2.2.2 Alokasi Statis Antarmuka Abis

Pada gambar 3, terlihat *mapping* statis dari antarmuka Abis untuk satu BTS. Satu buah kanal trafik (16 Kbps) membutuhkan satu buah sub *timeslot* dalam satu kanal. Dan satu bingkai atau satu TRX pada antarmuka air terdiri dari 8 *timeslot* yang direpresentasikan dalam antarmuka Abis kedalam 8 *sub-timeslot*. Maka untuk satu TRX dalam Abis memerlukan dua buah kanal E1. Jumlah maksimal TRX yang bisa dialokasikan dalam satu buah E1 adalah 12 TRX. Satu kanal E1 (64 Kbps) terdiri dari 8 bit dimana dalam satu kanal tersebut dibagi menjadi 4 buah sub *timeslot* yang masing-masing besarnya 16 Kbps (2 bit).

TS	Bits used in timeslots							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	Link management							
1	TCH:TRX1:1	TCH:TRX1:2	TCH:TRX1:3	TCH:TRX1:4				
2	TCH:TRX1:5	TCH:TRX1:6	TCH:TRX1:7	TCH:TRX1:8				
3								
4	TRX2							
5								
6	TRX3							
7								
8	TRX4							
9								
10	TRX5							
11								
12	TRX6							
13								
14	TRX7							
15								
16	TRX8							
17								
18	TRX9							
19								
20	TRX10							
21								
22	TRX11							
23								
24	TRX12							
25	TRXSIG16K:BTS1:1				TRXSIG16K:BTS1:2			
26	TRXSIG16K:BTS1:3				TRXSIG16K:BTS1:4			
27	TRXSIG16K:BTS1:5				TRXSIG16K:BTS1:8			
28	TRXSIG16K:BTS1:7				TRXSIG16K:BTS1:8			
29	TRXSIG16K:BTS1:9				TRXSIG16K:BTS1:10			
30	TRXSIG16K:BTS1:11				TRXSIG16K:BTS1:12			
31	BCFSIG16K:BTS1							

Gambar 2.6. Statis GSM pada Antarmuka Abis [3]



- Ket :
-  = TCH TRX atau *sub-timeslot* lalu lintas 16 Kbps
  -  = 1 TRX dengan dua *timeslot* (masing-masing 64 Kbps)
  -  = TRXSIG atau *timeslot* untuk pensinyalan per1 TRX
  -  = BCFSIG atau *timeslot* pensinyalan untuk satu E1

### 2.3 SISTEM TRANSMISI SATELIT

Komunikasi satelit adalah komunikasi antara stasiun bumi melalui stasiun ruang angkasa atau melalui satelit bumi. Jadi komunikasi satelit adalah permasalahan utama dari komunikasi ruang angkasa. Dasar pemikiran utama dari pembangunan sistem komunikasi satelit adalah sederhana, untuk meletakkan pengulang lanjutan dari suatu sistem komunikasi pada sebuah satelit bumi.

Komunikasi satelit pada dasarnya memiliki tiga karakteristik yang menjadikan kendala dalam sebuah perancangan yaitu:

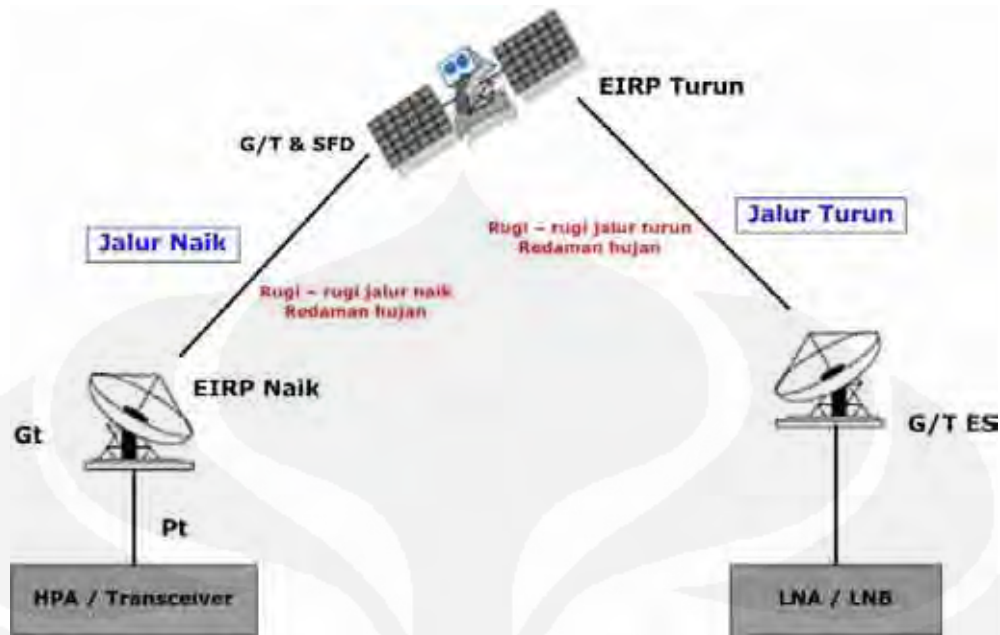
1. Keterlambatan
2. Derau
3. Keterbatasan lebar pita

Beberapa keuntungan sistem komunikasi satelit antara lain :

- Dapat menjangkau daerah-daerah terpencil yang tidak terjangkau sistem komunikasi yang lain seperti sistem komunikasi LOS dan kabel.
- Daerah cakupan yang cukup luas
- Topologi jaringan yang mudah untuk diterapkan
- Jarak yang dapat dicapai antar penerima dan pengirim
- Lebar pita cukup besar

Beberapa kerugian sistem komunikasi satelit antara lain :

- Biaya cukup besar
- Waktu tunda yang cukup besar pada sistem GEO
- Kesulitan pada interferensi yang disebabkan oleh lingkungan
- Kebutuhan izin
- Regulasi yang cukup rumit pada beberapa daerah
- Berbahaya terhadap aktivitas matahari dan meteor

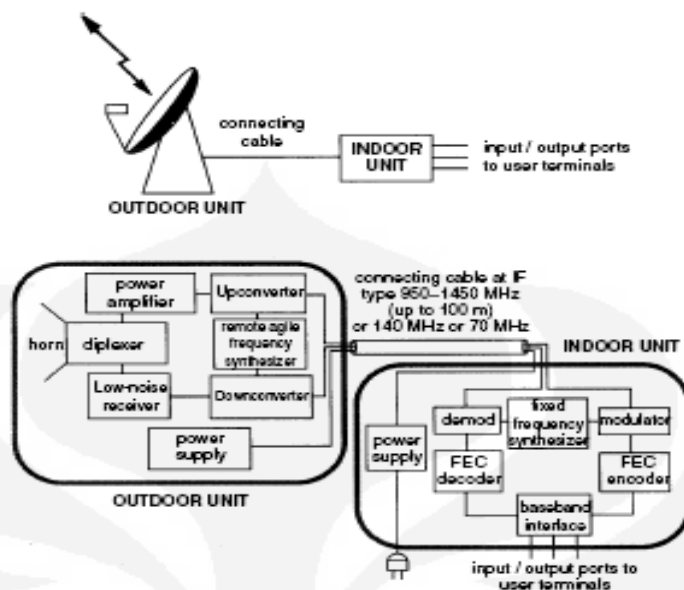


**Gambar 2.7. Sistem Transmisi Satelit dan Komponennya**

### 2.3.1 Stasiun Bumi

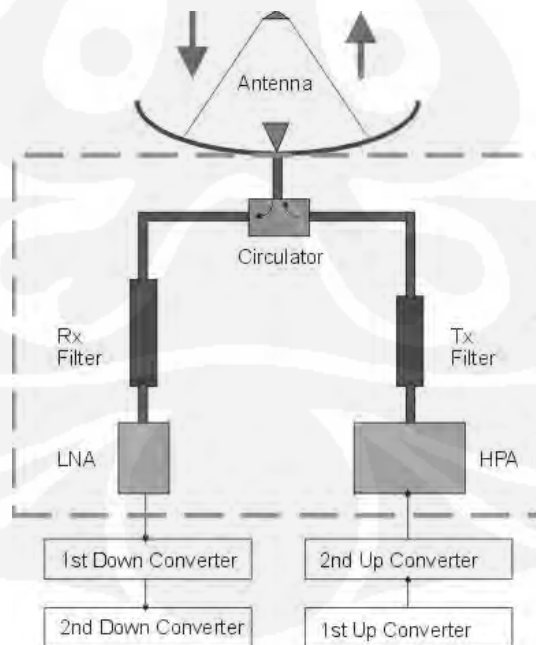
Komponen pada stasiun bumi dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu jalur naik dan jalur turun yaitu :

- Jalur Naik
  - Sumber data
  - Modulator
  - *Up-Converter* : terdiri atas dua tingkatan
  - Penguat: Klystron, *traveling wave*, *solid state*
  - *Wave Guide*
  - Antena
  - Corong pengumpan
- Jalur turun
  - Antena
  - *Low Noise Amplifier* (LNA)
  - *Low Noise Block Down-Converter* (LNB)
  - *Down-Converter* : terdiri atas dua tingkatan
  - Demodulator
  - Tujuan data



**Gambar 2.8. Blok Diagram Stasiun Bumi [4]**

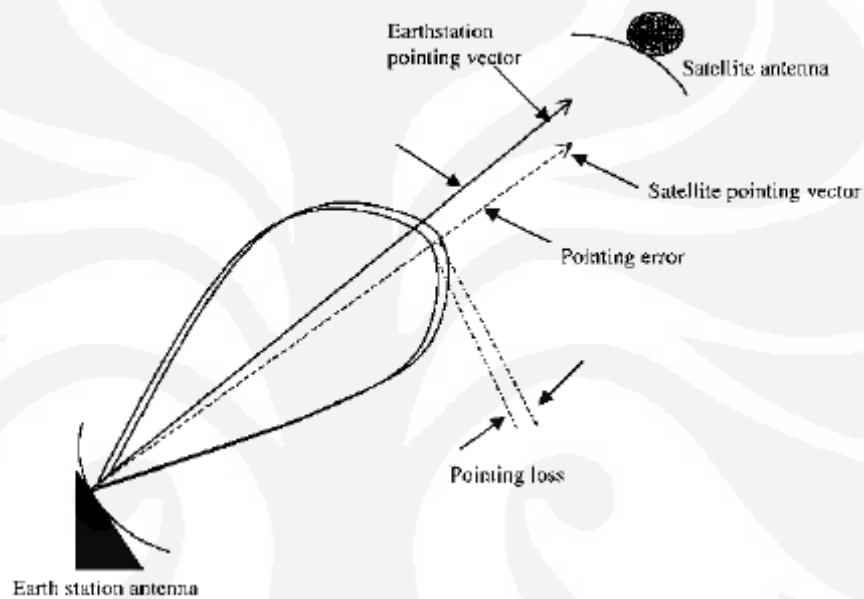
Blok diagram stasiun bumi ditampilkan oleh gambar diatas. Dari gambar tersebut, dapat dikelompokkan menjadi *Indoor Unit* dan *Outdoor Unit*. Yang dikategorikan *Indoor unit* adalah Modem satelit (Modulator dan Demodulator). Yang termasuk *Outdoor unit* adalah antena, *Low Noise Amplifier*, Penguat, *Up* dan *Down converter* serta Pengumpan. Jika gambar 10 dipisahkan hanya menjadi bagian *Outdoor unit* saja maka dapat di gambarkan sebagai berikut.



**Gambar 2.9. Blok Diagram *Outdoor Unit* [4]**

### 2.3.2 Antena

Antena yang digunakan biasanya parabola, karena keterarahannya yang baik. Keterarahan yang baik, menyebabkan sinyal yang dikirim dari stasiun bumi dapat diterima oleh satelit. Dalam perancangan antena parabola, harus diperhatikan proses pengarahannya ke arah satelit. Pengarahan yang tidak akurat akan menyebabkan sistem tidak dapat bekerja secara maksimal dan mengakibatkan terjadinya redaman dalam proses pengiriman sinyal dari stasiun bumi ke satelit.



**Gambar 2.10. Ilustrasi proses pengarahannya antena stasiun bumi ke satelit [4]**

### 2.3.3 *Diplexer / Circulator*

*Circulator* digunakan untuk memastikan bahwa sinyal yang akan dikirim dapat dipancarkan melalui antena dan tidak kembali ke rangkaian penerima. Juga memastikan bahwa sinyal yang datang berasal dari antena akan menuju ke rangkaian penerima bukan ke rangkaian pengirim. Prinsip kerja *circulator* yaitu seperti jalan berputar. Juga sering mengacu pada *Transducer Orthmode* atau OMT dan sekarang *circulator* sudah dibuat menyatu pada pemasangan pengumpan.

### 2.3.4 **Penguat Daya Tinggi (HPA)**

Berfungsi untuk meningkatkan daya dari sinyal RF ke status yang diharapkan. HPA biasanya menggunakan TWTA (*Travelling Wave Tube Amplifiers*). Fungsi dari HPA adalah menguatkan sinyal yang akan dikirim kembali ke bumi (*downlink*). TWTA adalah tabung *microwave* yang berfungsi

menghasilkan gelombang mikro. Salah satu TWTA adalah klystron. Panjang dari klystron biasanya 1,83 meter.

Perbandingan antara daya masukan dan daya keluaran yang dihasilkan TWTA, tidaklah linier karena pada titik tertentu ada nilai yang menyebabkan saturasi. Dengan berkembangnya teknologi antena-susun fasa (*phased-array antennas*) dimana tiap elemen antena membutuhkan HPA sendiri maka TWTA tergantikan oleh teknologi MMIC (*Monolithic Microwave Integrated Circuit*).

### **2.3.5 Penguat Derau Rendah (LNA)**

LNA berfungsi untuk menghasilkan *signal-to-noise ratio* (SNR) yang baik karena sinyal yang diterima sangatlah kecil. Derau yang terbawa bersama sinyal juga akan ikut dikuatkan dan ditransmisikan kembali. Dua jenis LNA yang sering digunakan adalah transistor *bipolar* (untuk frekuensi pembawa hingga 2 GHz) dan transistor efek medan (*field effect transistor-FET*) untuk frekuensi pembawa 2 sampai 20 GHz.

### **2.3.6 Konversi-Naik**

Konversi-naik melakukan konversi naik sinyal dalam frekuensi. Sinyal dikirim pada konversi-naik pada daerah sekitar frekuensi 70 MHz. Frekuensi tersebut perlu dirubah ke daerah spektrum frekuensi sehingga HPA dapat menguatkan sinyal tersebut dan akan dikirim melalui antena. Konversi-naik tingkat pertama mencampur sinyal dengan frekuensi lain, dan hasil keduanya dijumlahkan dan merupakan sinyal yang berbeda. Dengan melakukan proses penyaringan sinyal asli dan frekuensi yang berbeda, hasilnya adalah frekuensi asli menjadi hasil dari penjumlahan frekuensi (lebih tinggi dibandingkan spektrum frekuensi). Sebagai contoh akan dilakukan konversi naik dari frekuensi 70 MHz menjadi frekuensi 1 GHz yang mana IF (*intermediate* frekuensi) menjadi L Band. konversi-naik tingkat kedua kemudian mengkonversi L Band menjadi *Radio Frequency* (RF) yaitu pada sekitar 10 GHz. Pada tingkatan ini HPA mengirim sinyal melalui antena.

### **2.3.7 Konversi-Turun**

Konversi-turun melakukan konversi dari frekuensi tinggi ke frekuensi tengah (*Radio Frequency* ke *Intermediate Frequency*). Sinyal yang datang pada antena yaitu pada frekuensi antara 10 - 40 GHz dan kemudian disaring dan

dikuatkan. Sinyal-sinyal tersebut harus di turunkan ke daerah spektrum frekuensi dimana peralatan dapat dibuat lebih murah dan murah. Konversi-turun tingkat pertama mencampur sinyal-sinyal dengan frekuensi lain, hasil kedua sinyal tersebut merupakan penjumlahan dari sinyal yang berbeda. Dengan melakukan penyaringan terhadap sinyal asli dan hasil penjumlahan frekuensi, akan didapat frekuensi asli pada frekuensi yang berbeda (lebih rendah dibanding spektrum frekuensi). Sebagai contoh akan dilakukan konversi turun dari 10 GHz menjadi 1 GHz yaitu *Ku Band* menjadi *L Band*. Konversi-turun tingkat kedua kemudian akan melakukan konversi turun dari sinyal *L Band* menjadi *Intermediate Frequency* (IF) pada daerah frekuensi 70 MHz. Sinyal ini yang dapat diproses pada demodulator.

### **2.3.8 Modem Satelit (Modulasi-Demoulasi)**

Modem berfungsi mengubah sinyal digital menjadi sinyal analog (modulasi) dan mengubah kembali pada sisi yang lain dari sinyal analog (demodulasi) menjadi sinyal digital. Modem dapat beroperasi pada kondisi sinkron maupun asinkron. Modem asinkron beroperasi hampir sama dengan modem sinkron. Akan tetapi, modem sinkron membutuhkan setidaknya proses pengadukan (*scrambler*) dan tambahan waktu pada pengirim untuk melakukan proses penyamaan pengadukan ulang dan juga tambahan waktu pada saat berakhirnya proses pengiriman. Modem asinkron menggunakan teknik modulasi *frequency shift keying* (FSK), yang mana menggunakan dua frekuensi pada saat transmisi dan dua frekuensi lainnya pada saat penerimaan.

### **2.3.9 Encoder dan Decoder**

*Encoder* merupakan salah satu parameter yang terdapat pada modem satelit. Digunakan pada pada proses penyambungan dalam beberapa skema modulasi, memungkinkan setiap sinyal mewakili lebih dari satu bit informasi. Proses encoder dapat berupa bit biner (bit per bit) atau juga grup (grup dari bit). Skema *encoding* bisa dapat ditambahkan dengan teknik *forward error correction* untuk meningkatkan performa. *Decoding* melibatkan rekonstruksi dari urutan data yang terkode pada sinyal pembawa.

### **2.3.10 Scrambler dan Descrambler**

*Scrambling* adalah proses pengkodean pesan informasi pada pengirim, untuk melakukan pengacakan urutan masukan bit. Proses *Scrambling* dapat mengurangi pemakaian kata yang panjang dari bit-bit yang sama yang mungkin dapat mempengaruhi sinkronisasi penerima dan pola pengulangan bit, dapat menghasilkan komponen frekuensi diskrit yang tidak diinginkan pada spektrum daya.

*Descrambler* adalah kebalikan dari *shift register* yang saling terhubung. Pada prinsipnya membalik struktur dari proses scrambler dan menghasilkan kembali urutan pesan input asli.

### **2.3.11 Modulator dan Demodulator**

*Modulator* bekerja pada urutan data serial dengan menggunakan komposisi dari data untuk mengubah nada pembawa yang terdapat pada jalur komunikasi. Seperti yang sudah diperkirakan, *demodulator* membalikkan proses yang dihasilkan oleh *modulator*. Ketika koneksi antar dua modem sudah terbentuk, salah satu modem akan menghasilkan nada pembawa yang memungkinkan modem yang lain mendengar nada tersebut. Nada pembawa dengan sendirinya tidak menyampaikan informasi dan dirubah oleh *modulator* untuk mengesankan informasi yang memungkinkan modem melakukan proses demodulasi.

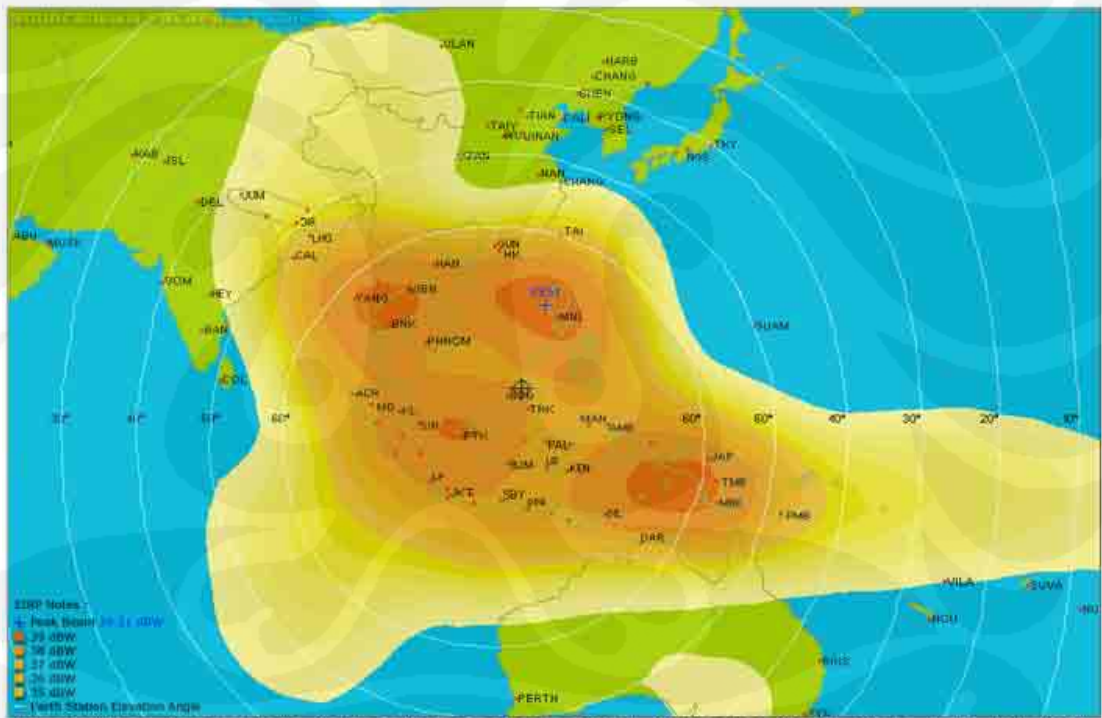
## **2.4 SATELIT PALAPA C2**

Satelit Palapa C2 merupakan generasi ketiga dari satelit Palapa. Generasi pertama dan kedua satelit Palapa adalah Palapa A dan Palapa B. Satelit Palapa C2 dimiliki oleh PT. Indosat sebagai penyedia layanan telekomunikasi di Indonesia. Satelit Palapa C2 diluncurkan pada tanggal 15 Mei 1996 untuk menggantikan Satelit Palapa C1 yang mengalami kegagalan catu daya. Satelit Palapa C2 menempati orbit  $113^\circ$  bujur timur pada ketinggian 35790 Km. Satelit Palapa C2 termasuk kategori satelit GEO (Geostationer Orbit) yang berputar mengikuti rotasi bumi. Satelit Palapa C2 membawa 24 Transponder *C-Band* aktif dan 6 Transponder *C-Band* cadangan yang beroperasi pada frekuensi 3700-4200 MHz pada posisi jalur turun dan 6425-6665 MHz pada posisi jalur naik serta 4 Transponder *Ku-Band*. Spesifikasi Satelit Palapa C2 ditunjukkan oleh tabel 1 dibawah ini.

**Tabel II.1.** Spesifikasi Satelit Palapa C2

Tipe Pesawat	HS601	
Lokasi Orbit	113° Bujur Timur	
Toleransi Pergerakan Satelit	± 0.01°	
Tipe Transponder	<i>C-Band</i>	<i>Ku-Band</i>
Jumlah Transponder	24	4
Lebar Pita per Transponder	36 MHz	72 MHz
Lebar Frekuensi	Naik : 5927 - 6423 MHz	Naik : 13754 - 14486 MHz
	Turun : 3702 - 4198 MHz	Turun : 10954 - 11696 MHz
Frekuensi Konversi Naik / Turun	2225 MHz	2800 MHz
Besar EIRP Tertinggi	41 dBW	53 dBW
Daerah Cakupan	ASEAN dan Australia	ASEAN dan Asia Timur
Aplikasi	Suara , Data , Transmisi Video	

**P A L A P A - C 2**  
C-BAND COVERAGE - ASEAN BEAM

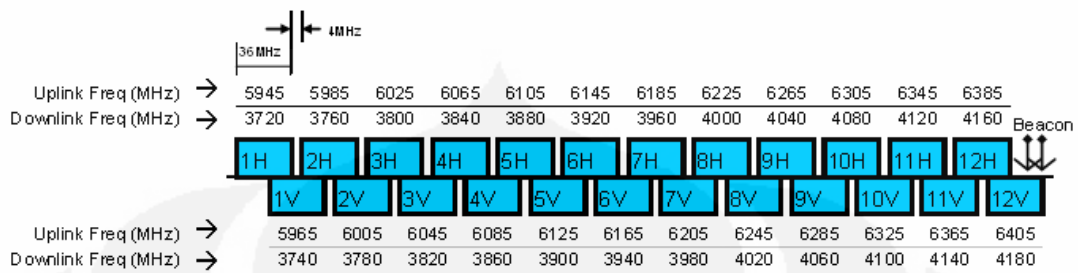


**Areas :** Guam, Ryukyu, Bonin, Carolina, Mariana, Manila, Taiwan, Guang Zhu, Chong, Cheng, Yang, New Delhi, Bangkok, Jakarta, Singapore, Kuala Lumpur, Dilli, Bandar Sri Begawan, Papua New Guinea, Brisbane, Sydney, Canberra, Darwin, Vien

**Gambar 2.11.** Wilayah Cakupan Palapa C2 [6]



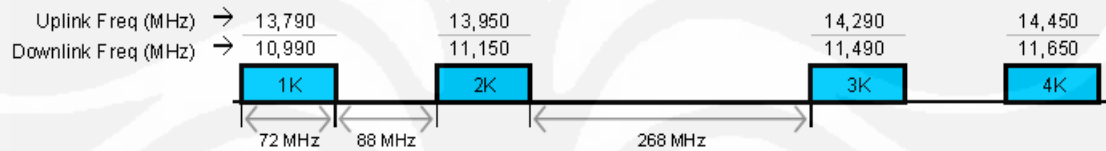
## P A L A P A - C 2 C-BAND FREQUENCY PLAN



Note :  
 "H" = Horizontal polarization in downlink but Vertical polarization in uplink  
 "V" = Vertical polarization in downlink but Horizontal polarization in uplink

**Gambar 2.12. Alokasi Transponder C-Band Palapa C2 [6]**

## P A L A P A - C 2 KU-BAND FREQUENCY PLAN



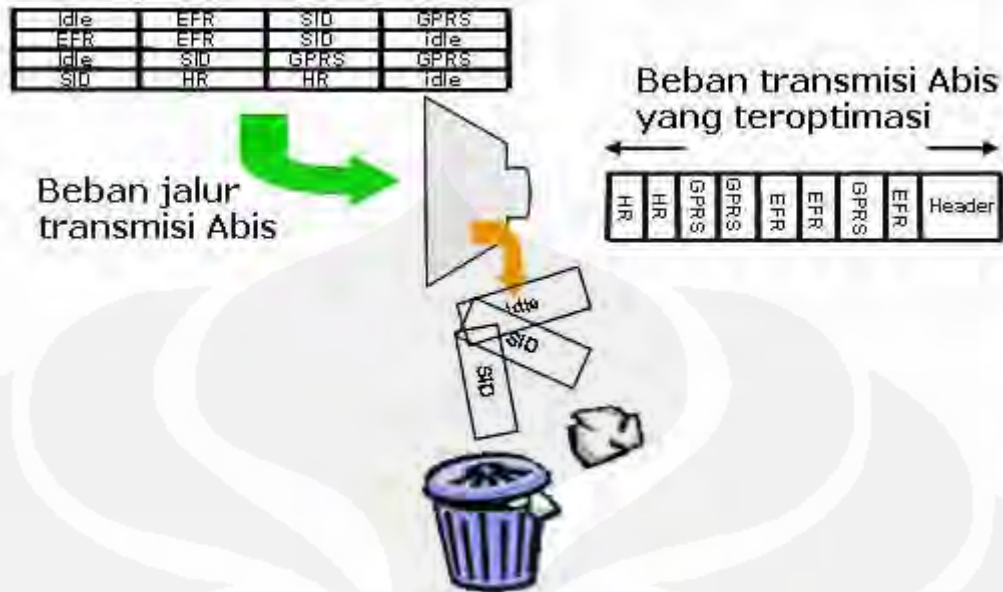
Note :  
 1. Uplink polarization is the same as downlink polarization.  
 2. Polarization depends on the coverage / beam to cover.

**Gambar 2.13. Alokasi Transponder Ku-Band Palapa C2 [6]**

### 2.5 OPTIMASI LEBAR PITA

Tiap-tiap jalur antarmuka Abis didesain untuk menyediakan sampai dengan 12 jalur radio GSM. Akan tetapi banyak BTS hanya mempergunakan sedikit jalur radio GSM untuk melayani volume lalu lintas pada sebuah sel pada jaringan. Pada akhirnya, beberapa *time slot* pada E1 adalah *time slot* yang tidak digunakan. Optimisasi yang pertama dilakukan adalah membuang *time slot-time slot* yang kosong tersebut

Suatu peralatan optimisasi akan melakukan proses optimisasi dengan cara memeriksa dengan teliti setiap kanal pada antarmuka Abis dan menghasilkan jumlah lalu-lintas paket-paket yang nilainya sesuai dengan panggilan-panggilan aktif yang sedang terjadi. Proses optimisasi tercapai dengan cara membuang bingkai-bingkai diam dan tidak terpakai sementara itu pula akan melakukan proses multipleksing pada lalu-lintas panggilan aktif dan lalu-lintas pensinyalan.



**Gambar 2.14. Proses Optimisasi pada Kanal [5]**

Teknik optimisasi lebar pita pada antarmuka Abis meliputi antara lain :

- Membuang kanal suara yang tidak berisikan informasi
- Membuang kanal pembicaraan diam dari arus lalu-lintas suara yang telah terkompresi dalam kanal-kanal suara pada TRX
- Mengekstraksi informasi bingkai HDLC dari kanal-kanal pensinyalan
- Melakukan proses kompresi pada lalulintas data.

Suatu pengamatan pada suatu jaringan GSM menunjukkan bahwa, presentase muatan antarmuka Abis hanya berkisar antara 40 % (kondisi terburuk) sampai dengan 60 %. Kondisi ini terpenuhi pada saat semua TRX di BTS terpakai (utilisasi BTS sebesar 100 %) dan juga dipengaruhi oleh nilai rasio pembicaraan diam rata-rata selama percakapan. Dari nilai tersebut, diketahui bahwa lebar pita yang dibutuhkan sebenarnya adalah setengah dari lebar pita yang disediakan, dengan kondisi pembicaraan yang diam adalah sebesar 35 %

Nilai-nilai diatas dapat digunakan jika, sebuah BTS terhubung langsung dengan BSC menggunakan suatu fasilitas transmisi yang hanya digunakan oleh hubungan tersebut. Dan juga mengasumsikan bahwa BTS dapat secara efektif dapat diberi muatan sebesar 100%. Pada kasus sebenarnya di lapangan, penggunaan tertinggi pada suatu BTS tidak akan mencapai nilai 100%. Presentase optimisasi yang dihasilkan akan meningkat nilainya berbanding terbalik dengan presentasi dari utilisasi BTS. Untuk mempermudah perhitungan lebar pita aktual

pada saat muatan lalu lintas Abis mencapai nilai maksimalnya, dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini :

$$\text{Abis\_BW} = 16 \text{ Kbps} + \text{PCU} \times \text{Jumlah TRX} \times 80 \text{ Kbps [5]} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana :

Abis\_BW = Lebar pita pada antarmuka Abis

PCU = *Peak Cell Utilization* dalam %

Jumlah TRX = Jumlah TRX pada suatu BTS

16 Kbps merupakan kanal khusus untuk pensinyalan dan tidak mengalami proses optimasi

80 kbps adalah lebar pita yang diperlukan oleh satu TRX dengan mengasumsikan kondisi diam selama pembicaraan adalah sebesar 35 %.

Ketika lalu lintas Abis termultiplex dengan lalu lintas lain yang berbeda sifat, maka lebar pita yang digunakan akan ikut membesar. Pada kondisi ini, tidak perlu memperhitungkan utilisasi dari sebuah BTS. Akan lebih baik jika perhitungan lebar pita didasarkan oleh nilai rata-rata lalu lintas pada BTS (dalam Erlang) di saat rata-rata lalu lintas berada pada jam sibuk. Dengan catatan bahwa kapasitas maksimum dari semua fasilitas transmisi, sama dengan atau lebih besar dari nilai tertingginya. Dalam kasus ini, muatan lalu lintas dari antar muka Abis setelah mengalami proses optimisasi adalah sebagai berikut :

$$\text{Abis\_BW (kbit/s)} = 16 \text{ Kbps} + \text{Total Erlang} \times 10 \text{ Kbps [5]} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

Total Erlang = Rata-rata lalu lintas antarmuka Abis

10 Kbps merupakan lebar pita yang diperlukan pada satu *sub-timeslot* dengan mengasumsikan kondisi selama pembicaraan adalah sebesar 35 %.

Dari perhitungan diatas, dapat dihitung persentase optimisasi pada suatu transmisi Abis yaitu sebesar :

$$\frac{(\text{Lebar Pita Transmisi} - \text{Abis\_BW})}{\text{Lebar Pita Transmisi}} \times 100\% [5] \dots\dots\dots(2.3)$$

## 2.6 PROSES SINYAL DIJITAL DAN PENERAPAN

*Digital Signal Processing* (DSP) adalah ilmu pensinyalan dalam bentuk representasi dan metode proses yang digunakan dijital. DSP dan proses sinyal analog adalah bagian dari bidang ilmu proses pensinyalan (*signal processing*).

Juga termasuk yang dibahas didalam DSP adalah pemrosesan suara, pemrosesan sinyal bicara , sonar, sinyal radar, pemrosesan gambar, pemrosesan sinyal komunikasi, proses sinyal statistic, dan lain-lain

Sejak tujuan dari DSP ditujukan untuk mengukur penyaring berkelanjutan dari sinyal analaog yang berasal dari alam, langkah pertama yang dilakukan adalah mengubah sinyal analog tersebut kedalam bentuk digital dengan menggunakan pengubah analog ke digital (*analog to digital converter*). Seringkali, sinyal keluaran yang diinginkan adalah sinyal analog kembali, sehingga dibutuhkan pengubah digital ke analog (*digital to analog converter*).

Algoritma yang diperlukan untuk DSP kadang kala diselesaikan dengan proses komputer yang telah diprogramkan, sehingga dibutuhkan *microprocessor* yang khusus yang dikenal dengan prosesor sinyal digital (*digital signal processors*) juga disingkat DSP. Pemrosesan sinyal ini dilakukan pada kondisi nyata dan biasanya ditujukan untuk desain dari *application-specific integrated circuits* (ASICs). Ketika kebutuhan akan fleksibilitas dan proses pemrosesan yang cepat lebih penting dibandingkan dengan biaya unit pada volume yang banyak, algoritma DSP dapat juga di implementasikan menggunakan *field-programmable gate arrays* (FPGAs).

Pada DSP, untuk mempelajari sinyal digital,digunakan pendekatan-pendekatan yang berbeda-beda: pendekatan waktu (sinyal satu dimensi), pendekatan spatial (sinyal multi-dimensi), pendekatan frekuensi, pendekatan auto-korelasi, dan pendekatan wavelet. Pendekatan yang digunakan dalam proses sinyal dengan cara membuat tebakan informasi yang terdapat didalam sinyal (atau menggunakan kemungkinan yang lain) untuk mendapatkan pendekatan yang paling bagus dalam merepresentasikan karakteristik sinyal.

### **2.6.1 Penyaringan Analog dan Digital**

Dalam pemrosesan sinyal, fungsi dari penyaring adalah menghilangkan bagian-bagian yang tidak dibutuhkan dari sebuah sinyal, seperti derau acak, atau untuk mengambil bagian yang diperlukan dari sinyal seperti komponen yang mengandung informasi batasan frekuensi. Blok diagram dibawah ini menunjukkan ide tersebut.

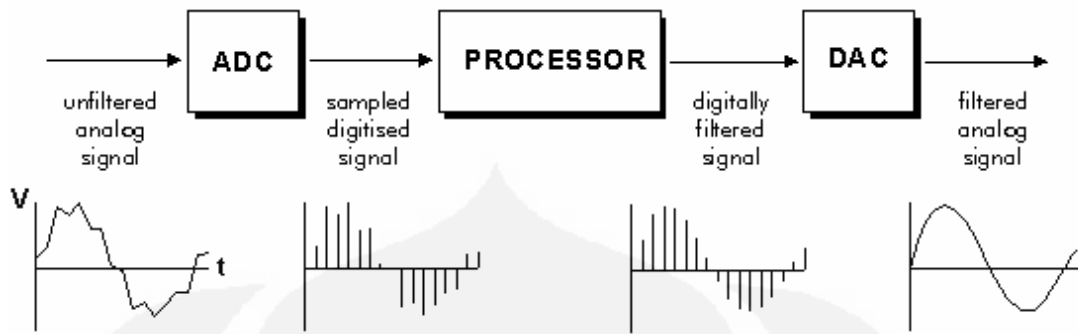


Ada dua penyaring utama yang sering digunakan, yaitu analog dan digital. Kedua penyaring tersebut sangat berbeda dalam bentuk fisik dan cara kerjanya. Penyaring analog menggunakan rangkaian elektronik yang terbuat dari komponen-komponen seperti resistor, kapasitor dan penguat untuk menghasilkan efek penyaringan yang diperlukan. Rangkaian elektronik seperti diatas banyak digunakan pada aplikasi-aplikasi berikut seperti pengurang derau, rangkaian perbaikan sinyal, dan banyak lainnya.

Ada beberapa teknik standar yang telah ada dan bekerja dengan baik dalam merancang rangkaian penyaring analog untuk kebutuhan tertentu. Pada semua tahap, dilakukan proses penyaringan terhadap sinyal yaitu berupa tegangan atau arus listrik dimana merupakan bentuk analog yang melibatkan suatu kuantitas fisik. Penyaring digital menggunakan prosesor untuk melakukan proses perhitungan numeric pada nilai-nilai contoh dari suatu sinyal. Prozessor dapat berupa komputer dengan fungsi pada umumnya seperti komputer pribadi (PC) atau dapat berupa lempengan DSP untuk fungsi yang lebih khusus.

Sinyal masukan analog pertama kali harus melalui proses pengambilan contoh dan di digitalkan menggunakan ADC. Hasilnya berupa angka-angka biner, mewakili nilai contoh dari sinyal masukan, kemudian dilewatkan melalui prosesor agar menghasilkan perhitungan numeric dari angka biner tersebut. Perhitungan ini melibatkan pengalihan nilai masukan dengan suatu konstanta dan menambahkan hasilnya secara bersamaan. Jika memungkinkan, hasil dari perhitungan, yang mana telah pada tahap ini mewakili nilai contoh dari sinyal yang telah disaring, sinyal keluaran akan dilewati melalui DAC untuk mengubah kembali sinyal kedalam bentuk analog.

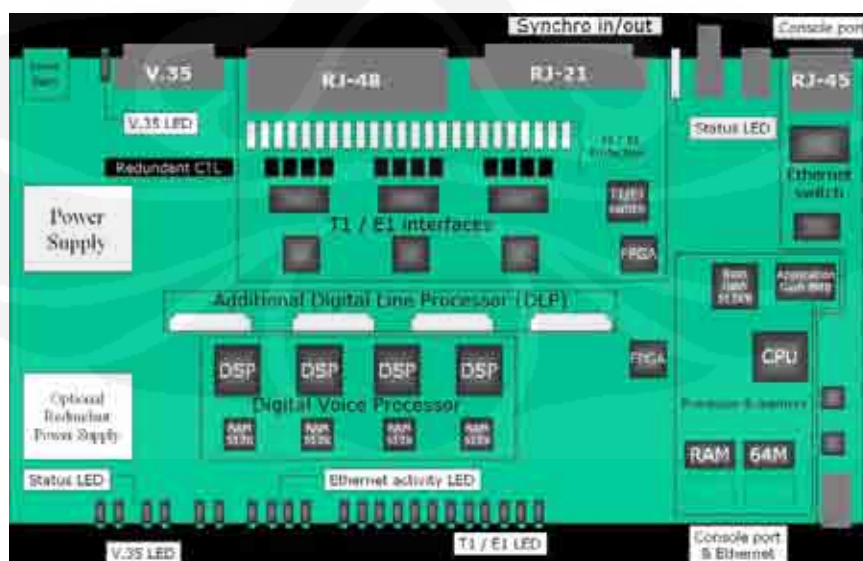
Pada penyaring digital, sinyal diwakili oleh angka-angka yang berurutan, tidak lagi dalam bentuk tegangan dan arus. Gambar 2.15 dibawah menunjukkan cara kerja sistem.



Gambar 2.15. Cara Kerja Penyaring Digital [7]

### 2.6.2 Penerapan DSP

Teknologi DSP sekarang ini umum digunakan pada perangkat telepon bergerak, komputer multimedia, perekam gambar, pemutar musik, modem, dan dalam waktu dekat akan menggantikan rangkaian analog pada televisi dan telepon. Aplikasi yang cukup penting dari DSP adalah kompresi dan dekomposisi sinyal. Kompresi sinyal digunakan pada telepon selular digital untuk menangani panggilan dalam jumlah banyak secara terus menerus pada suatu “sel” lokal sistem GSM. Teknologi kompresi sinyal DSP memungkinkan pengguna untuk berbicara dan saling melihat satu sama lain menggunakan layar komputer yang terpasang di atas monitor computer, dengan hanya menggunakan jalur telepon biasa yang saling terhubung satu dengan yang lain. Penerapan lain yaitu pada rangkaian perangkat keras optimasi lebar pita, sebagai penyaring sinyal informasi dan sinyal yang tidak mengandung informasi untuk kemudian dipisahkan dan ditransmisikan.



Gambar 2.16. Perangkat Keras Optimasi Lebar Pita [5]

## **2.7 INDIKATOR KUALITAS JARINGAN**

Kualitas jaringan pada sistem GSM ditentukan oleh banyak komponen dan tiap-tiap subsistem memiliki indikasi-indikasi yang berbeda. Nilai tiap-tiap komponen didapat dari berbagai pengukuran dan perhitungan sebagai dasar penetapan bagus tidaknya suatu jaringan. Pemanfaatan perangkat optimasi lebar pita lebih difokuskan pada subsistem BSS (*base station subsystem*) sehingga pengukuran yang dilakukan memiliki cakupan pada BTS dan BSC. Beberapa komponen penting yang dipakai dalam menentukan suatu kualitas subsistem BSS adalah :

1. CSSR (*Call Setup Successful Rate*)
2. CDR (*Call Drop Rate*)
3. SCR (*Successful Call Rate*)
4. HoSR (*Handover Successful Rate*)
5. PDD (*Post Dial Delay*)
6. RxLevel (tingkat penerimaan sinyal)
7. SQI (*Speech Quality Index*)

### **2.7.1 Call Setup Successful Rate**

*Call Setup Successful Rate* atau tingkat keberhasilan percobaan panggilan adalah presentase jumlah keberhasilan percobaan panggilan terhadap jumlah percobaan panggilan pada suatu waktu pengamatan. Keberhasilan percobaan panggilan ditandai dengan terdengarnya nada sambung.

### **2.7.2 Call Drop Rate**

*Call Drop Rate* atau tingkat kegagalan panggilan adalah presentase jumlah kegagalan panggilan terhadap jumlah panggilan pada suatu waktu pengamatan. Kegagalan suatu panggilan ditandai dengan terdengarnya nada sibuk.

### **2.7.3 Successful Call Rate**

*Successful Call Rate* atau tingkat panggilan yang sukses adalah presentase jumlah panggilan yang sukses terhadap jumlah percobaan panggilan pada suatu waktu pengamatan. Kesuksesan suatu panggilan ditandai dengan pendudukan kanal.

### **2.7.4 Handover Successful Rate**

*Handover Successful Rate* atau tingkat keberhasilan *handover* adalah presentase jumlah keberhasilan *handover* terhadap jumlah percobaan *handover* pada suatu waktu pengamatan.

#### 2.7.5 *Post Dial Delay*

*Post Dial Delay* adalah jeda waktu yang diperlukan oleh sistem GSM dalam merespon suatu panggilan. Jeda waktu tersebut dimulai pada saat pengguna MS selesai memasukkan nomor tujuan sampai dengan terdengarnya nada sambung.

#### 2.7.6 *RxLevel*

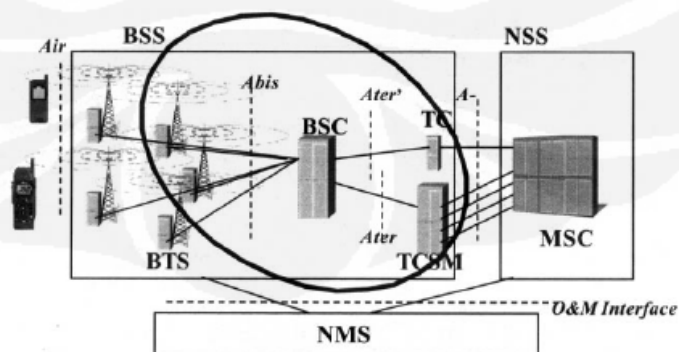
*Rx Level* adalah tingkat penerimaan sinyal pada suatu MS. Tingkat penerimaan sinyal suatu MS dipengaruhi oleh jarak, gangguan, halangan dan cuaca. *Rx Level* merupakan parameter utama dalam menetapkan kualitas dari suatu jaringan transmisi radio.

#### 2.7.7 *Speech Quality Index*

*Speech Quality Index* adalah suatu nilai dari hasil perhitungan dari beberapa parameter yang terukur dan mewakili kualitas pembicaraan pada suatu MS.

### 2.8 PERENCANAAN JARINGAN TRANSMISI

Pada sistem GSM, jaringan transmisi pada umumnya difungsikan sebagai jaringan penghubung antara BTS dengan *transcoder sub-multiplexers* (TCSM). Jaringan transmisi menghubungkan jaringan radio ke MSC, dan karenanya, berdasarkan posisi dan fungsinya, sehingga menempati posisi penting dalam infrastruktur jaringan bergerak. Pada gambar 2.16, daerah yang dilingkari merupakan lingkup dari perencanaan jaringan transmisi.



**Gambar 2.17. Lingkup Perencanaan Jaringan Transmisi [8]**



### 2.8.1 Elemen Jaringan Transmisi

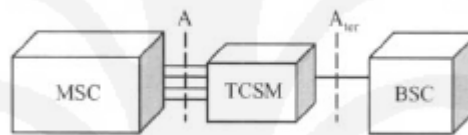
Elemen jaringan transmisi terbagi menjadi tiga yaitu BTS, BSC, dan TCSM. Penjelasan mengenai BTS, BSC dan TCSM secara umum sudah dibahas pada sub-bab sebelumnya. Pada bab ini akan dibahas dari sudut pandang perencanaan transmisi seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.17.

BTS terdiri dari TRU (*transmission unit*). TRU berinteraksi dengan antarmuka Abis dan Ater. Juga berfungsi sebagai pengatur penempatan lalulintas informasi dan kanal pensinyalan pada posisi TRX (*transceiver*) yang benar. TRU dapat berfungsi sebagai pembuat hubungan-silang pada tingkatan 2Mbps dan fungsi *drop-and-insert* pada tingkatan 8Kbps juga mampu difungsikan sebagai penahan tabel pencabangan. Tabel ini adalah pedoman dari TRU untuk melakukan tindakan yang akan diambil terhadap lalulintas informasi yang datang dari jalur PCM; sebagai contoh apakah informasi yang datang akan diteruskan ke BTS selanjutnya atau lalulintas informasi dijatuhkan ke TRX di BTS yang sama, dan sebagainya.

BSC mampu melakukan banyak fungsi. Manajemen kanal radio ialah fungsi integral dari BSC dan termasuk tugas-tugas yang lain seperti manajemen kanal dan pelepasan kanal. BSC bertanggung jawab untuk fungsi manajemen *handover* yang mana berdasarkan taksiran dari kekuatan sinyal, kualitas sinyal di MS pada dua arah yaitu jalurnaik dan turun serta penyesuaian yang berhubungan dengan meminimalkan interferensi dalam jaringan radio. BSC juga bertanggung terhadap pengukuran yang berkaitan dengan penerapan *frequency hopping* (FH) didalam jaringan. Fungsi penting lainnya termasuk interaksi dengan BTS dan MSC sisi yang lainnya, manajemen enkripsi seperti menyimpan parameter-parameter enkripsi dan melanjutkan hal yang sama ke BTS, manajemen kanal dan lalulintas, dll. Juga pensinyalan BSC yang termasuk didalamnya LAPD, pensinyalan TRX (TRXSIG) dan pensinyalan BSC-MSC yaitu CCS7, ditangani oleh BSC itu sendiri. BSC bertanggung jawab untuk membawa informasi O&M (*operation&maintenance*) ke BTS. Terpisah dari fungsi-fungsi diatas, BSC juga menjalankan satu fungsi lain yang berkaitan dengan perencanaan transmisi, yaitu pengaturan konsentrasi lalulintas antara BSC dan BTS dimana jika masih terdapat kanal kosong yang bisa diduduki pada antar muka Um dan antarmuka Abis,

pengguna tidak dapat melakukan panggilan karena terjadi pemblokiran pada antarmuka Ater.

*Transcoders* dan *sub-multiplexers* digunakan antara BSC dan MSC. Meskipun TCSM terdapat pada sistem BSS, secara fisik mungkin diletakkan pada lokasi MSC. TCSM memiliki dua fungsi: mengkodekan sinyal suara dan *submultiplexing* sinyal PCM. Alat pengkode melakukan pengkodean suara pada arah jalur-turun, yang mana merupakan proses decode pada MS, dan mendekodekan sinyal suara pada arah jalur-naik. *Sub-multiplexers* berkedudukan pada lokasi yang sama dengan *transcoders* dan bertanggung jawab atas *multiplexing* dari jalur PCM antara BSC dan MSC. Seperti ditunjukkan pada gambar 2.17. tiga sinyal PCM datang dari arah MSC dan di *multiplexs* menjadi satu sinyal PCM diteruskan kearah BSC.



**Gambar 2.18. Transcoder/Sub-multiplekser (TCSM) [8]**

### 2.8.2 Proses Perencanaan Jaringan Transmisi

Proses perencanaan jaringan transmisi harus menghasilkan rancangan jaringan yang menyediakan jaringan yang berkualitas tinggi, dengan cadangan kapasitas dalam jumlah yang besar. Pada kenyataannya, perencanaan transmisi harus menggunakan suatu keahlian dalam rangka menyeimbangkan tiga faktor : biaya, kualitas dan kapasitas. Proses dari perencanaan jaringan transmisi didalamnya terdapat lima fasa utama sebelum rancangan akhir dibuat, seperti ditunjukkan pada gambar 2.18. Meskipun proses tersebut terlihat mudah, akan tetapi pada prakteknya lebih rumit karena dapat terjadi banyak dan berulang-ulang pada tiap langkah sebelum rancangan akhir siap dibuat. Proses dimulai dari pengumpulan data termasuk kebutuhan pada kapasitas dan kualitas yang merupakan pemasangan pondasi dari seluruh proses. Informasi penting lainnya berhubungan dengan ketersediaan perangkat jaringan (termasuk kapasitas), target kualitas, alat-alat untuk perencanaan transmisi termasuk perhitungan biaya jalur (*link budget*), topologi yang dapat digunakan, dll. Fasa awal perencanaan difokuskan pada aspek penentuan besar-kecil (*dimensioning*) dari jaringan

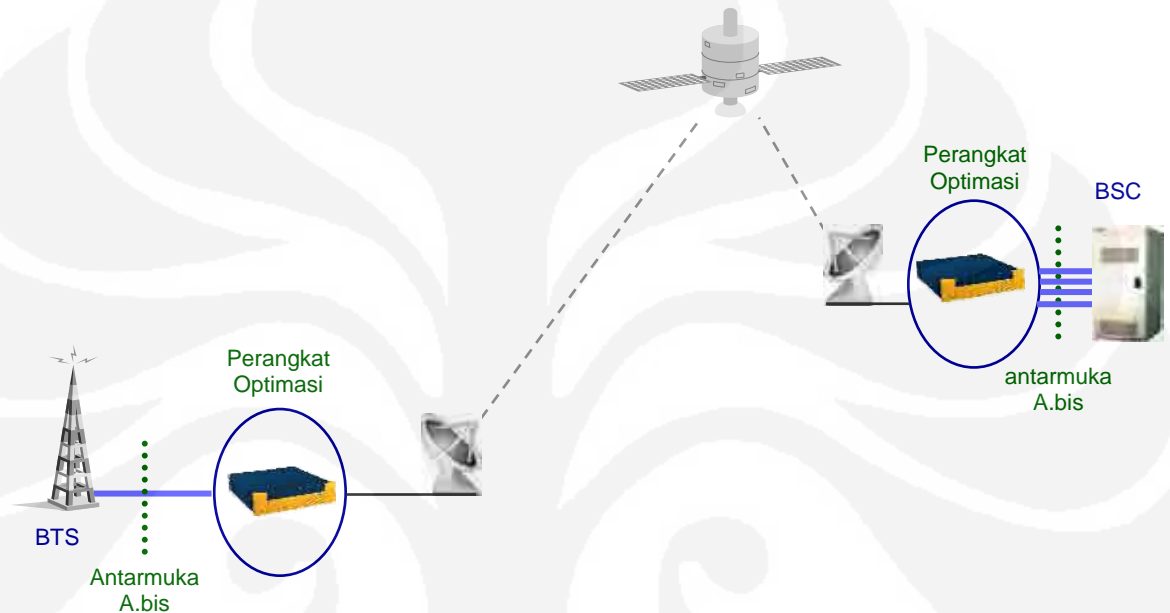
transmisi yang akan dirancang dan diawali dengan input-input yang berasal dari perencanaan radio jika jumlah dari BTS dan besar kapasitasnya sudah dapat diketahui, perencanaan transmisi akan dimulai dengan menentukan target kualitas dari jaringan.



## BAB 3 PENERAPAN SISTEM DAN DATA-DATA PENDUKUNG

### 3.1 PENERAPAN TEKNOLOGI DAN CARA KERJA SISTEM

Peralatan optimisasi dapat dipasang pada jaringan GSM yaitu pada antarmuka Abis. Gambar jaringan ditunjukkan oleh gambar dibawah ini.



**Gambar 3.1. Diagram Pemasangan [5]**

Perangkat optimisasi terhubung dengan BTS dan BSC yang dihubungkan oleh transmisi satelit. Dalam hal ini BTS merupakan masukan dari perangkat optimisasi dan BSC merupakan keluarannya. Sebelum informasi ditransmisikan, terlebih dahulu diproses oleh modem satelit untuk dilakukan proses modulasi dan diteruskan ke perangkat *Outdoor Unit*. Perangkat *Outdoor Unit* yang akan meneruskan informasi tersebut ke antena dan dipancarkan ke satelit.

Pada sisi penerima, sinyal yang datang dari satelit akan ditangkap oleh antena stasiun bumi penerima dan diteruskan ke *Outdoor Unit* pada sisi penerima. Setelah frekuensi *microwave* diturunkan menjadi *Intermediate Frequency* (IF) selanjutnya diproses oleh modem satelit dan diteruskan ke perangkat optimisasi kemudian BSC.

Perangkat optimisasi akan bekerja selama lalu lintas informasi terjadi antara BTS dan BSC. Alur kerjanya adalah sebagai berikut:

1. Terjadi sebuah panggilan dari sisi BTS ke arah BSC.
2. BSC akan memberikan pensinyalan ke arah BTS sehingga memungkinkan pengguna terhubung dengan nomor tujuan.
3. Selama proses pembicaraan terjadi kondisi diam.
4. Kondisi diam tersebut tetap akan diproses oleh BTS untuk tetap dikirimkan ke arah BSC.
5. Perangkat optimisasi akan melakukan deteksi menggunakan *Digital Signal Processing* yang terdapat didalamnya agar bingkai-bingkai kosong dan tidak terpakai dalam kanal dapat dihilangkan (tidak ikut dikirimkan).
6. Dengan adanya bingkai-bingkai yang dihilangkan, maka lebar pita yang dibutuhkan akan berkurang.
7. Kanal-kanal yang dikirimkan melalui satelit akan diterima oleh perangkat optimisasi di sisi BSC untuk memasang kembali bingkai-bingkai yang kosong tersebut.
8. Bingkai-bingkai kosong yang telah dihilangkan pada sisi BTS harus dipasangkan kembali pada sisi BSC, agar pengguna tidak merasakan kejanggalan selama panggilan berlangsung.

### **3.2 DATA AWAL JARINGAN**

Data awal jaringan didapat dari pengamatan terhadap BTS-BTS yang akan dipasangkan perangkat optimasi. Parameter-parameter kualitas jaringan diamati selama 24 jam semenjak satu minggu sebelum pemasangan dengan cara merekam semua aktivitas pada BTS dan pada akhir pengamatan didapat suatu nilai statistik kualitas jaringan transmisi. Selain melalui pengamatan, dilakukan juga pengukuran terhadap jaringan melalui proses *drive test*. Drive test dilakukan dengan mengukur kualitas jaringan dalam jarak cakupan suatu BTS.

Target yang harus dicapai setelah dilakukan perangkat yaitu tidak terdapat penurunan kualitas jaringan dan penghematan lebar pita minimal sebesar 50 %. Dari total 50 BTS pada jaringan PT.Indosat yang dipasang perangkat optimasi, hanya lima BTS yang dijadikan contoh, yaitu BTS Wanci, BTS Salakan, BTS Tomia yang berada pada daerah Sulawesi dan BTS Biak, BTS Manokwari yang berada pada daerah Papua. BTS-BTS ini dipilih karena memiliki tingkat lalulintas

yang tinggi, sehingga presentase optimasi kanal-kanal kosong dan diam lebih tinggi. Data jaringan akan ditampilkan dalam bentuk tabel-tabel dibawah ini.

**Tabel III.1. Data Kualitas BTS Biak**

KARIR NAMA : JYP – Biak

NAMA BTS: V\_PINTU\_ANGIN

V\_TVRI\_BIAK

V\_PERUM\_BTN\_BIAK

TANGGAL PEMASANGAN : 21-Juni-2007



Tanggal	Nama BTS	Sektor	OSS PARAMETER			
			CSSR	CDR	SCR	HOSR
14-Jun-07	V_PINTU_ANGIN	1	100.00%	0.00%	100.00%	95.74%
		2	99.85%	0.92%	98.93%	97.30%
		3	99.84%	9.15%	90.70%	98.37%
	V_TVRI_BIAK	1	99.92%	0.27%	99.65%	96.67%
		2	99.75%	0.19%	99.56%	95.00%
		3	99.91%	0.00%	99.91%	100.00%
	V_PERUM_BTN_BIAK	1	100.00%	0.39%	99.61%	100.00%
		2	99.94%	0.48%	99.46%	97.52%
		3	99.84%	0.00%	99.84%	96.81%
15-Jun-07	V_PINTU_ANGIN	1	100.00%	0.00%	100.00%	99.45%
		2	99.83%	0.47%	99.35%	97.23%
		3	99.54%	5.59%	93.97%	99.24%
	V_TVRI_BIAK	1	99.81%	0.38%	99.43%	97.73%
		2	99.67%	0.75%	98.93%	97.13%
		3	99.74%	0.28%	99.46%	100.00%
	V_PERUM_BTN_BIAK	1	99.46%	0.00%	99.46%	100.00%
		2	99.86%	0.39%	99.48%	98.60%
		3	99.97%	0.27%	99.70%	98.71%
16-Jun-07	V_PINTU_ANGIN	1	100.00%	0.24%	99.76%	99.29%
		2	99.91%	0.53%	99.38%	97.18%
		3	99.26%	3.02%	96.26%	89.25%
	V_TVRI_BIAK	1	99.68%	0.22%	99.46%	95.74%
		2	99.66%	0.05%	99.61%	97.60%
		3	99.90%	0.68%	99.21%	99.61%
	V_PERUM_BTN_BIAK	1	99.89%	0.63%	99.26%	83.33%
		2	99.68%	0.44%	99.23%	97.01%
		3	99.77%	0.49%	99.29%	96.67%
17-Jun-07	V_PINTU_ANGIN	1	100.00%	0.29%	99.71%	98.98%
		2	99.94%	0.48%	99.46%	97.96%
		3	99.53%	4.34%	95.21%	99.49%
	V_TVRI_BIAK	1	99.74%	0.16%	99.58%	96.58%

		2	99.63%	0.20%	99.43%	96.10%
		3	99.60%	0.59%	99.01%	99.54%
	V_PERUM_BTN_BIAK	1	99.90%	0.00%	99.90%	100.00%
		2	99.74%	0.80%	98.94%	96.54%
		3	99.52%	0.08%	99.44%	98.05%
18-Jun-07	V_PINTU_ANGIN	1	100.00%	0.00%	100.00%	98.37%
		2	99.81%	0.34%	99.47%	96.41%
		3	99.77%	3.53%	96.25%	99.52%
	V_TVRI_BIAK	1	99.80%	0.36%	99.43%	98.33%
		2	99.74%	0.20%	99.54%	98.36%
		3	99.11%	0.71%	98.42%	98.41%
	V_PERUM_BTN_BIAK	1	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%
		2	99.91%	0.48%	99.43%	97.01%
		3	99.64%	0.09%	99.55%	96.45%
19-Jun-07	V_PINTU_ANGIN	1	99.92%	0.50%	99.42%	98.43%
		2	99.78%	0.56%	99.22%	97.86%
		3	99.59%	8.42%	91.21%	95.95%
	V_TVRI_BIAK	1	99.75%	0.52%	99.24%	97.21%
		2	99.77%	0.43%	99.34%	98.54%
		3	99.19%	0.41%	98.78%	99.18%
	V_PERUM_BTN_BIAK	1	99.94%	0.27%	99.68%	100.00%
		2	99.72%	0.70%	99.02%	96.71%
		3	99.58%	0.56%	99.02%	97.91%
20-Jun-07	V_PINTU_ANGIN	1	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%
		2	99.56%	0.00%	99.56%	99.62%
		3	100.00%	1.72%	98.28%	100.00%
	V_TVRI_BIAK	1	99.66%	0.17%	99.49%	98.88%
		2	99.90%	0.21%	99.68%	99.24%
		3	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%
	V_PERUM_BTN_BIAK	1	96.00%	0.00%	96.00%	100.00%
		2	99.50%	0.17%	99.32%	99.04%
		3	99.60%	0.78%	98.83%	99.10%
Rata-rata			99.69%	0.80%	98.89%	97.39%

**Tabel III.2.** Data Kualitas BTS Manokwari

NAMA KARIR : JYP - Manokwari

NAMA BTS: V\_MANOKAWRI  
V\_UNIPA

TANGGAL PEMASANGAN : 7-Juli-2007



Tanggal	Nama BTS	Sek+D99tor	OSS PARAMETER			
			CSSR	CDR	SCR	HOSR

1-Jul-07	V_MANOKWARI	1	99.48%	1.16%	98.33%	98.77%
		2	99.50%	0.77%	98.74%	97.04%
		3	99.83%	0.52%	99.31%	99.08%
	V_UNIPA	1	99.88%	0.58%	99.30%	100.00%
		2	99.90%	1.77%	98.13%	98.41%
		3	98.50%	0.51%	98.00%	100.00%
2-Jul-07	V_MANOKWARI	1	99.60%	0.46%	99.14%	99.21%
		2	99.74%	0.37%	99.37%	99.49%
		3	99.31%	0.63%	98.69%	99.15%
	V_UNIPA	1	99.57%	0.56%	99.01%	100.00%
		2	99.82%	1.60%	98.22%	98.23%
		3	99.19%	2.08%	97.13%	100.00%
3-Jul-07	V_MANOKWARI	1	99.70%	0.52%	99.18%	98.93%
		2	99.61%	0.65%	98.95%	99.28%
		3	99.62%	1.35%	98.27%	98.62%
	V_UNIPA	1	99.94%	0.48%	99.46%	100.00%
		2	99.33%	1.49%	97.85%	98.46%
		3	100.00%	0.60%	99.40%	98.11%
4-Jul-07	V_MANOKWARI	1	99.41%	0.99%	98.42%	98.59%
		2	99.69%	0.83%	98.86%	98.13%
		3	99.56%	1.36%	98.20%	99.00%
	V_UNIPA	1	99.82%	1.27%	98.56%	100.00%
		2	99.28%	2.33%	96.97%	98.81%
		3	99.90%	2.94%	96.97%	96.30%
5-Jul-07	V_MANOKWARI	1	99.77%	1.01%	98.77%	98.87%
		2	99.62%	1.15%	98.47%	96.24%
		3	99.59%	0.87%	98.73%	99.68%
	V_UNIPA	1	99.91%	0.49%	99.42%	100.00%
		2	99.36%	2.32%	97.06%	99.29%
		3	99.50%	0.44%	99.06%	100.00%
6-Jul-07	V_MANOKWARI	1	99.71%	0.55%	99.16%	99.89%
		2	99.66%	0.65%	99.01%	98.75%
		3	99.65%	1.13%	98.53%	98.94%
	V_UNIPA	1	100.00%	1.19%	98.81%	100.00%
		2	98.89%	1.05%	97.85%	99.39%
		3	99.64%	1.43%	98.21%	98.41%
Rata-rata			99.14%	1.61%	97.56%	98.74%



**Tabel III.3. Data Kualitas BTS Wanci**

NAMA KARIR : MKS - Wanci

NAMA BTS : V\_WANCI

TANGGAL PEMASANGAN : 4-Agustus-2007



Tanggal	Nama BTS	Sektor	OSS PARAMETER			
			CSSR	CDR	SCR	HOSR
28-Jul-07	V_WANCI	1	99.43%	0.29%	99.14%	99.78%
		2	99.18%	0.22%	98.96%	99.53%
		3	98.50%	0.20%	98.30%	98.50%
29-Jul-07	V_WANCI	1	99.92%	0.20%	99.72%	99.24%
		2	99.12%	0.09%	99.03%	99.48%
		3	97.71%	0.11%	97.60%	98.66%
30-Jul-07	V_WANCI	1	99.99%	0.15%	99.84%	99.68%
		2	99.96%	0.07%	99.90%	99.55%
		3	99.74%	0.04%	99.69%	99.10%
31-Jul-07	V_WANCI	1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
1-Aug-07	V_WANCI	1	99.75%	0.08%	99.67%	99.18%
		2	99.58%	0.12%	99.46%	98.73%
		3	96.24%	0.14%	96.11%	96.91%
2-Aug-07	V_WANCI	1	99.82%	0.13%	99.70%	99.32%
		2	99.68%	0.13%	99.55%	99.34%
		3	98.98%	0.12%	98.86%	97.01%
3-Aug-07	V_WANCI	1	99.63%	0.22%	99.41%	99.21%
		2	99.32%	0.12%	99.20%	98.74%
		3	99.19%	0.05%	99.15%	98.55%
Rata-rata			99.21%	0.14%	99.07%	98.92%

**Tabel III.4. Data Kualitas BTS Tomia**

NAMA KARIR : MKS - Tomia

NAMA BTS : V\_TOMIA

TANGGAL PEMASANGAN : 1-Agustus-2007



Tanggal	Nama BTS	Sektor	OSS PARAMETER			
			CSSR	CDR	SCR	HOSR
25-Jul-07	V_TOMIA	1	89.81%	0.32%	89.52%	96.31%
		2	85.51%	1.50%	84.22%	99.49%
		3	88.97%	0.71%	88.35%	99.41%
26-Jul-07	V_TOMIA	1	97.29%	0.37%	96.93%	95.14%
		2	96.84%	1.90%	95.01%	99.35%
		3	97.31%	0.86%	96.47%	99.07%

27-Jul-07	V_TOMIA	1	86.99%	0.34%	86.69%	94.29%
		2	87.78%	2.00%	86.02%	98.91%
		3	91.34%	1.32%	90.14%	98.72%
28-Jul-07	V_TOMIA	1	88.45%	0.42%	88.08%	96.89%
		2	90.79%	1.71%	89.25%	98.88%
		3	94.17%	0.82%	93.39%	99.19%
29-Jul-07	V_TOMIA	1	92.36%	0.49%	91.91%	95.20%
		2	91.40%	1.58%	89.95%	99.26%
		3	95.48%	0.78%	94.74%	98.86%
30-Jul-07	V_TOMIA	1	97.11%	0.24%	96.88%	94.36%
		2	95.04%	1.63%	93.48%	99.25%
		3	93.73%	0.67%	93.10%	99.23%
31-Jul-07	V_TOMIA	1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
Rata-rata			92.50%	1.07%	91.52%	97.79%

**Tabel III.5.** Data Kualitas BTS Salakan

NAMA KARIR : MKS - Salakan  
 NAMA BTS : V\_SALAKAN  
 TANGGAL PEMASANGAN : 17-Juli-2007



Tanggal	Nama BTS	Sektor	OSS PARAMETER			
			CSSR	CDR	SCR	HOSR
10-Jul-07	V_SALAKAN	1	97.57%	0.40%	97.17%	99.50%
		2	99.75%	0.68%	99.07%	99.12%
		3	95.30%	0.15%	95.16%	95.05%
11-Jul-07	V_SALAKAN	1	99.43%	0.40%	99.04%	99.43%
		2	100.00%	0.18%	99.82%	99.86%
		3	96.78%	0.12%	96.66%	95.30%
12-Jul-07	V_SALAKAN	1	99.74%	0.50%	99.25%	99.13%
		2	100.00%	0.43%	99.57%	99.80%
		3	96.63%	0.13%	96.51%	75.22%
13-Jul-07	V_SALAKAN	1	99.73%	0.34%	99.39%	99.71%
		2	100.00%	0.19%	99.81%	99.21%
		3	97.65%	0.29%	97.36%	97.65%
14-Jul-07	V_SALAKAN	1	98.48%	0.18%	98.30%	99.39%
		2	100.00%	0.18%	99.82%	99.37%
		3	96.35%	0.10%	96.26%	96.17%
15-Jul-07	V_SALAKAN	1	99.95%	0.39%	99.56%	99.36%
		2	99.95%	0.13%	99.82%	99.73%
		3	97.82%	0.07%	97.75%	96.16%
16-Jul-07	V_SALAKAN	1	99.17%	0.54%	98.63%	98.23%

		2	100.00%	1.17%	98.83%	98.50%
		3	95.43%	0.10%	95.34%	90.71%
Rata-rata			98.56%	0.32%	98.24%	96.98%

■ = Nilai dibawah target

### 3.3 PERHITUNGAN DAN PENGHEMATAN LEBAR PITA

Optimisasi lalu lintas pada antarmuka Abis sangat bervariasi, tergantung pada konfigurasi radio di lokasi sel tertentu, (biasanya ukuran sel dan jumlah TRXs yang digunakan), dan bergantung pula dari perusahaan pembuat, versi perangkat lunak yang digunakan dan konfigurasi Abis yang telah ditentukan oleh perusahaan pembuat atau operator sesuai dengan antarmuka Abis tertentu yang berdasarkan tipe dari lalu-lintasnya.

Dibawah ini adalah beberapa aplikasi optimisasi lebarpita (dalam %) terhadap muatan aktual dari lalu lintas antarmuka Abis :

- % optimisasi per TCH dari lalulintas suara = 30 %, dengan asumsi kondisi diam selama pembicaraan = 35 %.
- % optimisasi per TCH yang tidak digunakan = 100 %
- % optimisasi per kanal pensinyalan, 16 Kbps atau 64 Kbps = 75 % - 100 %.

Nilai-nilai ini merupakan suatu nilai teori berdasarkan algoritma pemrosesan lalu-lintas yang digunakan. Bagaimanapun juga, pada kondisi sebenarnya lalu-lintas yang terobservasi pada antarmuka Abis di jaringan yang sudah berjalan sangatlah berbeda dari kenyataannya. Berdasarkan rumus [2.1], [2.2] dan tabel III.6 lebar pita aktual dari antarmuka Abis pada tiap-tiap BTS yaitu :

**Tabel III.6.** Data Lalulintas dan Penggunaan setiap BTS

Regional	BSC Name	Site Location	Cluster	Cell Name	TRX Install	Traffic (Erl)	Cell Utilization(%)
		Urban/ SubUrban				(24H)	(24H)
Regional1	HW_KIMA1	Sub Urban	Cluster 28	V_SALAKAN1	2	65.70	55.78%
Regional1	HW_KIMA1	Sub Urban	Cluster 28	V_SALAKAN2	2	27.40	20.13%
Regional1	HW_KIMA1	Sub Urban	Cluster 28	V_SALAKAN3	4	297.84	105.47%
Regional1	HW_KIMA1	Sub Urban	Cluster 28	V_TOMIA1	4	259.27	98.91%
Regional1	HW_KIMA1	Sub Urban	Cluster 28	V_TOMIA2	4	155.56	50.44%

Regional1	HW_KIMA1	Sub Urban	Cluster 28	V_TOMIA3	4	224.37	75.41%
Regional1	HW_KIMA1	Sub Urban	Cluster 28	V_WANCI1	4	181.97	59.19%
Regional1	HW_KIMA1	Sub Urban	Cluster 28	V_WANCI2	4	219.37	69.18%
Regional1	HW_KIMA1	Sub Urban	Cluster 28	V_WANCI3	4	225.31	74.49%
Regional3	HW_APO	Sub Urban	Cluster 23	V_MANOKWARI1	4	81.99	41.41%
Regional3	HW_APO	Sub Urban	Cluster 23	V_MANOKWARI2	4	67.20	18.88%
Regional3	HW_APO	Sub Urban	Cluster 23	V_MANOKWARI3	2	18.31	21.42%
Regional3	HW_APO	Sub Urban	Cluster 23	V_UNIPA1	1	5.29	12.65%
Regional3	HW_APO	Sub Urban	Cluster 23	V_UNIPA2	2	19.31	15.25%
Regional3	HW_APO	Sub Urban	Cluster 23	V_UNIPA3	2	5.42	11.05%
Regional3	HW_APO	Sub Urban	Cluster 23	V_PERUM_BTN_BIAK1	1	3.32	22.19%
Regional3	HW_APO	Sub Urban	Cluster 23	V_PERUM_BTN_BIAK2	1	31.91	110.86%
Regional3	HW_APO	Sub Urban	Cluster 23	V_PERUM_BTN_BIAK3	1	19.60	87.00%
Regional3	HW_APO	Sub Urban	Cluster 23	V_PINTU_ANGIN1	2	11.34	14.52%
Regional3	HW_APO	Sub Urban	Cluster 23	V_PINTU_ANGIN2	2	21.09	29.56%
Regional3	HW_APO	Sub Urban	Cluster 23	V_PINTU_ANGIN3	2	2.35	4.70%
Regional3	HW_APO	Sub Urban	Cluster 23	V_TVRI_BIAK1	2	84.31	84.93%
Regional3	HW_APO	Sub Urban	Cluster 23	V_TVRI_BIAK2	2	47.91	49.18%
Regional3	HW_APO	Sub Urban	Cluster 23	V_TVRI_BIAK3	2	9.26	18.55%

Sumber : Indosat, Divisi Quality Network

- Untuk BTS V\_WANCI sektor 1,2 dan 3, dengan menggunakan pendekatan PCU, besar lebar pita yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Abis\_BW} &= 16 + \text{PCU} \times \text{Jumlah TRX} \times 80 \\
 &= 16 + \left( \frac{59.19 + 69.18 + 74.49}{3} \right) \% \times (4 \times 3) \times 80 \\
 &= 16 + 67.62 \% \times 12 \times 80 \\
 &= 16 + 649 = \mathbf{665 \text{ Kbps}}
 \end{aligned}$$

Dengan pendekatan rata-rata lalu lintas BTS, besar lebar pita yang dibutuhkan adalah sebesar :

$$\begin{aligned}
 \text{Abis\_BW} &= 16 + \text{Total Erlang} \times 10 \\
 &= 16 + (181.97 + 219.37 + 225.31) \times 10 \\
 &= 16 + 6260 = \mathbf{6276 \text{ Kbps}}
 \end{aligned}$$

- Untuk BTS V\_TOMIA sektor 1,2 dan 3, dengan menggunakan pendekatan PCU, besar lebar pita yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Abis\_BW} &= 16 + \text{PCU} \times \text{Jumlah TRX} \times 80 \\
 &= 16 + \left( \frac{98.91 + 50.44 + 75.41}{3} \right) \% \times (4 \times 3) \times 80 \\
 &= 16 + 74.92 \% \times 12 \times 80 \\
 &= 16 + 719 = \mathbf{735 \text{ Kbps}}
 \end{aligned}$$

Dengan pendekatan rata-rata lalu lintas BTS, besar lebar pita yang dibutuhkan adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Abis\_BW} &= 16 + \text{Total\_Erlang} \times 10 \\ &= 16 + (259.27 + 155.56 + 224.37) \times 10 \\ &= 16 + 6390 = \mathbf{6406 \text{ Kbps}} \end{aligned}$$

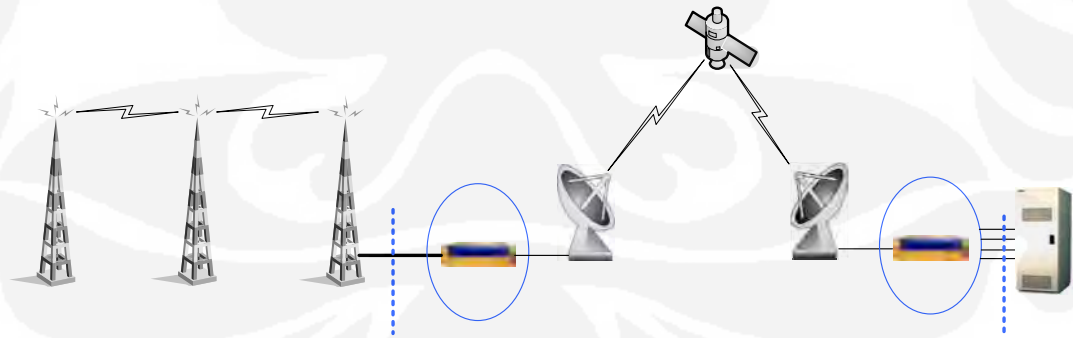
- Untuk BTS V\_SALAKAN sektor 1,2 dan 3, dengan menggunakan pendekatan PCU, besar lebar pita yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Abis\_BW} &= 16 + \text{PCU} \times \text{Jumlah TRX} \times 80 \\ &= 16 + \left( \frac{55.78 + 20.13 + 105.47}{3} \right) \% \times (2 + 2 + 4) \times 80 \\ &= 16 + 60.46 \% \times 8 \times 80 \\ &= 16 + 387 = \mathbf{403 \text{ Kbps}} \end{aligned}$$

Dengan pendekatan rata-rata lalu lintas BTS, besar lebar pita yang dibutuhkan adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Abis\_BW} &= 16 + \text{Total\_Erlang} \times 10 \\ &= 16 + (65.70 + 27.40 + 297.84) \times 10 \\ &= 16 + 3910 = \mathbf{3926 \text{ Kbps}} \end{aligned}$$

BTS Biak dan Manokwari memiliki konfigurasi BTS yang berbeda dengan BTS Wanci, Tomia dan Salakan. Perbedaan tersebut ditunjukkan oleh gambar 3.2. dan gambar 3.3



**Gambar 3.2. Konfigurasi BTS Biak**

- Untuk BTS Pintu\_Angin, BTS BTN\_Biak dan BTS TVRI\_Biak sektor 1,2 dan 3, dengan menggunakan pendekatan PCU, besar lebar pita yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned}
\text{Abis\_BW} &= 16 + \text{PCU} \times \text{Jumlah TRX} \times 80 \\
&= 16 + \left( \frac{73.35 + 16.26 + 52.55}{3} \right) \% \times (15) \times 80 \\
&= 16 + 47.38 \% \times 15 \times 80 \\
&= 16 + 569 = \mathbf{585 \text{ Kbps}}
\end{aligned}$$

Dengan pendekatan rata-rata lalu lintas BTS, besar lebar pita yang dibutuhkan adalah sebesar :

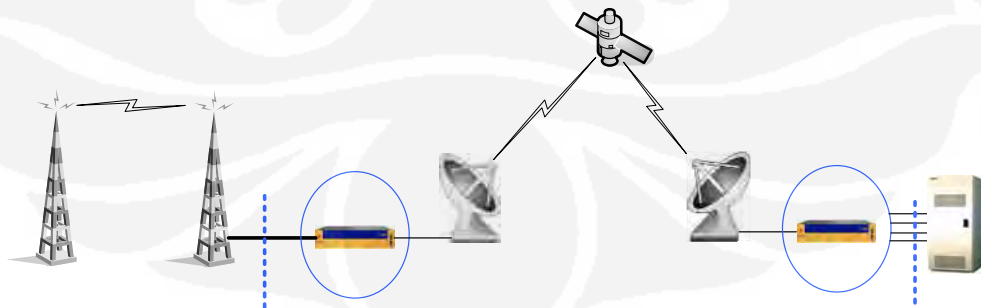
$$\begin{aligned}
\text{Abis\_BW} &= 16 + \text{Total\_Erlang} \times 10 \\
&= 16 + (231) \times 10 \\
&= 16 + 2310 = \mathbf{2326 \text{ Kbps}}
\end{aligned}$$

- Untuk BTS V\_MANOKWARI sektor 1,2 dan 3, dengan menggunakan pendekatan PCU, besar lebar pita yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned}
\text{Abis\_BW} &= 16 + \text{PCU} \times \text{Jumlah TRX} \times 80 \\
&= 16 + \left( \frac{27.23 + 12.93}{2} \right) \% \times (4 \times 3) \times 80 \\
&= 16 + 20.08 \% \times 15 \times 80 \\
&= 16 + 241 = \mathbf{257 \text{ Kbps}}
\end{aligned}$$

Dengan pendekatan rata-rata lalu lintas BTS, besar lebar pita yang dibutuhkan adalah sebesar :

$$\begin{aligned}
\text{Abis\_BW} &= 16 + \text{Total\_Erlang} \times 10 \\
&= 16 + (197.5) \times 10 \\
&= 16 + 1975 \\
&= \mathbf{1991 \text{ Kbps}}
\end{aligned}$$



**Gambar 3.3. Konfigurasi BTS Manokwari**

Perhitungan lebar pita dengan pendekatan nilai lalulintas informasi, dapat lebih mewakili keadaan sebenarnya dibandingkan dengan nilai utilisasi pada jam sibuk. Tetapi tidak menutup kemungkinan pula, bahwa pendekatan utilisasi sel akan menghasilkan suatu nilai yang lebih besar dibandingkan dengan pendekatan lalu lintas rata-rata. Kondisi ini tercapai bila, suatu BTS lebih banyak digunakan untuk melewatkan informasi berupa data. Informasi data hanya menghasilkan rasio optimisasi yang sangat kecil dibandingkan dengan informasi suara, karena kondisi diam tidak dikenali dalam informasi data.

Dengan adanya optimisasi pada sistem transmisi satelit maka lebar pita yang digunakan dapat dihemat. Perangkat optimasi akan menghemat lebar pita pada beberapa aspek. Aspek-aspek tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel III.7.** Penghematan Lebar Pita pada Kanal E1 dengan Menggunakan Perangkat Optimasi

Tipe Kanal	Lebar pita TDM	Lebar pita Abis hasil Optimasi	Penghematan
Pensinyalan O&M	64 Kbps	16 Kbps	75%
Pensinyalan TRX	64 Kbps	0 Kbps	100%
TCH Aktif (FR)	16 Kbps	9.5 Kbps	40%
TCH Aktif (HR)	8 Kbps	5.2 Kbps	35%
Bingkai kosong	16 Kbps	0.4 Kbps	97.50%
EDGE	128 Kbps	64 Kbps	50%

Sumber : Memotec, Abis Optimizer

Diluar aspek-aspek tersebut, yang terpenting adalah kondisi diam selama pembicaraan yaitu mengambil porsi yang terbesar. Berdasarkan hasil penelitian dan survei, didapat kebiasaan suatu pembicaraan akan menghasilkan suatu nilai diam rata-rata sebesar 35 %.

Misalkan lama pembicaraan 10 menit, maka 3,5 menit merupakan kondisi diam. Berdasarkan fakta tersebut, dapat dihitung dan dirumuskan berapa besar lebar pita yang sebenarnya dibutuhkan dalam suatu pembicaraan. Suatu kanal suara pada sistem GSM akan menempati sebuah *sub-timeslot* pada antar muka A-bis. Besarnya satu buah *sub-timeslot* sesuai dengan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya adalah sebesar 16 Kbps. Dengan asumsi bahwa 35 % adalah kondisi diam, maka lebar pita aktual yang dibutuhkan adalah sebesar  $35\% \times 16 \text{ Kbps} = 10 \text{ Kbps}$ . Dengan memasukkan aspek-aspek pada tabel III.7 dan hasil perhitungan lebar pita, maka dapat diketahui rumusan lebar pita yang mendekati nilai idealnya yaitu :

$$\text{Lebar Pita} = 16 + 10 \times \text{banyaknya sub-timeslot}$$

Suatu studi kasus menghitung lebar pita pada transmisi antar muka Abis adalah sebagai berikut :

Pada suatu BTS dalam waktu tertentu tercatat 48 panggilan. Lebar pita yang dibutuhkan pada jalur transmisi satelit dapat dihitung berdasarkan rumus [3.1].

- Tanpa menggunakan perangkat optimisasi :

48 panggilan akan menduduki 48 *sub-timeslot* dan tiap-tiap *timeslot* terdiri dari 4 *sub-timeslot*. Sehingga total *timeslot* yang dibutuhkan untuk transmisi sebesar 12 *timeslot*. 12 *time slot* berarti menempati 6 TRX pada antarmuka Abis. Pensinyalan untuk tiap-tiap TRX adalah sebesar 16 Kbps. Total lebar pita adalah  $(128 \text{ Kbs} \times 6) + (16 \text{ Kbps} \times 6) = 768 \text{ Kbps} + 96 \text{ Kbps} = 864 \text{ Kbps}$

- Dengan menggunakan perangkat optimisasi :

Lebar pita =  $16 + (10 \times 48) = 16 + 480 = 496 \text{ Kbps}$ .

Dengan membandingkan hasil diatas, penghematan yang dapat dilakukan yaitu

$$\text{sebesar : } \frac{864 - 496}{864} \times 100\% = 43\%$$

TS No	TRX No				Type
0					
1	0	0	0	0	TTTT
2	0	0	1	1	TTTT
3	1	1	1	1	TTTT
4	1	2	2	2	TTTT
5	2	2	2	2	TTTT
6	3	3	3	3	TTTT
7	3	3	3	4	TTTT
8	4	4	4	4	TTTT
9	4	5	5	5	TTTT
10	5	5	5	5	TTTT
11	6	6	6	6	TTTT
12	6	6	6	7	TTTT
13	7	7	7	7	TTTT
14	7	7	8	8	TTTT
15	8	8	8	8	TTTT
16	9	9	9	9	TTTT
17	9	9	10	10	TTTT
18	10	10	10	10	TTTT
19	10	11	11	11	TTTT
20	11	11	11	11	TTTT
21					Unallocated
22					Unallocated
23					Unallocated
24					Unallocated
25					Unallocated
26					Unallocated
27					Unallocated
28	11				RSL TS
29	7	8	9	10	RSL TS
30	3	4	5	6	RSL TS
31					OML TS

TS No	TRX No				Type
0					
1	0	0	0	0	TTTT
2	0	0	1	1	TTTT
3	1	1	1	1	TTTT
4	2	2	2	2	TTTT
5	2	2	3	3	TTTT
6	3	3	3	3	TTTT
7	3	4	4	4	TTTT
8	4	4	4	5	TTTT
9	5	5	5	5	TTTT
10	5	6	6	6	TTTT
11	6	6	6	6	TTTT
12	7	7	7	7	TTTT
13	7	7	7	8	TTTT
14	8	8	8	8	TTTT
15	8	9	9	9	TTTT
16	9	9	9	10	TTTT
17	10	10	10	10	TTTT
18	10	10	11	11	TTTT
19	11	11	11	11	TTTT
20	11	-1	-1	-1	TUUU
21					Unallocated
22					Unallocated
23					Unallocated
24					Unallocated
25					Unallocated
26					Unallocated
27					Unallocated
28	11				RSL TS
29	7	8	9	10	RSL TS
30	3	4	5	6	RSL TS
31					OML TS

Gambar 3.4. Konfigurasi *Time Slot* BTS Wanci dan Tomia



TS No	TRX No				Type
0					
1	0	0	0	0	TTTT
2	0	0	1	1	TTTT
3	1	1	1	1	TTTT
4	1	4	4	4	TTTT
5	4	4	4	5	TTTT
6	5	5	5	5	TTTT
7	5	5	8	8	TTTT
8	8	8	8	8	TTTT
9	9	9	9	9	TTTT
10	9	9	9	10	TTTT
11	10	10	10	10	TTTT
12	10	11	11	11	TTTT
13	11	11	11	-1	TTTU
14					Unallocated
15					Unallocated
16					Unallocated
17					Unallocated
18					Unallocated
19					Unallocated
20					Unallocated
21					Unallocated
22					Unallocated
23					Unallocated
24					Unallocated
25					Unallocated
26					Unallocated
27					Unallocated
28					Unallocated
29	11				RSL TS
30	5	8	9	10	RSL TS
31					OML TS

**Gambar 3.5. Konfigurasi Time Slot BTS Salakan**

Untuk mengetahui besar lebar pita pada tiap-tiap BTS dengan menggunakan rumus [3.1] dan kemudian menghitung presentase penghematan, diperlukan informasi mengenai konfigurasi *time slot*. Konfigurasi time slot tiap-tiap BTS ditunjukkan pada gambar 3.4 dan 3.5.

- BTS Wanci tanpa menggunakan perangkat optimisasi dengan asumsi semua *sub-timeslot* diduduki pada saat yang bersamaan :

$$(16 \text{ Kbps} \times 80) + (16 \text{ Kbps} \times 9) + 64 \text{ Kbps} = 1280 \text{ Kbps} + 208 \text{ Kbps} = \mathbf{1488}$$

**Kbps**

Dengan menggunakan perangkat optimisasi :

$$\text{Lebar pita} = 16 + (10 \times 80) = 16 + 800 = \mathbf{816 \text{ Kbps}}$$

Penghematan yang dapat dilakukan yaitu sebesar :

$$\frac{1488 - 816}{1488} \times 100\% = 45\%$$

- BTS Tomia tanpa menggunakan perangkat optimisasi dengan asumsi semua *sub-timeslot* diduduki pada saat yang bersamaan :

$$(16 \text{ Kbps} \times 77) + (16 \text{ Kbps} \times 9) + 64\text{Kbps} = 1232 \text{ Kbps} + 208 \text{ Kbps} = \mathbf{1440 \text{ Kbps}}$$

Dengan menggunakan perangkat optimisasi :

$$\text{Lebar pita} = 16 + (10 \times 77) = 16 + 770 = \mathbf{786 \text{ Kbps}}$$

Penghematan yang dapat dilakukan yaitu sebesar :

$$\frac{1440 - 786}{1440} \times 100\% = 45\%$$

- BTS Salakan tanpa menggunakan perangkat optimisasi dengan asumsi semua *sub-timeslot* diduduki pada saat yang bersamaan :

$$(16 \text{ Kbs} \times 51) + (16 \text{ Kbps} \times 5) + 64\text{Kbps} = 816 \text{ Kbps} + 144 \text{ Kbps} = \mathbf{960 \text{ Kbps}}$$

Dengan menggunakan perangkat optimisasi :

$$\text{Lebar pita} = 16 + (10 \times 51) = 16 + 510 = \mathbf{526 \text{ Kbps}}$$

Penghematan yang dapat dilakukan yaitu sebesar :

$$\frac{960 - 526}{960} \times 100\% = 45\%$$

BTS V_MANOKWARI					BTS BIAK						
TS No	TRX No				Type	TS No	TRX No				Type
0						0					
1	0	0	0	0	TTTT	1	0	0	0	0	TTTT
2	0	0	1	1	TTTT	2	0	0	0	1	TTTT
3	1	1	1	1	TTTT	3	1	1	1	1	TTTT
4	2	2	2	2	TTTT	4	1	4	4	4	TTTT
5	2	2	2	3	TTTT	5	4	4	4	4	TTTT
6	3	3	3	3	TTTT	6	5	5	5	5	TTTT
7	3	3	3	4	TTTT	7	5	5	8	8	TTTT
8	4	4	4	4	TTTT	8	8	8	8	8	TTTT
9	4	5	5	5	TTTT	9	8	9	9	9	TTTT
10	5	5	5	5	TTTT	10	9	9	9	-1	TTTT
11	6	6	6	6	TTTT	11	0	0	0	0	TTTT
12	6	6	6	7	TTTT	12	0	0	1	1	TTTT
13	7	7	7	7	TTTT	13	1	1	1	1	TTTT
14	7	7	7	8	TTTT	14	1	4	4	4	TTTT
15	8	8	8	8	TTTT	15	4	4	4	5	TTTT
16	8	9	9	9	TTTT	16	5	5	5	5	TTTT
17	9	9	9	-1	TTTTU	17	5	5	8	8	TTTT
18	0	0	0	0	TTTT	18	8	8	8	8	TTTT
19	0	0	4	4	TTTT	19	9	9	9	9	TTTT
20	4	4	4	4	TTTT	20	9	9	9	-1	TTTTU
21	5	5	5	5	TTTT	21	0	0	0	0	TTTT
22	5	5	5	8	TTTT	22	0	0	4	4	TTTT
23	8	8	8	8	TTTT	23	4	4	4	4	TTTT
24	8	9	9	9	TTTT	24	8	8	8	8	TTTT
25	9	9	9	9	TTTT	25	8	8	-1	-1	TTTTU
26					Unlocated	26					Unlocated
27	8	9			RSL TS	27	5	8	9		RSL TS
28	7	8	9		RSL TS	28	5	8	9		RSL TS
29	3	4	5	6	RSL TS	29					OML TS
30					OML TS	30					OML TS
31					OML TS	31					OML TS

Gambar 3.6. Konfigurasi *Time Slot* BTS Manokwari dan BTS Biak

- BTS Manokwari tanpa menggunakan perangkat optimisasi dengan asumsi semua *sub-timeslot* diduduki pada saat yang bersamaan :

$$(16\text{Kbps} \times 100) + (16\text{Kbps} \times 9) + 128\text{Kbps} = 1600\text{Kbps} + 272\text{Kbps} = \mathbf{1872}$$

**Kbps**

Dengan menggunakan perangkat optimisasi :

$$\text{Lebar pita} = 16 + (10 \times 100) = 16 + 1000 = \mathbf{1016 \text{ Kbps}}$$

Penghematan yang dapat dilakukan yaitu sebesar :

$$\frac{1872 - 1016}{1872} \times 100\% = 45\%$$

- BTS Biak tanpa menggunakan perangkat optimisasi dengan asumsi semua *sub-timeslot* diduduki pada saat yang bersamaan :

$$(16\text{Kbps} \times 98) + (16 \text{ Kbps} \times 6) + 192\text{Kbps} = 1568\text{Kbps} + 288\text{Kbps} = \mathbf{1856}$$

**Kbps**

Dengan menggunakan perangkat optimisasi :

$$\text{Lebar pita} = 16 + (10 \times 98) = 16 + 980 = \mathbf{996 \text{ Kbps}}$$

Penghematan yang dapat dilakukan yaitu sebesar :

$$\frac{1856 - 996}{1856} \times 100\% = 46\%$$

Dari hasil perhitungan diatas dan analisa akan kebutuhan penambahan kapasitas jaringan, diketahui bahwa kapasitas transmisi yang dibutuhkan untuk menangani lalulintas informasi BTS-BSC dengan adanya penambahan perangkat optimasi adalah sebesar 50 % dari kapasitas yang sudah terpasang. Sebagai contoh, untuk kapasitas transmisi BTS Biak pada saat ini adalah 2048 Kbps. Dengan adanya pemasangan perangkat optimasi, kapasitas jaringan transmisi BTS Biak adalah sebesar 1024 Kbps dengan jumlah lalulintas informasi yang sama.

### **3.4 KUALITAS JARINGAN DAN DAERAH CAKUPAN**

Setelah pemasangan perangkat optimasi selesai, dilakukan pengetasan dan pengukuran terhadap kualitas jaringan serta diharapkan hasilnya sesuai dengan target kualitas yang telah ditetapkan sebelumnya atau minimal sama dengan hasil sebelum pemasangan perangkat pada jaringan. Nilai target yang harus dicapai untuk tiap-tiap parameter adalah sebagai berikut :

1. CSSR  $\geq$  94 %
2. CDR  $\leq$  3 %
3. SCR  $\geq$  94 %
4. PDD  $\leq$  16 detik
5. RxLevel sesudah pemasangan = RxLevel sebelum pemasangan
6. SQI sesudah pemasangan = SQI sebelum pemasangan
7. Daerah cakupan tidak mengalami penurunan

Nilai-nilai diatas tidak lantas dijadikan harga mati untuk menentukan kualitas dari jaringan. Penurunan kualitas masih dapat diterima dengan indeks toleransi sebesar 3%. Selama pengukuran dan pengetesan, faktor manusia dan alam juga mempengaruhi hasil dari pengukuran kualitas jaringan. Sehingga untuk mengantisipasi hasil pengukuran yang kurang bagus, pengambilan contoh dilakukan lebih dari satu kali untuk tiap-tiap parameter kualitas.

**Tabel III.8.** Data Pengukuran *Drive Test* pada BTS Biak

Data sebelum pemasangan

Data setelah pemasangan

DRIVE TEST PARAMETER							
No Of Sample	CSSR	CDR	SCR	PDD (Second)	Rx Level Sub $\geq$ -80 dB	SQI > 22	SQI > 17
1	97.22%	4.29%	97.22%	13.0	38.59%	92.10%	94.99%
2	100.00%	2.59%	97.40%	13.8	43.76%	93.97%	95.14%
3	96.96%	1.56%	95.44%	14.4	45.60%	94.14%	95.71%
4	100.00%	1.53%	98.47%	13.1	49.35%	96.17%	96.81%
	<b>98.55%</b>	<b>2.49%</b>	<b>97.13%</b>	<b>13.575</b>	<b>44.33%</b>	<b>94.10%</b>	<b>95.66%</b>
1	98.36%	1.66%	96.78%	14.2	53.60%	91.16%	93.73%
2	98.33%	1.69%	96.66%	13.5	51.76%	93.13%	95.22%
3	98.43%	1.58%	96.87%	16.9	57.99%	89.86%	93.59%
4	98.46%	0.00%	98.46%	15.0	64.64%	97.38%	98.88%
	<b>98.40%</b>	<b>1.23%</b>	<b>97.19%</b>	<b>14.9</b>	<b>57.00%</b>	<b>92.88%</b>	<b>95.36%</b>



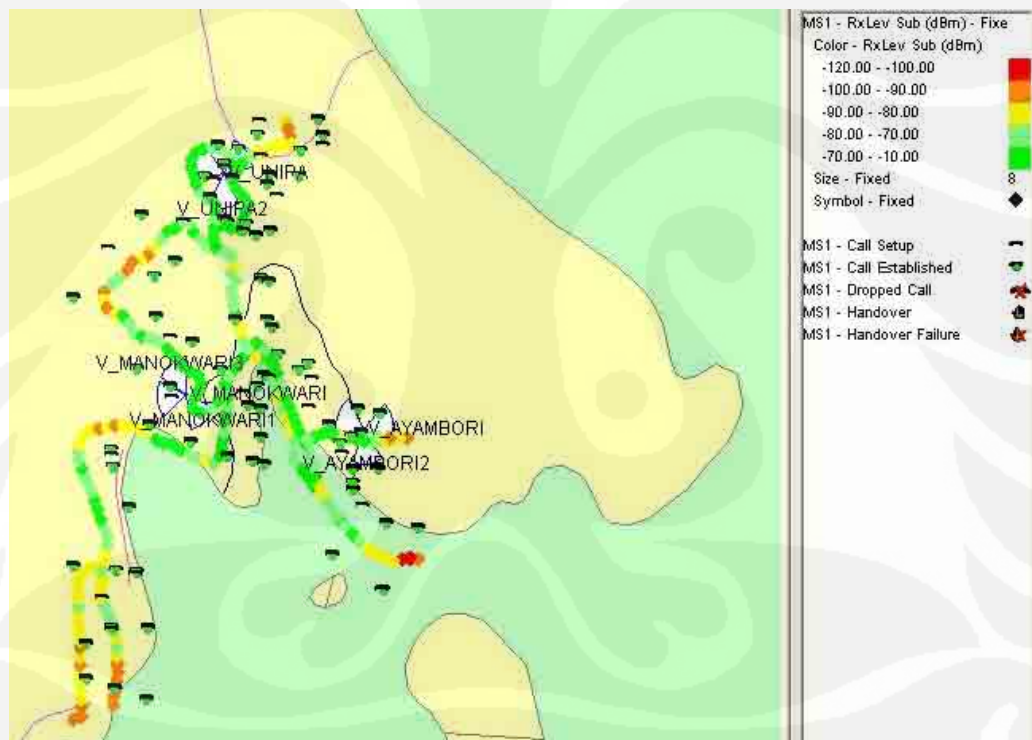
**Gambar 3.7. Daerah Cakupan BTS Biak Sebelum Pemasangan**



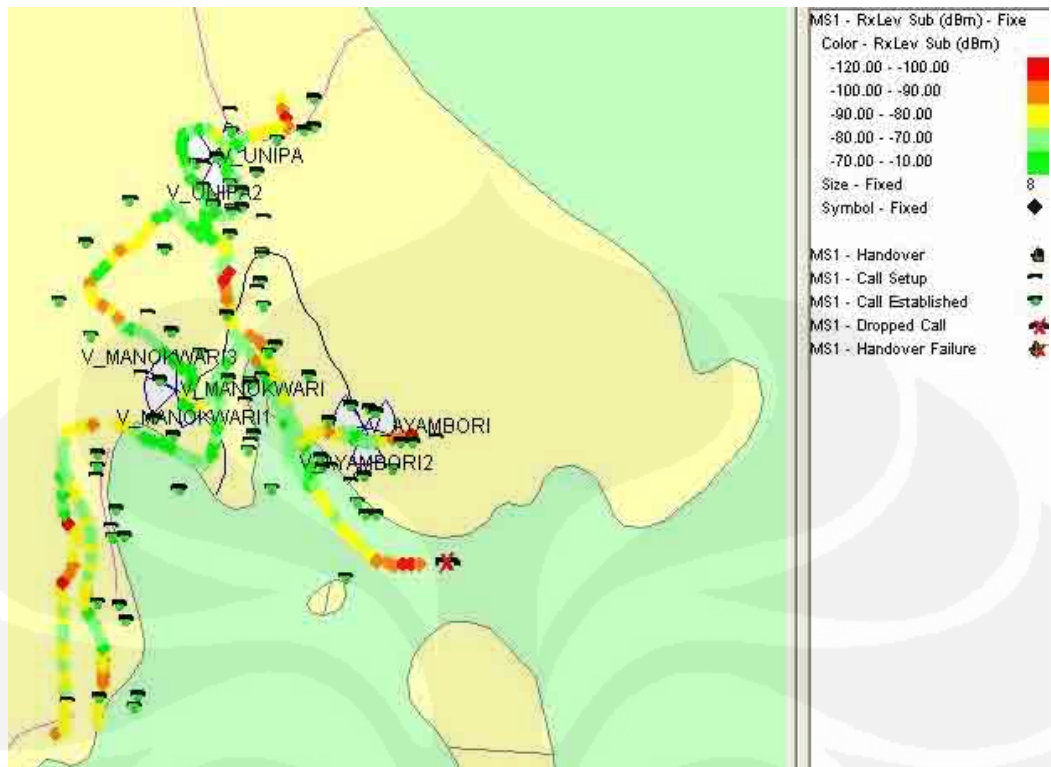
**Gambar 3.8. Daerah Cakupan BTS Biak Setelah Pemasangan**

**Tabel III.9. Data Pengukuran Drive Test pada BTS Manokwari**

DRIVE TEST PARAMETER							
No Of Sample	CSSR	CDR	SCR	PDD (Second)	Rx Level Sub >= -80 dB	SQI > 22	SQI > 17
1	100.00%	0.00%	100.00%	13.4	58.13%	97.31%	98.26%
2	96.92%	0.00%	96.92%	14.6	17.99%	92.44%	95.46%
3	100.00%	0.00%	100.00%	14.6	64.95%	97.38%	97.95%
4	98.71%	1.29%	97.52%	13.9	73.11%	97.35%	98.12%
	<b>98.91%</b>	<b>0.32%</b>	<b>98.61%</b>	<b>14.125</b>	<b>53.55%</b>	<b>96.12%</b>	<b>97.45%</b>
1	77.52%	0.00%	77.52%	15.9	62.64%	95.28%	96.93%
2	73.03%	1.53%	71.93%	16.3	59.49%	94.73%	96.67%
3	89.33%	7.40%	82.71%	16.5	61.23%	94.73%	96.67%
4	87.34%	5.79%	82.28%	16.5	63.94%	88.41%	89.63%
	<b>81.81%</b>	<b>3.68%</b>	<b>78.61%</b>	<b>16.3</b>	<b>61.83%</b>	<b>93.29%</b>	<b>94.98%</b>



**Gambar 3.9. Daerah Cakupan BTS Manokwari Sebelum Pemasangan**

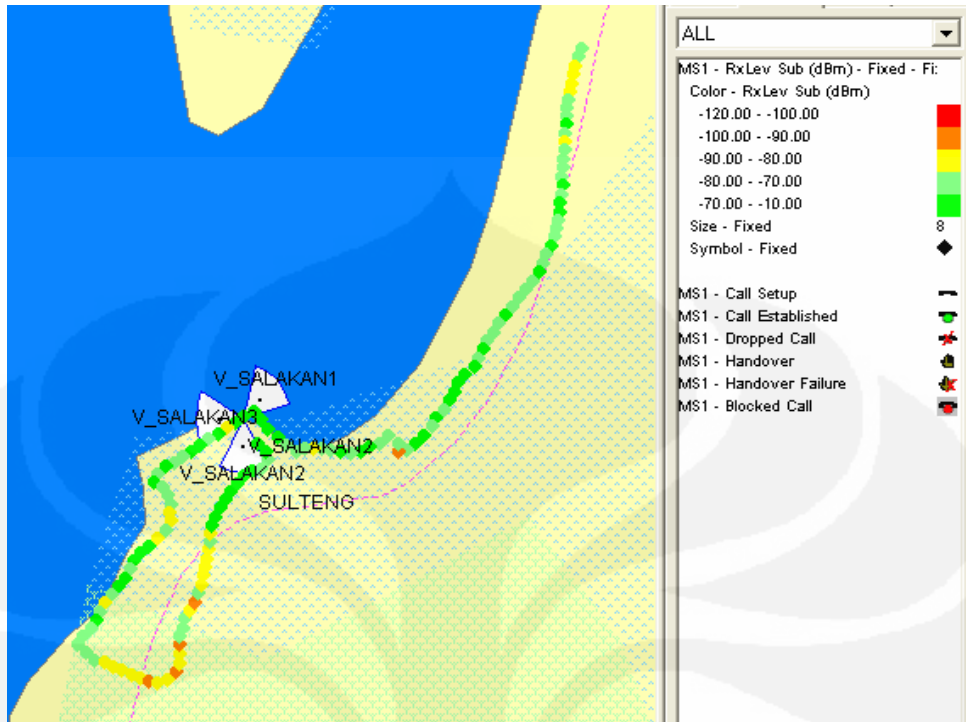


**Gambar 3.10. Daerah Cakupan BTS Manokwari Setelah Pemasangan**

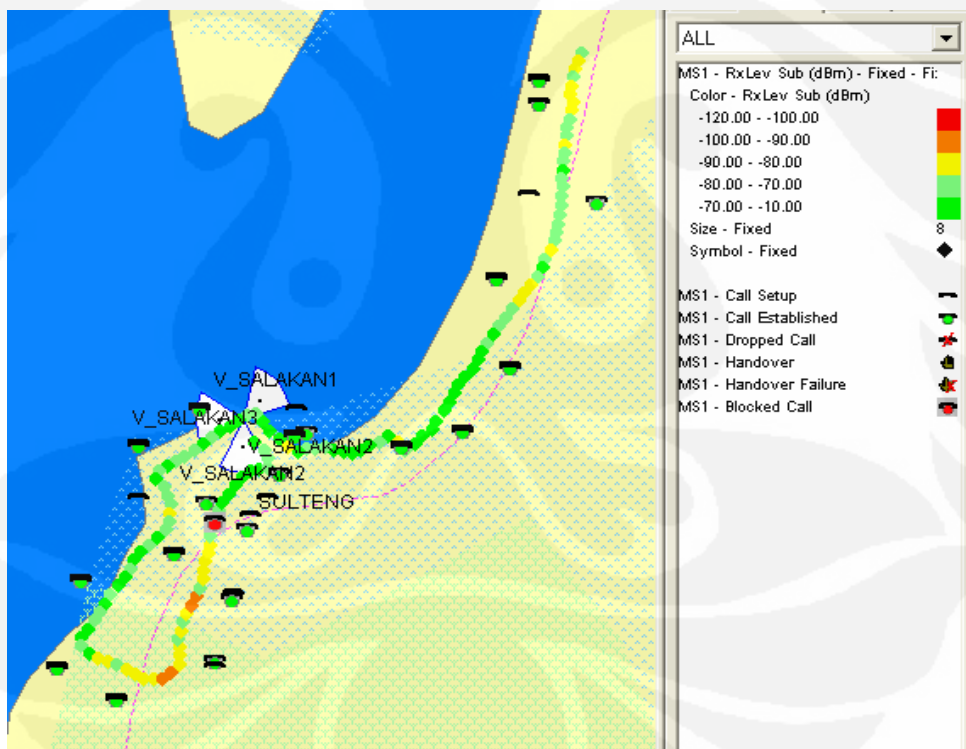
**Tabel III.10. Data Pengukuran Drive Test pada BTS Salakan**

DRIVE TEST PARAMETER							
No Of Sample	CSSR	CDR	SCR	PDD (Second)	Rx Level Sub >= -80 dB	SQI > 22	SQI > 17
1	-	-	-	12.6	79.78%	93.33%	94.95%
2	100.00%	0.00%	100.00%	13.4	77.54%	98.94%	99.60%
3	90.48%	0.00%	90.48%	13.1	72.09%	98.70%	99.52%
	95.24%	0.00%	95.24%	13.03	76.47%	96.99%	98.02%
1	100.00%	0.00%	100.00%	13.5	74.78%	96.42%	97.54%
2	100.00%	9.00%	91.00%	13.2	69.99%	97.49%	98.58%
3	100.00%	0.00%	100.00%	13.5	69.75%	90.41%	99.48%
	100.00%	3.00%	97.00%	13.4	71.51%	94.77%	98.53%





**Gambar 3.11. Daerah Cakupan BTS Salakan Sebelum Pemasangan**

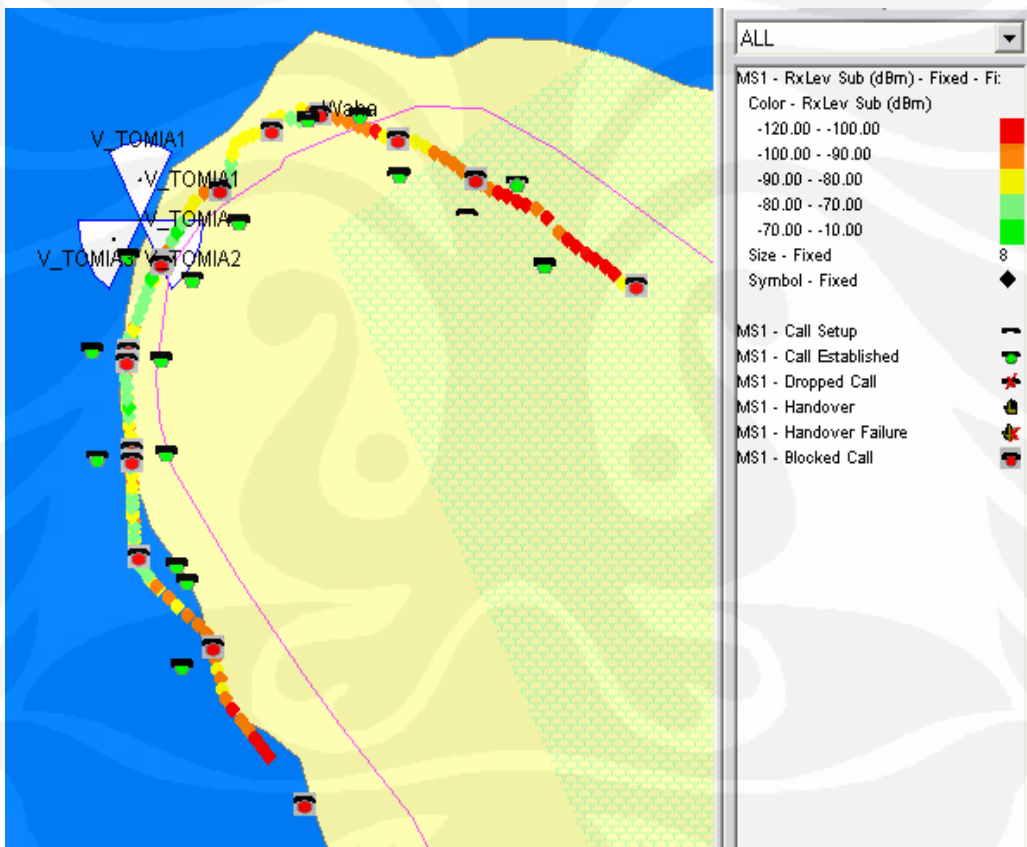


**Gambar 3.12. Daerah Cakupan BTS Salakan Setelah Pemasangan**

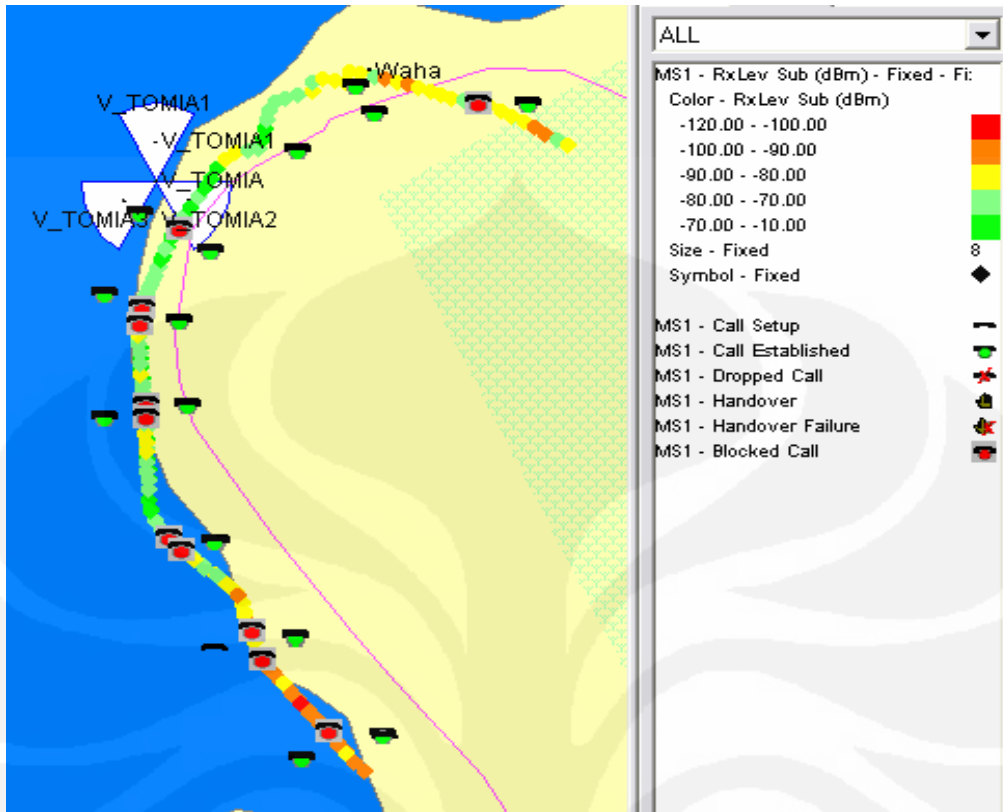


**Tabel III.11.** Data Pengukuran Drive Test pada BTS Tomia

DRIVE TEST PARAMETER							
No Of Sample	CSSR	CDR	SCR	PDD (Second)	Rx Level Sub $\geq -80$ dB	SQI > 22	SQI > 17
1	52.78%	0.00%	52.78%	11.9	37.44%	73.55%	81.78%
2	53.33%	0.00%	53.33%	11.5	38.44%	77.62%	83.01%
3	55.56%	0.00%	55.00%	11.8	26.03%	82.87%	86.37%
	53.89%	0.00%	53.89%	11.7	33.97%	78.01%	83.72%
1	62.07%	0.00%	62.07%	14	45.97%	94.15%	98.34%
2	61.29%	5.26%	57.95%	13.6	55.61%	94.64%	95.42%
3	68.00%	0.00%	68.00%	13.3	52.85%	92.54%	98.97%
	63.79%	1.75%	62.67%	13.6	51.48%	93.78%	97.58%



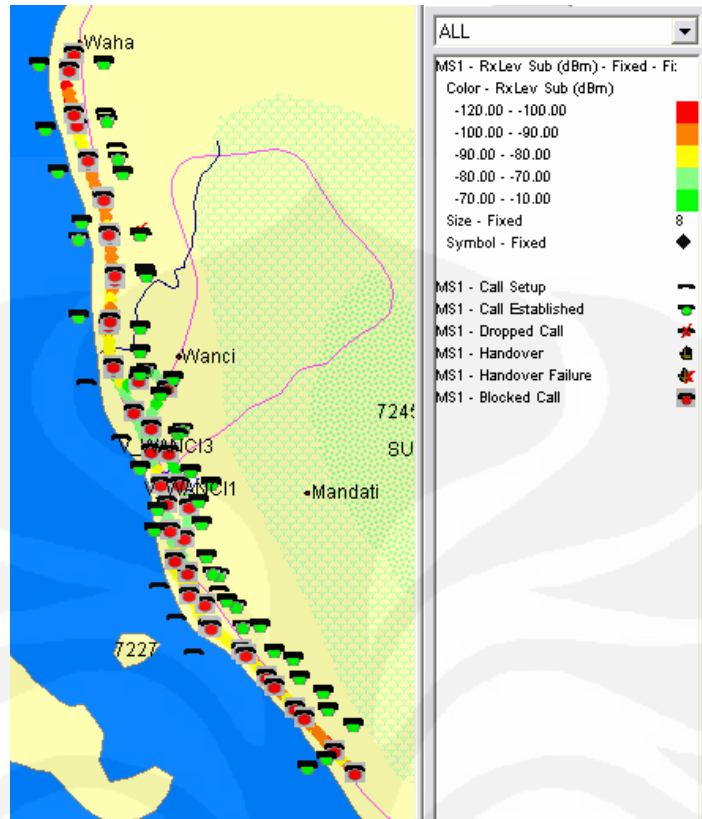
**Gambar 3.13.** Daerah Cakupan BTS Tomia Sebelum Pemasangan



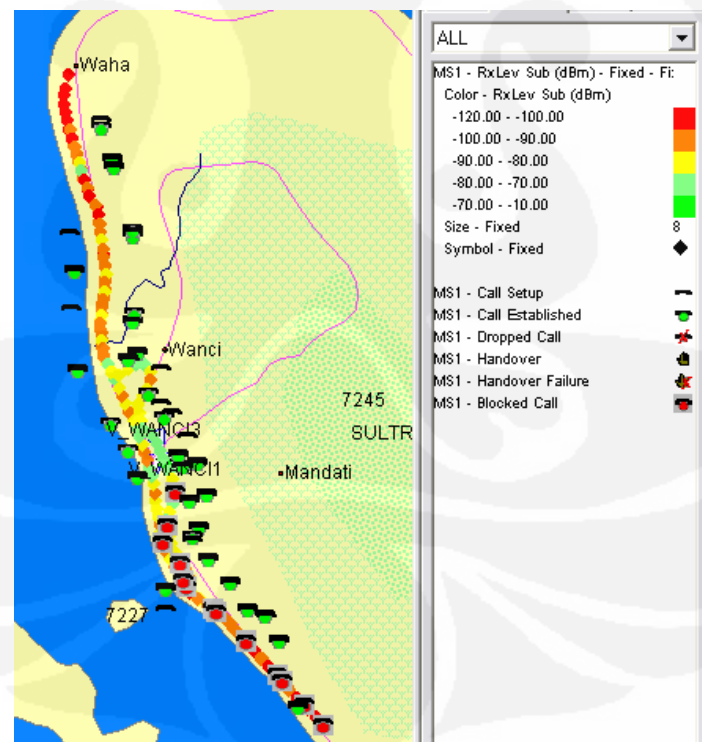
**Gambar 3.14. Daerah Cakupan BTS Tomia Setelah Pemasangan**

**Tabel III.12. Data Pengukuran Drive Test pada BTS Wanci**

DRIVE TEST PARAMETER							
No Of Sample	CSSR	CDR	SCR	PDD (Second)	Rx Level Sub >= -80 dB	SQI > 22	SQI > 17
1	84.31%	0.00%	84.31%	13.4	30.38%	94.80%	97.72%
2	64.00%	0.00%	64.00%	13.2	19.41%	82.71%	88.37%
3	74.00%	0.00%	74.00%	13.1	20.77%	87.68%	91.80%
	74.10%	0.00%	74.10%	13.2	23.52%	88.40%	92.63%
1	75.61%	0.00%	75.61%	15.2	16.05%	90.98%	95.14%
2	96.55%	0.00%	96.55%	15.4	19.18%	74.12%	81.96%
3	84.31%	0.00%	84.31%	22.3	20.57%	90.89%	95.16%
	85.49%	0.00%	85.49%	17.6	18.60%	85.33%	90.75%



Gambar 3.15. Daerah Cakupan BTS Wanci Sebelum Pemasangan



Gambar 3.16. Daerah Cakupan BTS Wanci Setelah Pemasangan

## **BAB 4**

### **ANALISIS DATA**

#### **4.1 ANALISIS KUALITAS JARINGAN**

Analisis terhadap kualitas jaringan didasarkan atas proses yang dilakukan oleh perangkat optimasi terhadap lalu lintas antarmuka Abis dan hal-hal yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran dan pengamatan. Pada dasarnya perangkat optimasi melaksanakan banyak fungsi pada lalu lintas Abis yaitu :

- Menyaring susunan bingkai HDLC pada paket pensinyalan Abis dari kanal pensinyalan yang telah disiapkan agar terlindungi dari kesalahan.
- Menyaring susunan bingkai pembicaraan dari kanal TCH pada antarmuka Abis
- Membuang bingkai-bingkai pembicaraan diam dari kanal TCH pada antarmuka Abis
- TCH yang membawa bingkai-bingkai kosong , seperti contoh pembicaraan yang tidak aktif (tersambung tapi tidak berbicara), tidak memakan lebarpita pada transmisi satelit
- Lalu lintas data berupa GPRS dan EDGE akan dikirim secara transparan
- Lalu lintas pensinyalan yang berupa bingkai-bingkai HDLC dan lalu lintas bingkai-bingkai pembicaraan disusun secara rapi menjadi suatu paket (penyatuan bingkai) dan dikirim melalui jalur satelit. Perlu diperhatikan bahwa lalu lintas suara dan pensinyalan digabungkan menjadi dua paket-paket yang berbeda atau dua aliran yang berbeda. Pensinyalan mempunyai prioritas yang lebih tinggi dibandingkan suara (tidak akan mengalami penghapusan).

Berdasarkan fungsi-fungsi optimasi diatas dapat diketahui dampak yang timbul pada proses lalu lintas antarmuka Abis dan pengaruhnya pada kualitas jaringan. Seperti yang sudah dijelaskan pada bab 2 bahwa kualitas jaringan ditentukan oleh beberapa komponen, sehingga analisis dampak akan mengacu pada komponen-komponen tersebut berdasarkan pengukuran dan juga pengamatan.

##### **4.1.1 CSSR, CDR, SCR**

Parameter CSSR, CDR dan SCR sangat dipengaruhi oleh faktor pensinyalan. Semakin tinggi tingkat CSSR berarti semakin besar keberhasilan lalu

lintas pensinyalan karena proses panggilan pada BTS sepenuhnya diatur oleh pensinyalan kanal dari sisi BSC. Jika sinyal yang dikirim dari BSC tidak sampai pada BTS maka akan terjadi pemutusan panggilan dan meningkatkan tingkat kegagalan (CDR). Lalu lintas pensinyalan terlindungi dari proses penghapusan oleh perangkat optimasi (lalu lintas dengan prioritas tertinggi) dan dikirim secara transparan (tidak melalui proses optimasi) sehingga nilai pengukuran dan pengamatan terhadap komponen-komponen ini seharusnya tidak terganggu. Nilai yang terukur dan hasil pengamatan pada komponen CSSR, CDR dan SCR lebih dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut :

- Beban sesaat yang terjadi di suatu sektor tertentu pada saat pengukuran *drive test* sedang dilakukan.
- Kondisi tingkat penerimaan sinyal
- Kondisi *handover*

Sebagai contoh jika dilakukan pengukuran pada suatu BTS dan pada saat tersebut kondisi lalu lintas Abis sedang penuh, akan dipastikan bahwa panggilan telepon yang melebihi kapasitas transmisi tidak akan terlayani. Panggilan-panggilan yang tidak terlayani inilah yang akan membuat nilai CSSR menjadi rendah. Panggilan yang gagal sangat dipengaruhi oleh tingkat penerimaan pada perangkat telepon, jika pada suatu pengukuran *drive test* bergerak menjauhi BTS maka tingkat penerimaan sinyal yang akan semakin mengecil yang mengakibatkan tingkat kegagalan panggilan semakin besar. Sistem GSM mempunyai teknik *hard handover* yaitu proses *handover* yang beresiko pemutusan panggilan disebabkan penggunaan frekuensi yang berbeda di BTS-BTS yang bersebrangan. Besarnya resiko kegagalan *handover* mengakibatkan tingginya kegagalan pada saat pengukuran *drive test*, akan tetapi faktor ini menjadi kecil pengaruhnya semenjak BTS-BTS yang menggunakan perangkat optimasi lebih banyak berdiri sendiri. Terlepas dari ketiga faktor tersebut, proses penyaringan dan penyatuan bingkai membawa dua pengaruh langsung terhadap kualitas jaringan yaitu :

1. Penambahan keterlambatan waktu proses
2. Meningkatnya kemungkinan paket-paket mengalami kesalahan karena proses penyatuan bingkai. Hal ini terutama terjadi pada jalur satelit, dimana tingkat

kesalahan lebih besar dibandingkan jalur radio yaitu  $BER = 10^{-9}$  sampai dengan  $10^{-11}$ .

Karakteristik jalur transmisi satelit menghasilkan waktu keterlambatan untuk satu pengiriman sebesar 500 sampai dengan 550 mili detik. Perangkat optimasi akan menambahkan waktu keterlambatan sebesar 60 sampai dengan 80 mili detik pada satu waktu pengiriman, bergantung pada pengaturan perangkat yang dipasang. Sehingga total waktu keterlambatan sebesar 560 sampai dengan 630 mili detik. Perusahaan pembuat peralatan jaringan GSM memiliki toleransi waktu keterlambatan untuk satu waktu pengiriman pada cakupan antara 650 sampai dengan 750 mili detik yang mana telah didalamnya sudah termasuk waktu keterlambatan satelit dan perangkat optimasi. Sehingga pemasangan perangkat optimasi tidak akan mempengaruhi kualitas jaringan dan tidak menyebabkan kegagalan pada panggilan yang disebabkan waktu keterlambatan yang besar.

Dampak yang ditimbulkan oleh *Bit Error Rate* (BER) tergantung pada ukuran paket atau bingkai yang digunakan untuk membawa informasi pensinyalan. Semakin banyak paket atau bingkai, dampak yang ditimbulkan oleh BER dan kemungkinan terjadi kesalahan pada paket atau bingkai. Sejak ukuran dari bingkai-bingkai pensinyalan yang dikirim oleh perangkat optimasi jauh dibawah nilai rata-rata dibandingkan dengan ukuran paket pensinyalan yang dikirim melewati antarmuka Abis oleh BTS atau BSC, semestinya tidak akan berdampak terhadap jaringan. Bagaimanapun juga, karena satu bingkai pensinyalan dari perangkat optimasi membawa informasi berupa bit-bit dari paket-paket pensinyalan dalam jumlah banyak, satu saja kesalahan pada bingkai pada keluaran akan menyebabkan kesalahan pada paket-paket pensinyalan dalam jumlah besar pula. Kesalahan-kesalahan diatas tidak akan berdampak pada parameter CSSR, CDR dan SCR karena lalu lintas pensinyalan Abis terlindungi dari kesalahan paket menggunakan mekanisme pengiriman ulang paket (LAPD). Mekanisme pengiriman ulang paket juga memiliki beberapa resiko antara lain :

1. Meningkatnya resiko waktu respon jaringan pada lapisan atas protokol pensinyalan. Hal ini disebabkan oleh waktu keterlambatan pada transmisi satelit sudah cukup tinggi ditambah dengan waktu pada saat pengiriman paket

yang mengalami kesalahan akan menyebabkan gangguan pada percobaan panggilan telepon atau kegagalan panggilan.

2. Meningkatnya beban kanal pensinyalan pada antarmuka Abis. Hal ini menyebabkan kepadatan pada lalu lintas Abis, tambahan waktu keterlambatan dan paket yang jatuh pada sisi BTS atau BSC, pada kanal pensinyalan TDM Abis (bukan pada antarmuka jalur satelit Abis).

Bagaimanapun juga, dampak yang ditimbulkan akibat BER terhadap perbandingan CSSR, CDR dan CSR sulit untuk dikuantisasi, pada kenyataannya tanpa ada informasi yang dikirimkan melalui jalur satelit, BER pada waktu pengukuran sudah dapat diketahui. Salah satu solusi yang tepat untuk mengurangi dampak BER pada kanal-kanal pensinyalan untuk jalur satelit (jika BER sudah cukup besar) adalah dengan mengalokasikan satu kanal pensinyalan sebesar 64 Kbps secara penuh per TRX. Meskipun cara ini menyebabkan peningkatan jumlah TCH aktif pada antarmuka TDM Abis, tidak akan berdampak pada pemakaian lebar pita pada jalur satelit menggunakan perangkat optimasi karena hanya bagian lalu lintas pensinyalan yang dikirimkan melalui jalur satelit. Efek dari penggunaan kanal pensinyalan 64K ada dua :

- a. Menghilangkan resiko tingkat kemacetan dan kegagalan pengiriman paket pada kanal pensinyalan TDM pada sisi BTS/BSC.
- b. Mengurangi waktu tunda transmisi pada paket-paket pensinyalan yang melewati kanal pensinyalan pada saat kanal penggunaan kanal-kanal pensinyalan 16K.

#### **4.1.2 PDD**

Perangkat optimasi menambahkan waktu tunda pada satu kondisi pengiriman sebesar 80 mili detik. Asumsikan pada suatu waktu terjadi percobaan panggilan sebanyak lima sampai dengan sepuluh panggilan, sehingga penambahan waktu tunda rata-rata adalah sebesar  $5 \times 80 = 400$  mili detik (0.4 detik) sampai dengan  $10 \times 80 = 800$  mili detik (0.8 detik) untuk tiap percobaan panggilan.

#### **4.1.3 SQI**

Dalam suatu proses pengukuran SQI didalamnya terkandung beberapa parameter dan variabel yang mana hanya sedikit yang berkaitan langsung dengan

perangkat optimasi. Parameter itu adalah waktu tunda dan RXQUAL yang mana merupakan tingkat kesalahan yang terjadi (BER) pada bingkai-bingkai pembicaraan. Akan tetapi yang berpotensi menyebabkan penurunan kualitas pada nilai SQI adalah derau pada pengukuran drive test.

**Tabel IV.1.** Konversi BER terhadap RXQUAL [8]

RXQUAL	BER
0	BER < 0.2 %
1	0.2 % < BER < 0.4 %
2	0.4 % < BER < 0.8 %
3	0.8 % < BER < 1.6 %
4	1.6 % < BER < 3.2 %
5	3.2 % < BER < 6.4 %
6	6.4 % < BER < 12.8 %
7	12.8 % < BER

BER adalah jumlah perkiraan bit-bit yang mengalami kegagalan pada suatu jumlah pengiriman paket yang berhubungan dengan suatu nilai antara 0-7 (yang terbaik ke yang terburuk) pada RXQUAL. Setelah kanal pengkodean telah mengkodekan 456 blok bit, proses selanjutnya adalah mengkodekan kembali menggunakan pola konvolusional polinomial pada kanal kode dan menghasilkan 456 bit yang kemudian di bandingkan dengan 456 bit masukan. Jumlah bit-bit yang mengalami perbedaan dari kedua blok 456 bit tersebut merupakan jumlah kesalahan yang terjadi pada blok tersebut. Jumlah bit-bit yang mengalami kesalahan digabungkan dalam gabungan BER untuk tiap-tiap bingkai SACCH dan hasilnya ditetapkan berdasarkan tabel konversi BER-RXQUAL. RXQUAL adalah suatu pengukuran yang dasar, yang mencerminkan nilai rata-rata BER dalam suatu periode 0.5 detik. Akan tetapi, kualitas pembicaraan yang didengar oleh pengguna adalah suatu mekanisme kompleks dan dipengaruhi oleh beberapa faktor.

#### 4.2 DAMPAK KUALITAS JARINGAN

Pemasangan perangkat optimasi mengakibatkan pengaruh pada kualitas jaringan yang sudah ada. Perbaikan dan penurunan kualitas sangat mungkin terjadi, sehingga besar penyimpangan yang terjadi harus tetap berada pada standar kualitas yang sudah ditetapkan. Berdasarkan data-data hasil pengamatan dan pengukuran dapat dihitung besar standar penyimpangan (*STD\_DEVIATION*). Diharapkan dari nilai *STD\_DEVIATION* dampak perangkat optimasi terhadap kualitas dan operasional jaringan dapat dianalisis. Standar penyimpangan



dihitung dengan membandingkan nilai rata-rata tiap parameter kualitas jaringan pada saat sebelum dan sesudah pemasangan. Nilai *STD\_DEVIATION* hasil dari pengamatan yang dilakukan selama tujuh hari sebelum dan pemasangan ditunjukkan pada tabel 4.1. Untuk nilai *STD\_DEVIATION* dari hasil pengukuran *drive test* ditunjukkan pada tabel 4.2. Pengukuran *drive test* memiliki kelebihan yaitu menghasilkan persepsi pengguna yang lebih nyata pada jaringan akan tetapi dibutuhkan biaya yang cukup banyak dan keterbatasan area cakupan dalam bingkai waktu yang sempit. Pengamatan OMC lebih menyajikan data statistik yang mencakup semua jaringan. Akan tetapi pengamatan OMC bersifat lebih abstrak dan tidak mewakili kondisi yang dirasakan oleh pengguna. Kelebihan pada cara ini, tidak menggunakan biaya tambahan karena merupakan satu bagian dalam sistem GSM. Walaupun kedua penyajian data tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan, akan tetapi antara keduanya tetap memiliki korelasi dan menunjukkan kualitas jaringan dari dua sudut pandang yang berbeda. Sehingga data-data tersebut dapat mewakili kondisi yang sebenarnya dan dijadikan acuan untuk memantau dan mempertahankan kualitas jaringan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

**Tabel IV.2. *STD\_DEVIATION* Berdasarkan Pengamatan OMC**

Nama BTS	Nilai rata-rata			
	CSSR	CDR	SCR	HoSR
Biak	99.69%	0.80%	98.89%	97.39%
	99.71%	0.82%	98.89%	97.32%
STD_DEV	<b>0.01 %</b>	<b>0.01 %</b>	<b>0 %</b>	<b>0.035 %</b>
Manokwari	99.14%	1.61%	97.56%	98.74%
	99.62%	0.70%	98.93%	92.61%
STD_DEV	<b>0.24 %</b>	<b>0.45 %</b>	<b>0.685 %</b>	<b>3.065 %</b>
Salakan	98.56%	0.32%	98.24%	96.98%
	95.17%	0.41%	94.77%	96.48%
STD_DEV	<b>1.425 %</b>	<b>0.045 %</b>	<b>1.735 %</b>	<b>0.25 %</b>
Tomia	92.50%	1.07%	91.52%	97.79%
	93.32%	1.40%	92.03%	97.83%
STD_DEV	<b>0.41 %</b>	<b>0.166 %</b>	<b>0.255 %</b>	<b>0.02 %</b>
Wanci	99.21%	0.14%	99.07%	98.92%
	98.87%	0.21%	98.66%	99.20%
STD_DEV	<b>0.17 %</b>	<b>0.035%</b>	<b>0.205 %</b>	<b>0.14 %</b>

Nilai Sebelum Pemasangan

Nilai Setelah Pemasangan

**Tabel IV.3. STD\_DEVIATION** Berdasarkan Pengukuran *Drive Test*

Nama BTS	Nilai rata-rata						
	CSSR	CDR	SCR	PDD (detik)	RxLevel	SQI > 22	SQI > 17
Biak	98.55%	2.49%	97.13%	13.57	44.33%	94.10%	95.66%
	98.40%	1.23%	97.19%	14.9	57.00%	92.88%	95.36%
STD_DEV	<b>0.075 %</b>	<b>0.63 %</b>	<b>0.03 %</b>	<b>1.33</b>	<b>6.335 %</b>	<b>0.61 %</b>	<b>0.15 %</b>
Manokwari	98.91%	0.32%	98.61%	14.12	53.55%	96.12%	97.45%
	81.81%	3.68%	78.61%	16.3	61.83%	93.29%	94.98%
STD_DEV	<b>8.55 %</b>	<b>1.68 %</b>	<b>10 %</b>	<b>2.28</b>	<b>4.14 %</b>	<b>1.415 %</b>	<b>1.235 %</b>
Salakan	95.24%	0.00%	95.24%	13.03	76.47%	96.99%	98.02%
	100.00%	3.00%	97.00%	13.4	71.51%	94.77%	98.53%
STD_DEV	<b>2.38 %</b>	<b>1.5 %</b>	<b>0.88 %</b>	<b>0.37</b>	<b>2.48 %</b>	<b>1.11 %</b>	<b>0.255 %</b>
Tomia	53.89%	0.00%	53.89%	11.7	33.97%	78.01%	83.72%
	63.79%	1.75%	62.67%	13.6	51.48%	93.78%	97.58%
STD_DEV	<b>4.95 %</b>	<b>0.875 %</b>	<b>4.39 %</b>	<b>1.9</b>	<b>8.755 %</b>	<b>7.885 %</b>	<b>6.93 %</b>
Wanci	74.10%	0.00%	74.10%	13.2	23.52%	88.40%	92.63%
	85.49%	0.00%	85.49%	17.6	18.60%	85.33%	90.75%
STD_DEV	<b>5.695 %</b>	<b>0 %</b>	<b>5.695 %</b>	<b>4.4</b>	<b>2.46 %</b>	<b>1.535 %</b>	<b>0.94 %</b>

Dari kedua tabel diatas dapat diketahui bahwa hasil pengukuran drive test memiliki fluktuasi nilai yang cukup besar sedangkan data hasil pengamatan lebih cenderung stabil. Hal ini dikarenakan pengukuran drive test yang bergantung dari banyak faktor dibandingkan dengan OMC yang lebih menekankan pencatatan data pada sistem. Lebih dari itu, data pengamatan OMC digunakan untuk menganalisa penyebab fluktuasi nilai pengukuran drive test yang dilakukan. Selanjutnya analisis kualitas jaringan akan dilakukan untuk tiap-tiap BTS.

#### 4.2.1 BTS Biak

Hasil pengamatan dan pengukuran pada BTS biak tidak mengalami fluktuasi nilai yang cukup besar, hal ini mengindikasikan bahwa kualitas jaringan untuk BTS Biak tidak mengalami penurunan ataupun peningkatan kualitas. Dengan melihat karakteristik jaringan pada BTS Biak berdasarkan tabel 3.6, data lalu lintas informasi pada jalur transmisi dalam kondisi normal yang menyebabkan kecilnya prosentase kegagalan panggilan.

#### 4.2.2 BTS Manokwari

Hasil pengamatan OMC pada BTS Biak tidak menunjukkan adanya fluktuasi nilai pada parameter CSSR,CDR dan SCR tetapi mengalami penyimpangan yang cukup besar pada parameter HoSR, yang menandakan ada kegagalan sistem pada saat kondisi *handover* berlangsung. Hal ini yang menjadi penyebab terjadinya fluktuasi pada data pengukuran *drive test*, karena selama

pengukuran berlangsung kondisi *handover* sangat memungkinkan terjadi. Dan salah satu penyebab kegagalan panggilan adalah gagalnya proses *handover*. Semakin banyak kegagalan proses *handover*, prosentase kegagalan panggilan (CDR) semakin besar.

#### **4.2.3 BTS Salakan**

Parameter CSSR pada BTS Salakan menunjukkan fluktuasi pada hasil pengamatan OMC dan pengukuran *drive test*. Analisis yang dapat dilakukan dengan mencermati karakteristik jaringan sesuai dengan tabel 3.6 yaitu penyebaran beban lalu lintas informasi yang tidak sama pada tiap-tiap sektor. Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai CSSR pada penjelasan sub bab 4.1 yaitu tingkat beban sesaat pada suatu sektor. Kegagalan percobaan panggilan didasarkan adanya keterbatasan kanal *time slot* pada saat pengukuran dilakukan pada sektor yang memiliki beban lalu lintas besar. Kegagalan pada sistem relatif lebih kecil karena hanya mencakup sepertiga bagian dari seluruh jaringan.

#### **4.2.4 BTS Tomia**

Hasil pengukuran *drive test* BTS Tomia sangat bertolak belakang dengan data pengamatan OMC. Faktor utama yang menyebabkan tingginya prosentase kegagalan percobaan panggilan adalah beban lalu lintas informasi yang sangat besar. Sumber daya kanal yang tersedia tidak cukup untuk menangani seluruh permintaan panggilan. Pada saat pengukuran berlangsung, pengguna telepon yang lain mencoba menduduki kanal-kanal yang tersedia dan menyebabkan proses pengukuran mengalami gangguan. Hasil *drive test* untuk parameter CSSR berkisar antara nilai 50 % sampai dengan 60 % dari kondisi normal adalah 90 %. Sedangkan data pengamatan OMC mencatat nilai sebesar 92 % dari kondisi ideal adalah 98 %. Faktor kegagalan sistem, cuaca dan kegagalan *handover* tidak mengambil porsi yang cukup besar terkait rendahnya prosentase CSSR karena prosentase CDR tidak menunjukkan nilai yang besar. Solusi yang dapat diambil dari permasalahan ini yaitu menambah kapasitas jaringan transmisi, sehingga semua permintaan panggilan dapat terlayani.

#### **4.2.5 BTS Wanci**

Data pengamatan OMC pada BTS Wanci menunjukkan nilai yang stabil dan tidak menunjukkan adanya kegagalan pada sistem. Sedangkan hasil

pengukuran *drive test* mencatat fluktuasi pada nilai CSSR. Karakteristik BTS Wanci berdasarkan tabel 3.6 menunjukkan beban lalu lintas yang cukup besar, sehingga prosentase CSSR yang kecil dipengaruhi oleh faktor tersebut. Namun dari hasil pengukuran diketahui bahwa tingkat penerimaan sinyal yang sangat kecil, sehingga hal ini dapat pula menyebabkan terjadinya kegagalan panggilan. Penerimaan sinyal yang buruk atau pengukuran yang dilakukan diluar daerah cakupan adalah faktor yang memperbesar peluang terjadinya kegagalan percobaan panggilan dan kegagalan panggilan.

### 4.3 PERENCANAAN ULANG KAPASITAS JARINGAN

Kapasitas jaringan transmisi yang sudah ada perlu ditinjau ulang dan dilakukan perencanaan ulang berkenaan dengan adanya pemasangan perangkat optimasi. Untuk menghitung besar penghematan lebar pita transponder, diperlukan data alokasi frekuensi untuk tiap-tiap BTS. Tabel 4.5 menunjukkan alokasi frekuensi untuk BTS Biak, Manokwari, Salakan, Tomia dan Wanci sebelum pemasangan perangkat optimasi dan tabel 4.6 menunjukkan alokasi frekuensi setelah pemasangan perangkat optimasi. Besar lebar pita yang dibutuhkan untuk suatu jalur transmisi satelit bergantung pada tiga kondisi yaitu kecepatan, tipe modulasi, dan metode koreksi kesalahan yang digunakan. Sebagai contoh untuk jalur transmisi Biak-Jayapura memerlukan kapasitas transmisi sebesar 2048 Kbps. Modulasi yang digunakan adalah 8-PSK dan metode FEC (*forward error correction*) yang digunakan adalah TPC  $\frac{3}{4}$ . Sehingga perhitungan untuk jalur transmisi adalah sebagai berikut :

FEC  $\frac{3}{4}$  berarti setiap 3 bit yang dikirimkan akan ditambahkan 1 bit untuk pengoreksi kesalahan. Kecepatan data setelah dijumlahkan dengan bit pengoreksi kesalahan disebut dengan kecepatan transmisi.

$$\begin{aligned}\text{Kecepatan Transmisi} &= \text{Kecepatan} / \text{FEC} \\ &= 2048\text{kbps} \\ &= 2730.667 \text{ kbps}\end{aligned}$$

Karena dikirim dalam bentuk modulasi simbol, maka untuk tipe modulasi 8-PSK akan ada 3 bit dalam 1 simbol (8-PSK =  $2^3 \rightarrow 3$  bit, Q-PSK =  $2^2 \rightarrow 2$  bit). Kecepatan transmisi yang telah ditetapkan akan melewati proses modulasi dan menghasilkan kecepatan simbol dimana dihitung berdasarkan rumus :

$$\begin{aligned}
\text{Kecepatan Simbol} &= \text{Kecepatan Transmisi} / \text{Tipe Modulasi} \\
&= 2730.667 \text{ kbps} / 3 \text{ bit} \\
&= 910.222 \text{ kHz}
\end{aligned}$$

Lebar pita dihitung dengan mengalikan kecepatan simbol dengan konstanta FEC yang digunakan, dalam hal ini yang digunakan adalah TPC dimana bernilai 1.3. Sehingga besar lebar pita yang digunakan untuk jalur transmisi Biak-Jayapura adalah :

$$\begin{aligned}
\text{Lebar Pita} &= 910.222 \text{ kHz} \times 1.3 \\
&= 1183.289 \text{ kHz} \rightarrow \sim 1200 \text{ kHz}
\end{aligned}$$

Agar perancangan yang akan dibuat mendekati kondisi yang ideal dari jaringan, dilakukan pengamatan terhadap lalu-lintas informasi pada jalur transmisi yang telah dipasang perangkat optimasi. Dengan mengetahui karakter tiap-tiap jalur transmisi dan lalu lintas informasi yang melewati jalur tersebut, rancangan yang dihasilkan akan berdasar atas efisiensi jaringan. BTS dengan lalu lintas informasi yang sedikit tidak memerlukan lebar pita yang besar untuk jalur transmisi dan sebaliknya. Untuk mendapatkan nilai yang paling akurat, diperlukan suatu kondisi dimana pemakaian telepon atau lalu lintas informasi sedang dalam kondisi yang besar. Kondisi yang paling tepat untuk mendapatkan informasi tersebut adalah pada saat hari besar keagamaan dimana tingkat lalu lintas informasi sangat besar. Kondisi ini yang mendasari dilakukannya pengamatan lalu lintas informasi pada saat hari raya idul fitri yaitu pada rentang waktu 12-15 oktober 2007.

Gambar 4.1 sampai dengan 4.3 adalah contoh data lalu lintas informasi pada BTS Wanci yang tercatat. Dari grafik diatas diketahui bahwa lalu lintas informasi tertinggi yang tercatat adalah sebesar 1015 Kbps pada rentang waktu 12 – 15 oktober yaitu pada tanggal 13 oktober 2007 pada jam 10.40 WITA dengan jumlah pemakaian *sub time slot* sebanyak 55 buah dan prosentase penghematan lebar pita sebesar 40 %. Data ini bila dibandingkan dengan perhitungan awal pada sub-bab yaitu sebesar 816 Kbps dengan penghematan sebesar 45 % dapat dihitung nilai tengah yang mencakup kebutuhan jaringan dan keterbatasan sumber daya lebar pita yaitu sebesar 1024 Kbps. Untuk dapat menangani kebutuhan lebar

pita yang sewaktu-waktu meningkat, data hasil perhitungan perlu ditambahkan nilai toleransi sebesar 10 %.



Gambar 4.1. Data BTS Wanci pada Tanggal 12 Oktober 2007



Gambar 4.2. Data BTS Wanci pada Tanggal 13 Oktober 2007





**Gambar 4.3. Data BTS Wanci pada Tanggal 15 Oktober 2007**

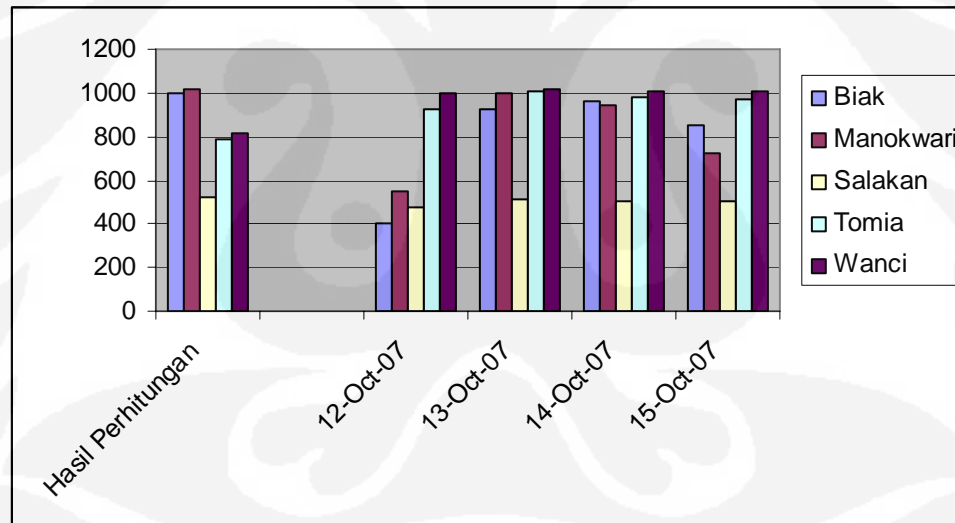


**Gambar 4.4. Data BTS Salakan pada Tanggal 13 Oktober 2007**

Gambar 4.4 adalah data BTS Salakan dengan utilisasi sebesar 100 % yang tercatat sebesar 509 Kbps pada jam 10.20 WITA dengan menempati *sub time slot* sebanyak 37 buah dengan prosentase penghematan sebesar 37 %. Rekapitulasi data lalu lintas informasi untuk tiap-tiap BTS ditunjukkan pada tabel 4.4.

**Tabel IV.4.Rekapitulasi Data Lalu Lintas**

Nama BTS	Hasil Perhitungan		Hasil Pengamatan							
			12-Oct-07		13-Oct-07		14-Oct-07		15-Oct-07	
	Besar Lalu Lintas	Penghematan	Besar Lalu Lintas	Penghematan	Besar Lalu Lintas	Penghematan	Besar Lalu Lintas	Penghematan	Besar Lalu Lintas	Penghematan
Biak	996 Kbps	46 %	401 Kbps	59 %	925 Kbps	44 %	959 Kbps	45 %	850 Kbps	44 %
Manokwari	1016 Kbps	45 %	552 Kbps	48 %	997 Kbps	45 %	945 Kbps	47 %	726 Kbps	48 %
Salakan	526 Kbps	45 %	475 Kbps	40 %	509 Kbps	35 %	502 Kbps	38 %	507 Kbps	36 %
Tomia	786 Kbps	45 %	923 Kbps	41 %	1004 Kbps	40 %	978 Kbps	42 %	975 Kbps	45 %
Wanci	816 Kbps	45 %	994 Kbps	37 %	1015 Kbps	42 %	1010 Kbps	40 %	1011 Kbps	37 %



**Gambar 4.5. Grafik Rekapitulasi Data Lalu Lintas**



**Tabel IV.5.** Alokasi Frekuensi Sebelum Pemasangan Perangkat Optimasi

XPD R	LINK	CARRIER	BANDWIDTH	NUMBER OF SLOT	CUMULATIVE OF	MIDDLE FREQUENCY ( MHz )		Tx IF (Mhz)	SPEED (kbps)
		SPEED	(KHz)	(30 KHz)	SLOT NUMBER	UPLINK	DOWNLINK		IN LOCATION
11H	BSC Jayapura 1	2048/8P/0.75	1,200	40	640	6345.600	4120.600	70.600	2,048
	BTS Manokwari 1	2048/8P/0.75	1,200	40	680	6346.800	4121.800	71.800	2,048
3H	BSC Jayapura	2048/8P/0.75	1,200	40	121	6009.850	3784.850	54.850	2,048
	BTS Biak	2048/8P/0.75	1,200	40	161	6011.050	3786.050	56.050	2,048
3H	BSC Makassar	2048/8P/0.75	1,200	40	441	6019.450	3794.450	64.450	2,048
	BTS Wanci	2048/8P/0.75	1,200	40	481	6020.650	3795.650	65.650	2,048
7V	BSC Makasar	2048/8P/0.75	1,200	40	1081	6218.800	3993.800	83.800	2,048
	BTS Tomia	2048/8P/0.75	1,200	40	1121	6220.000	3995.000	85.000	2,048
5H	BSC Makasar	1024/8P/0.75	600	20	942	6114.930	3889.930	79.930	1,024
	BTS Salakan	1024/8P/0.75	600	20	962	6115.530	3890.530	80.530	1,024

**Tabel IV.6.** Alokasi Frekuensi Setelah Pemasangan Perangkat Optimasi

XPD R	LINK	CARRIER	BANDWIDTH	NUMBER OF SLOT	CUMULATIVE OF	MIDDLE FREQUENCY ( MHz )		Tx IF (Mhz)	SPEED (kbps)
		SPEED	(KHz)	(30 KHz)	SLOT NUMBER	UPLINK	DOWNLINK		IN LOCATION
11H	BSC Jayapura 1	1024/8P/0.75	600	20	620	6345.300	4120.300	70.300	1,024
	BTS Manokwari 1	1024/8P/0.75	600	20	640	6345.900	4120.900	70.900	1,024
3H	BSC Jayapura	1024/8P/0.75	600	20	141	6010.750	3785.750	55.750	1,024
	BTS Biak	1024/8P/0.75	600	20	161	6011.350	3786.350	56.350	1,024
3H	BSC Makassar	1024/8P/0.75	660	22	423	6019.180	3794.180	64.180	1,024
	BTS Wanci	1024/8P/0.75	660	22	445	6019.840	3794.840	64.840	1,024
7V	BSC Makasar	1024/8P/0.75	630	21	1058.666667	6218.415	3993.415	83.415	1,024
	BTS Tomia	1024/8P/0.75	630	21	1079.666667	6219.045	3994.045	84.045	1,024
5H	BSC Makasar	512/8P/0.75	330	11	875	6113.055	3888.055	78.055	512
	BTS Salakan	512/8P/0.75	330	11	886	6113.385	3888.385	78.385	512

Untuk menyeragamkan alokasi lebar pita transponder, maka penghematan yang digunakan untuk merancang kapasitas transmisi yang baru adalah sebesar 50 %. Hal ini didasari pula dengan rata-rata penghematan pada tiap-tiap BTS pada kondisi normal adalah sebesar 70 – 45 % (berdasarkan tabel 4.4). Sehingga perancangan lebar pita dengan asumsi penghematan sebesar 50 % masih dapat melayani kebutuhan pelanggan pada kondisi lalu lintas yang besar dengan tidak mengesampingkan faktor efisiensi jaringan. Untuk kapasitas transmisi sebesar 2.048 Kbps dilakukan penghematan sebesar 50 % sehingga pada proses perancangan lebar pita yang baru hanya diperlukan lebar pita sebesar 600 KHz pada transponder satelit. Kapasitas transmisi sebesar 1.024 Kbps hanya memerlukan lebar pita sebesar 330 KHz. Dengan mengasumsikan satu transponder satelit memiliki lebar pita sebesar 36 MHz, maka jumlah BTS yang dapat ditangani adalah sebanyak  $\frac{36MHz}{1200KHz} = 30BTS$ , diasumsikan

kapasitas jalur transmisi adalah sebesar 2.048 Kbps. Dengan rata-rata penghematan lebar pita sebesar 50 % untuk tiap-tiap BTS, maka PT. Indosat dapat memperbesar cakupan jaringan GSM sebanyak 30 BTS untuk satu transponder satelit. Total BTS pada jaringan PT Indosat yang menggunakan transmisi satelit sebagai penghubung antara BTS dan BSC adalah sebanyak 195 BTS dengan besar lebar pita 2.048 Kbps atau 1.024 Kbps. Banyak transponder yang dibutuhkan untuk melayani jalur transmisi tersebut adalah lima transponder. Penyeragaman lebar pita transponder dilakukan untuk mempermudah pengaturan blok-blok lebar pita pada transponder, sehingga jika ada penambahan atau pengurangan pemakaian tidak akan mengganggu jalur transmisi pada transponder yang lain.

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah dalam perencanaan kapasitas jaringan perlu mencermati karakteristik jaringan yang sudah ada dan kebutuhan yang akan datang. Sehingga perencanaan yang sudah dibuat dapat mencakup kebutuhan untuk beberapa tahun kedepan tanpa harus melakukan penambahan perangkat baru karena diperlukan biaya yang tidak sedikit untuk penambahan kapasitas dan perbaikan kualitas jaringan.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN**

Dari hasil analisa, pengamatan dan pengukuran maka kesimpulan yang dapat diambil dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Penghematan lebar pita yang digunakan adalah sebesar 50 % dengan mengacu pada karakteristik BTS maupun data pengamatan..
2. Analisis dampak kualitas jaringan lebih ditekankan pada pendekatan statistik secara keseluruhan mengingat analisis untuk tiap-tiap jalur transmisi lebih banyak dipengaruhi oleh faktor eksternal.
3. Pemasangan perangkat optimasi pada jaringan GSM PT Indosat dapat menghemat lebar pita transponder satelit Palapa C2 sebesar 17,330 KHz untuk pemasangan pada 45 BTS.
4. Pemasangan perangkat optimasi menimbulkan dampak pada kualitas jaringan yang sudah ada, akan tetapi masih dalam batas toleransi standar kualitas yang sudah ada.

## DAFTAR ACUAN

[1] Uke Kurniawan Usman (2005). "Global System For Mobile Communication". Diakses 26 April 2007 dari STT Telkom.

<http://www.stttelkom.ac.id>

[2] Gunnar Heine (1999). *GSM Networks: Protocols, Terminology, And Implementation*. Diakses 13 Maret 2007, dari flazx.com.

<http://www.flazx.com>

[3] Uke Kurniawan Usman (2006). "Edge Sebagai Generasi Selanjutnya Untuk Layanan Data Kecepatan Tinggi Bagi Pelanggan Sistem Seluler GSM". Diakses 26 Januari 2007 dari STT Telkom.

<http://www.stttelkom.ac.id>

[4] Marcel Dekker (2002). *Satellite Communication Engineering*. Diakses 13 Maret 2007, dari flazx.com.

<http://www.flazx.com>

[5] Yves Hupe (2006). "Abis Optimization Overview". Diakses 22 November 2006, dari Memotec.com

<http://www.memotec.com>

[6] <http://www.palapa.com>

[7] Ajay R. Mishra (2004). *Fundamentals of Cellular Network Planning and Optimisation*. Diakses 11 September 2007, dari Flazx.com

[8] Ajay R. Mishra (2007). *Advanced Fundamentals of Cellular Network Planning and Optimisation*. Diakses 11 September 2007, dari Flazx.com

## DAFTAR PUSTAKA

- Ajay R. Mishra (2004). *Fundamentals of Cellular Network Planning and Optimisation*. Diakses 11 September 2007, dari Flazx.com  
<http://www.flazx.com>
- Ajay R. Mishra (2007). *Advanced of Cellular Network Planning and Optimisation*. Diakses 11 September 2007, dari Flazx.com  
<http://www.flazx.com>
- Dekker, Marcel (2002). *Satellite Communication Engineering*. Diakses 13 Maret 2007, dari flazx.com.  
<http://www.flazx.com>
- Heine ,Gunnar(1999). *GSM Networks: Protocols, Terminology, And Implementation*. Diakses 13 Maret 2007, dari flazx.com.  
<http://www.flazx.com>
- Usman, U. Kurniawan (2005). "Global System For Mobile Communication". Diakses 26 April 2007 dari STT Telkom.  
<http://www.stt Telkom.ac.id>
- Usman, U. Kurniawan (2006). "Edge Sebagai Generasi Selanjutnya Untuk Layanan Data Kecepatan Tinggi Bagi Pelanggan Sistem Seluler GSM". Diakses 26 Januari 2007 dari STT Telkom.  
<http://www.stt Telkom.ac.id>
- Yves Hupe (2006). "Abis Optimization Overview". Diakses 22 November 2006, dari Memotec.com  
<http://www.memotec.com>