

**SKRIPSI**

**ANALISIS PERBANDINGAN MINI-LINK TN DAN PASOLINK IPASO  
1000 PADA BTS PT. TELKOMSEL MAKASSAR**



**ARDIAN PRATAMA SAPUTRA  
10582118113**

**TANZILAL FURQAN AL ALAMI RAMLI  
10582120613**

**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2018**

**ANALISIS PERBANDINGAN MINI-LINK TN DAN PASOLINK IPASO  
1000 PADA BTS PT. TELKOMSEL MAKASSAR**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Program Studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Muhamamdiyah Makassar*

,

Disusun dan Diajukan Oleh :

**ARDIAN PRATAMA SAPUTRA  
10582118113**

**TANZILAL FURQAN AL ALAMI RAMLI  
10582120613**

**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2018**



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**  
**FAKULTAS TEKNIK**

**GEDUNG MENARA IQRA LT. 3**

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: [www.unismuh.ac.id](http://www.unismuh.ac.id), e\_mail: [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
**HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS PERBANDINGAN MINI-LINK TN DAN PASOLINK IPASO 1000 PADA BTS PT. TELKOMSEL**

Nama : 1. Ardian Pratama Saputra  
2. Tanzilal Furqan Al Alami Ramli

Stambuk : 1. 10582 1181 13  
2. 10582 1206 13

Makassar, 02 Oktober 2018

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Hafsa Nirwana, M.T

Pembimbing II

Rahmania, S.T.,M.T

Mengetahui,

Ketua Jurusan Elektro



Adriani, S.T., M.T.

NBM : 1044 202



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**  
**FAKULTAS TEKNIK**

**GEDUNG MENARA IQRA LT. 3**

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: [www.unismuh.ac.id](http://www.unismuh.ac.id), e\_mail: [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
**PENGESAHAN**

Skripsi atas nama Ardian Pratama Saputra dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1181 13 dan Tanzilal Furqan Al Alami Ramli dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1206 13 dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0007/SK-Y/20201/091004/2018, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 29 September 2018.

Panitia Ujian :

- |  |           |   |
|--|-----------|---|
| 1. Pengawas Umum   | Makassar, | 22 Muharram 1440 H<br>02 Oktober 2018 M |
| a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar<br>Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.   | :         |   |
| b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin<br>Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T | :         |   |
| 2. Penguji   |           |   |
| a. Ketua : Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng                          | :         |   |
| b. Sekretaris : Adriani, S.T.,M.T  | :         |   |
| 3. Anggota   |           |   |
| 1. Rizal Ahdiyati Duyo, S.T.,M.T   | :         |   |
| 2. Rossy Timur Wahyuningsih, S.T.,M.T  | :         |   |
| 3. Andi Faharuddin, S.T.,M.T   | :         |   |

Mengetahui :

Pembimbing I

**Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T**

Pembimbing II

**Rahmania, S.T.,M.T**

Dekan

**Dr. Hamzah Al Imran, S.T., M.T.**  
 NBM: 855 500

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya yang tak berkesudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proposal ini dengan baik.

Penyelesaian tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro di Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik.

Dalam menyelesaikan perancangan dan tugas akhir ini penulis telah dibantu oleh beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kehidupan, keselamatan dan kesehatan baik jasmani dan rohani.
2. Nabi Muhammad SAW yang senantiasa menjadi panutan kita.
3. Dr. H. ABD. Rahman Rahim, S.E., M.M. selaku rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
4. Ir. Hamzah Al Imran, S.T.,M.T. selaku dekan satu di Fakultas Teknik.
5. Umar Katu, S.T.,M.T. selaku ketua jurusan Teknik Elektro.
6. Dr. Ir. Hj. Hafsa Nirwana M.T. selaku pembimbing satu.
7. Rahmania S.T., M.T. selaku pembimbing dua.
8. Seluruh dosen dan staf pengajar, serta pegawai Jurusan Teknik Elektro atas segala ilmu, bantuan, dan kemudahan yang diberikan selama kami menempuh proses perkuliahan.
9. Terima kasih kepada kedua orang tua dan saudara-saudara kami tercinta, serta

seluruh keluarga atas doa, bantuan, nasehat, dan motivasinya.

10. Dan teman – teman yang telah berpartisipasi dalam pelaksanaan perancangan ini kami mengucapkan banyak - banyak terima kasih.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritikan sebagai bahan perbaikan laporan ini. Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis pribadi maupun semua pihak yang memerlukanya.

Makassar, Agustus 2018

Penulis

## **ANALISIS PERBANDINGAN MINI-LINK TN DAN PASOLINK IPASO 1000 PADA BTS PT. TELKOMSEL MAKASSAR**

***Tanzilal Furqan Al Alami Ramli<sup>1</sup> dan Ardian Pratama Saputra<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Unismuh Makassar*

*<sup>2</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Unismuh Makassar*

JL. Sultan Alauddin No. 259 Telp.(0411)866 972 Fax (0411)865 588 Makassar 90221

### **ABSTRAK**

Mini-Link dan Pasolink adalah hubungan radio gelombang mikro untuk transmisi digital yang terdiri dari sebuah modul akses dalam ruangan dan sebuah unit radio luar ruangan dengan modul antenna. Fungsi Mini-Link dan Pasolink sama, yaitu sebagai penghubung jalannya sinyal informasi baik yang dipancarkan maupun yang diterima. Untuk sistem seluler, Mini-Link dan pasolink digunakan untuk menghubungkan antar BTS. Radio link yang dipakai pada BTS-BTS Telkomsel adalah Mini-Link TN dan Pasolink Ipasso 1000. Dari hasil perbandingan antara Mini-Link TN dan Pasolink Ipasso 1000, didapatkan bahwa Mini-Link TN memiliki radio unit yang bekerja pada frekuensi 32 GHz sedangkan Pasolink tidak, tetapi Pasolink Ipasso 1000 memiliki radio unit yang bekerja pada frekuensi 7,5 GHz sedangkan Mini-Link tidak. Mini-Link TN lebih handal dari pada Pasolink Ipasso 1000 karena lebih tahan terhadap suhu panas sesuai dengan iklim tropis di Indonesia dan lebih handal terhadap gangguan faktor cuaca / alam. Mini-Link TN lebih unggul dari segi teknis namun harganya lebih mahal dibandingkan dengan Pasolink Ipasso 1000. Mini-Link TN memungkinkan untuk dipakai pada hubungan transmisi jarak pendek, sedangkan Pasolink memungkinkan untuk dipakai pada hubungan transmisi jarak jauh.

**Kata Kunci :** *BTS, Gelombang, Mikro, Mini-Link, Pasolink*

## DAFTAR ISI

	<b>Hal</b>
HALAMAN JUDUL 1.....	i
HALAMAN JUDUL 2.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR PERBAIKAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
DAFTAR ISTILAH .....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengertian Dasar Transmisi .....	5
2.1.1 Media Transmisi Fisik .....	5

2.1.2 Media Transmisi Non Fisik.....	5
2.2 Gelombang Mikro .....	6
2.2.1 Sifat Gelombang Mikro .....	7
2.2.2 Spektrum Gelombang Mikro.....	7
2.2.3 Sistem Komunikasi Microwave .....	8
2.2.4 Prinsip Kerja Sistem Komunikasi Microwave .....	8
2.3 Modulasi. ....	9
2.3.1 Modulasi Analog .....	10
2.3.2 Modulasi Digital .....	11
2.4 Multiplexing.....	13
2.5 Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH). ....	16
2.6 Synchronous Digital Hierarchy (SDH).....	16
2.7 Pembagian Jaringan GSM .....	19
2.7.1 Base Station Subsystem (BSS) .....	20
2.7.2 Network and Switching Subsystem (NSS) .....	23
2.7.3 Operation Subsystem (OOS) .....	26
2.8 Interface Pada Jaringan Sistem GSM .....	27
2.8.1 A – Interface (Link MSC – XCDR).....	27
2.8.2 A – Sub Interface (Link XCDR - BSC) .....	27
2.8.3 A – Bis Interface (Link BSC – BTS) .....	28
2.8.4 Air Interface (Link BTS – MS) .....	28
2.9 Sistem Transmisi Telkomsel Makassar .....	29
2.10 Mini - Link.....	30

2.10.1 Jenis Mini - Link .....	31
2.10.2 Antena Mini - Link .....	32
2.11 Pengertian Pasolink.....	32
2.11.1 Pasolink .....	33
2.11.2 Pasolink Plus .....	34
2.11.3 Pasolink NEO .....	35
2.11.4 Pasolink MX .....	36
2.12 Aplikasi Mini – Link dan Pasolink .....	36
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>38</b>
3.1 Waktu, dan Tempat.....	38
3.1.1 Waktu .....	38
3.1.2 Tempat Pelaksanaan .....	38
3.2 Metode Penelitian .....	38
3.2.1 Metode Kepustakaan .....	38
3.2.2 Metode Observasi .....	39
3.2.3 Metode Tanya Jawab .....	39
3.3 Bagan Penelitian .....	40
<b>BAB IV HASIL PEMBAHASAN.....</b>	<b>41</b>
4.1 Spesifikasi Teknis .....	41
4.2 Hasil Data Teknis .....	46
4.3 Pembahasan .....	48
4.3.1 Perbandingan Mini – Link TN dan Pasolink Ipasso 1000	48
4.3.2 Kelebihan dan kekurangan Mini-Link TN dan Pasolink	

Ipasso 1000 .....	53
BAB V PENUTUP .....	55
5.1 Kesimpulan .....	55
5.2 Saran .....	55
DAFTAR PUSTAKA .....	57
LAMPIRAN .....	58

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Hal</b>
Gambar 2.1 Dasar Modulasi .....	9
Gambar 2.2 Modulasi Analog .....	11
Gambar 2.3 Modulasi Digital .....	13
Gambar 2.4 Struktur Multiplexing .....	15
Gambar 2.5 Perbandingan Hirarki Antara PDH dan SDH .....	17
Gambar 2.6 Modul Transport Sinkron .....	17
Gambar 2.7 Arsitektur Umum Jaringan SDH .....	19
Gambar 2.8 Interface Pada GSM .....	29
Gambar 2.9 Blok Diagram Sistem Transmisi Mini-Link .....	31
Gambar 2.10 Antena Directional .....	32
Gambar 2.11 IDU dan ODU Pasolink .....	33
Gambar 3.1 Bagan Penelitian.....	40

## DAFTAR TABEL

	<b>Hal</b>
Tabel 4.1 Performance of Pasolink Ipasso 1000 .....	41
Tabel 4.2 ODU (Outdoor Unit) of Pasolink Ipasso 1000 .....	42
Tabel 4.3 IDU (Indoor Unit) of Pasolink Ipasso 1000 .....	43
Tabel 4.4 Technical Data of Mini-Link TN .....	44
Tabel 4.5 Data Teknis Mini-Link TN .....	46
Tabel 4.6 Data Teknis Pasolink Ipasso 1000 .....	47
Tabel 4.7 Perbandingan Band Frekuensi Dari Mini-Link TN dan Ipasso 1000	48
Tabel 4.8 Pembagian Channel / Kapasitas .....	50
Tabel 4.9 Lebar Antena .....	51
Tabel 4.10 Data Perbandingan Temperature .....	53
Tabel 4.11 Data Keunggulan Mini-Link TN Dari Segi Maintenancinya .....	54

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Hal</b>
Lampiran 1 Data Teknis Peralatan .....	58
Lampiran 2 Data Teknis ODU (Outdoor Unit) Of Pasolink Ipaso 1000 .....	60
Lampiran 3 Data Teknis IDU (Indoor Unit) Of Pasolink Ipaso 1000 .....	61
Lampiran 4 Technical Data Of Mini-Link TN .....	62

## DAFTAR ISTILAH

ADM	<i>Add Drop Multiplexer</i>
AF	<i>Analog Frekuensi</i>
AM	<i>Amplitudo Modulasi</i>
AMM	<i>Access Module Magazine</i>
ASK	<i>Amplitudo Shift Keying</i>
AUC	<i>Authentication Center</i>
ATM	<i>Asynchronous Transfer Mode</i>
BSC	<i>Base Station Controller</i>
BSS	<i>Base Station Sub System</i>
BPSK	<i>Binary Phasa Shift Keying</i>
BTS	<i>Base Transceiver Station</i>
DxC	<i>Digital Cross Connect</i>
EIR	<i>Equipment Identity Register</i>
FAS	<i>Frame Alignment Signal</i>
FDM	<i>Frekuensi Division Multiplex</i>
FM	<i>Frekuensi Modulasi</i>
FSK	<i>Frekuensi Shift Keying</i>
GSM	<i>Global System For Mobile Communication</i>
HLR	<i>Home Location Register</i>
IDU	<i>Indoor Unit</i>
IMSI	<i>International Mobile Subscriber Identity</i>
ISDN	<i>Intelegent Service Digital Net</i>
MMU	<i>Modem Unit</i>
MS	<i>Mobile Station</i>
MSC	<i>Mobile Service Switching Centre</i>
MSISDN	<i>Mobile Station ISDN Number</i>
NSS	<i>Network and Switching Subsystem</i>
ODU	<i>Outdoor Unit</i>
OOS	<i>Operation Subsystem</i>

PDH	<i>Plesiochronous Digital Hierarchy</i>
PSK	<i>Phase Shift Keying</i>
QPSK	<i>Quadrature Phase Shift Keying</i>
RAU	<i>Radio Unit</i>
RSL	<i>Radio Signaling Link</i>
RX	<i>Receiver</i>
SAU	<i>Service Access Unit</i>
SDH	<i>Synchronous Digital Hierarchy</i>
SMU	<i>Switch Multiplexer Unit</i>
STM	<i>Synchronous Transfer Mode</i>
TCE	<i>Transcoding Equipment</i>
TDM	<i>Time Division Multiplex</i>
TRAU	<i>Tranocoder Rate Adaption Unit</i>
TX	<i>Transmitter</i>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

PT.Telkomsel Makassar adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang pelayanan sistem komunikasi di Indonesia.Telkomsel menyediakan pelayanan jaringan GSM seluler dengan menggunakan teknologi GSM 900 yang selanjutnya dilengkapi dengan teknologi DCS 1800.*Global System For Mobile Communication* (GSM) merupakan teknologi seluler generasi kedua yang memiliki rincian modulasi digital, arsitektur di tingkat jaringan dan layanan pada band *frekuensi* 900 MHz dan 1800 MHz serta kualitas suara dan sekuritas yang lebih baik.

Telkomsel mempunyai sistem transmisi berupa site *Base Transceiver Station* (BTS), *backbone* dan *repeater*.BTS adalah stasiun yang terdiri dari transmitter dan receiver sehingga telepon seluler (*handphone*) dapat mengirimkan dan menerima data baik berupa suara maupun pesan.Tugas BTS adalah menghubungkan transmisi penerimaan radio atau mendukung perantara radio, misalnya link radio antara jaringan D900 dan *Mobile Station* (MS). Sistem radio yang dipakai pada BTS-BTS Telkomsel adalah *Mini-Link* dan *Pasolink*. *Mini-Link* dan *Pasolink* merupakan hubungan radio gelombang mikro untuk *transmisi digital* yang terdiri dari sebuah modul akses dalam ruangan dan sebuah unit radio luar luar ruangan dengan modul antena. Fungsi *Mini-Link* dan *Pasolink* itu sama, yaitu sebagai penghubung jalannya sinyal informasi baik yang dipancarkan maupun yang diterima. Pada dasarnya *Mini-*

*Link* dan *Pasolink* itu sama, namun produk dan kualitasnya berbeda. Hal inilah yang membuat penulis tertarik untuk memilih judul Analisis Perbandingan *Mini-Link* dan *Pasolink* pada BTS di PT. Telkomsel Makassar. Yaitu dengan tujuan membandingkan kualitas dan meneliti kelebihan dan kekurangan dari *Mini-Link* dan *Pasolink* tersebut, serta diharapkan dapat memberikan saran untuk pemakaian radio link mana yang lebih baik.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Pada dasarnya *Mini-Link* dan *Pasolink* itu sama, namun produk dan kualitasnya berbeda. Hal inilah yang membuat penulis tertarik untuk ;

1. Membandingkan kualitas *Mini-Link TN* dan *Pasolink Ipaso 1000*
2. Meneliti kelebihan dan kekurangan dari *Mini-Link TN* dan *Pasolink Ipaso 1000*

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penulisan Laporan Akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui dan memahami cara kerja transmisi *Mini-Link TN* dan *Pasolink Ipaso 1000*.
2. Dapat membandingkan kualitas serta meneliti kelebihan dan kekurangan dari *Mini-Link* dan *Pasolink*.

## **1.4. Batasan Masalah**

*Mini-Link* merupakan radio link yang diproduksi oleh *Ericsson* sedangkan *Pasolink* merupakan radio link yang diproduksi oleh NEC. *Mini-Link* terdiri dari dua jenis yaitu *Mini-Link TN* dan *Mini-Link CN* sedangkan *Pasolink* terdiri dari tiga jenis yaitu *Pasolink*, *Ipaso 200*, *Ipaso 1000*, dan *Neo*

C. Akan tetapi radio link yang dipakai pada BTS-BTS Telkomsel adalah Mini-Link TN , sedangkan *Pasolink* yaitu *Ipaso 1000* dan *Neo C*. Oleh karena itu, untuk memfokuskan pada permasalahan yang ada maka penulis membatasi masalah dengan menitik beratkan pada Analisis perbandingan kualitas *Mini-Link TN* dan *Pasolink Ipaso 1000* yang dipakai oleh PT. Telkomsel Makassar meneliti kelebihan dan kekurangan *Mini-Link TN* dan *Pasolink Ipaso 1000* tersebut.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penulisan Laporan Akhir ini adalah :

1. Menambah wawasan bagi mahasiswa tentang *Mini-Link* dan *Pasolink* pada BTS di PT. Telkomsel Makassar.
2. Dapat mengetahui fungsi dan membandingkan kualitas sistem radio *Mini-Link TN* dan *Pasolink Ipaso 1000*

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Agar lebih sistematis dan mudah dimengerti maka penulis membagi laporan akhir ini berdasarkan sistematika sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada Bab ini diuraikan mengenai latar belakang, pembatasan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada Bab ini diuraikan mengenai teori-teori pendukung laporan akhir dan gambaran umum tentang *Mini-Link* dan *Pasolink* di BTS PT. Telkomsel Makassar.

### **BAB III METODELOGI PENELITIAN**

Pada Bab ini penulis membahas tentang hal-hal yang dilakukan dalam proses pengambilan data oleh penulis, yang meliputi tempat dan waktu penelitian, studi literatur, konsultasi, wawancara dan pengumpulan data di PT Telkomsel Makassar.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada Bab ini masalah yang dibahas oleh penulis yaitu mengenai perbandingan *Mini-Link TN* dan *Pasolink Ipasso 1000* berdasarkan pada data-data yang diterima dari PT. Telkomsel Makassar serta hasil dari permasalahan yang dibahas.

### **BAB V PENUTUP**

Pada Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh pada saat pengerjaan laporan laporan akhir serta saran-saran dari penulis.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pengertian Dasar Transmisi**

Transmisi adalah penyaluran informasi dari satu tempat ke tempat lain. Media transmisi adalah sarana untuk menyalurkan (mentransmisikan) informasi dari satu tempat ke tempat lain. Dalam teknologi telekomunikasi dikenal ada dua macam media transmisi yaitu (Ghouzali Saydam, 1993 : 25-27):

##### **2.1.1. Media Transmisi Fisik**

Saluran fisik adalah saluran (media) yang dapat dilihat dengan mata kita sendiri. Fungsinya untuk menyalurkan informasi telekomunikasi dari satu tempat ke tempat lain. Contohnya : Kawat yang digunakan untuk menghubungkan pesawat telepon, atau dengan pesawat telepon lainnya dalam satu kota.

Saluran fisik ini biasanya terbuat dari logam (kawat tembaga atau kawat besi), dan di kembangkan dengan menggunakan bahan serat optik (*fiber optik*).

##### **2.1.2. Media Transmisi NonFisik**

Media transmisi non fisik disebut juga media transmisi radio, karena ia menggunakan gelombang-gelombang radio (elektromagnetik) sebagai penyalur informasi. Media ini dapat dibedakan atas :

a) *Transmisi Radio Terrestrial*

*Terrestrial* (*Terra* = bumi) adalah gelombang radio yang merambat tidak jauh dan sejajar dengan permukaan bumi atau searah permukaan gelombang radio sebagai media transmisi biasanya ditentukan berdasarkan panjang gelombangnya. Yang membedakan gelombang radio dengan gelombang cahaya atau sinar x adalah frekuensi.

b) *Transmisi Radio Satelit*

Transmisi ini menggunakan satelit sebagai repeaternya.

## **2.2. Gelombang Mikro (*Microwave*)**

Gelombang Mikro adalah gelombang radio dengan frekuensi antara 300 MHz sampai 300 GHz dan mempunyai panjang gelombang dalam ruang bebas 5 cm sampai 1m atau 30 cm sampai 1 mm.

*Microwave* berarti pelaksanaan hubungan telekomunikasi dengan menggunakan media transmisi radio gelombang pendek. Disebut pendek, karena memang panjang gelombangnya hanya dalam satuan meter. Gelombang mikro mempunyai daya jangkauan yang lebih pendek dibandingkan dengan sistem HF. Oleh karena itu, bila sistem ini dipergunakan untuk hubungan jarak jauh diperlukan banyak stasiun *repeater* (pengulang). Pada umumnya, setiap jarak 50 sampai 70 km dipasang *repeater* yang berfungsi menerima sinyal, memperkuatnya dan kemudian memancarkan kembali dalam bentuk yang lebih kuat.

Pada gelombang mikro, pancaran gelombangnya tidak langsung tetapi singgah-singgah (*estafet*) pada beberapa stasiun *repeater* yang terdapat sepanjang jalan. Dengan demikian, sinyal percakapan selalu mendapat penguatan berulang-ulang. Dan sesampai ditempat tujuan, mutu percakapan sama seperti yang dikirim semula.

### **2.2.1. Sifat Gelombang Mikro**

- a. Gelombang mikro mempunyai panjang gelombang yang sangat pendek, sifat gelombang mikro sama dengan sifat gelombang cahaya, yaitu mempunyai sifat optik.
- b. Pancaran line of Sight (LOS)
- c. Gelombang mikro dapat:
  1. Dipantulkan
  2. Dibiaskan
  3. Disebarkan
  4. Diberkaskan

### **2.2.2. Spektrum Gelombang Mikro**

- a. Spektrum gelombang mikro mulai dari 1 GHz sampai dengan 300 GHz belum dapat dimanfaatkan seluruhnya.
- b. Batas tertinggi yang sudah dimanfaatkan sekitar 12 GHz, diatas masih dalam Litbang mengingat keterbatasan dalam komponen yang masih semakin kecil dan diperlukan kemampuan yang kuat terhadap pancaran *microwave*.

### 2.2.3. Sistem Komunikasi *Microwave*

- a. Sistem komunikasi microwave dapat dibedakan menurut sudut pandang dilihat dari segi informasi yang dikirim, terdiri dari *voice* (suara), gambar (TV) dan data (komputer).
- b. Dilihat dari segi sistem komunikasi, digunakan untuk:
  - 1) Hubungan terrestrial (*Link Microwave Terrestrial*)
  - 2) Hubungan ekstra terrestrial (*Komunikasi Satelit*)
  - 3) Hubungan radio seluler (Sistem Telepon Bergerak)

### 2.2.4. Prinsip Kerja Sistem Komunikasi *Microwave*

- a. *Transmitter (Tx)*
  - 1) Berbagai input informasi dari kanal masing-masing (MUX), yang akan dipancarkan masuk ke bagian Tx diolah dan dirubah frekuensinya menjadi IF (MHz).
  - 2) Dari Tx sinyal diteruskan ke Up converter. Disini frekuensi MHz dirubah menjadi RF (GHz).
  - 3) Pada HPA sinyal dilakukan dan disalurkan ke antena melalui wave guide untuk pancaran.
- b. *Receiver (Rx)*
  - 1) Sinyal yang diterima antenna Rx sangat lemah pada LAN dikuatkan dan disalurkan ke down converter.
  - 2) Down converter mengolah sinyal RF menjadi IF (MHz) kemudian disalurkan ke rangkaian DEMUX.
  - 3) Rangkaian DEMUX pada Rx mengubah sinyal IF menjadi

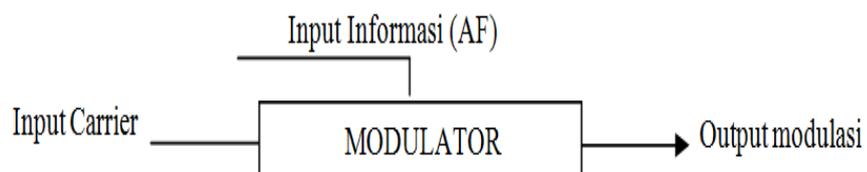
sinyal informasi, dipecah-pecah sesuai kanal masing-masing.

### 2.3. Modulasi

Modulasi merupakan teknik yang digunakan untuk mentransmisikan informasi. Modulasi didefinisikan sebagai proses penumpangan sinyal frekuensi rendah (AF) kepada sinyal frekuensi tinggi (RF) untuk ditransmisikan. (Smale P.H, 1996 : 18)

Sinyal frekuensi rendah yang akan dikirim dapat berupa sinyal audio (suara) ataupun video (gambar). Sedangkan sinyal frekuensi tinggi merupakan sinyal pembawa (carrier), sinyal informasi dikatakan sebagai pemodulasi.

Proses modulasi dikerjakan oleh perangkat yang dinamakan modulator. Secara umum modulator merupakan perangkat yang mempunyai dua buah terminal input carrier dan sebuah terminal input informasi. Sedangkan terminal output mempunyai terminal output sinyal modulator.



**Gambar 2.1 Dasar Modulasi**

Bentuk sinyal modulasi bermacam-macam sesuai dengan karakter sinyal tersebut dan proses modulasinya. Berdasarkan karakter sinyal, ada tiga jenis modulasi yaitu :

1. *Modulasi Analog*
2. *Modulasi Digital*

### 3. *Modulasi Pulsa*

#### 2.3.1. *Modulasi Analog*

Modulasi analog diproses oleh *modulator analog*. Sinyal *modulator analog* dihasilkan dari informasi dan *carrier analog*.

*Modulasi analog* ada tiga macam:

a) *Modulasi Amplitudo (AM)*

*Modulasi amplitudo* adalah suatu proses modulasi dengan cara mengubah *amplitudo* gelombang pembawa yang dilakukan oleh sinyal informasi. Modulasi ini diproses oleh *modulator AM*.

b) *Modulasi Frekuensi (FM)*

*Modulasi frekuensi* adalah suatu proses modulasi dengan cara mengubah-ubah frekuensi gelombang pembawa *sinusoidal* yaitu dengan cara menyelipkan sinyal-sinyal informasi pada gelombang pembawa tersebut. Modulasi ini diproses oleh *modulator FM*.

c) *Modulasi Pulsa*

*Modulasi pulsa* adalah suatu proses modulasi dengan menggunakan pulsa-pulsa tegangan atau pulsa-pulsa arus. Dengan modulasi pulsa, gelombang pembawa yang digunakan bukanlah gelombang *sinusoidal* tetapi terdiri dari pulsa- pulsa segi empat yang berulang-ulang. Modulasi ini diproses oleh *modulator PM*.



**Gambar 2.2 Modulasi Analog**

### 2.3.2. Modulasi Digital

*Modulasi digital* diproses oleh *modulator digital*. Sinyal *modulasi digital* dihasilkan dari informasi *digital* dan *carrier analog*.

*Modulasi digital* terdiri dari tiga macam :

a) *Modulasi Amplitudo*

ASK (*Amplitudo Shift Keying*) atau *amplitudo* yang terkunci, diproses oleh *modulator ASK*. Pembangkitan gelombang AM dapat dilakukan dengan dua pendekatan berbeda. Pertama dengan pembangkitan sinyal AM secara langsung tanpa harus membentuk sinyal *baseband*, sehingga dalam kasus *biner generator* harus mampu memformulasikan satu dari dua sinyal gelombang AM yang mungkin. Teknik inilah yang disebut dengan *Amplitude Shift Keying (ASK)*. Pada teknik ini, informasi *digital* yang dikirimkan ditumpangkan pada sinyal pembawa dengan mengubah-ubah *amplitudo* sinyal pembawa. Teknik ini adalah yang paling sederhana dipakai untuk mengirimkan data berkecepatan rendah.

b) *Modulasi Frekuensi*

FSK (*Frekuensi Shift Keying*) merupakan modulasi yang diproses oleh *modulator FSK*. FSK merupakan sistem modulasi

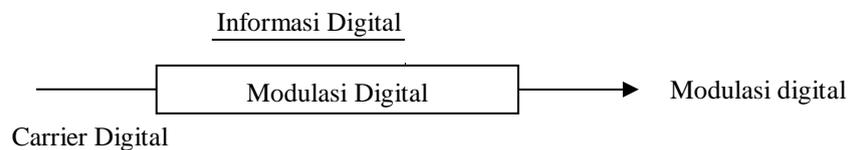
digital yang relatif sederhana. FSK *biner* adalah sebuah bentuk modulasi sudut dengan *envelope konstan* yang mirip dengan FM *konvensional* kecuali bahwa dalam modulasi FSK, sinyal pemodulasi berupa aliran pulsa *biner* yang bervariasi diantara dua level tegangan diskrit sehingga berbeda dengan bentuk perubahan yang *kontinu* pada gelombang *analog*. Dengan teknik ini, sinyal informasi *digital* yang akan dikirimkan dipakai untuk mengubah frekuensi sinyal pembawa. Sistem ini lebih kebal terhadap derau dengan cara memperlebar kanal yang dipakai. Hal ini dapat dibayangkan sebagai upaya menyebar energi informasi ke *bandwidth* yang lebih besar, sehingga gangguan yang muncul disatu frekuensi tidak begitu merusak keseluruhan sinyal.

c) *Modulasi Fasa / Fasa*

PSK (*Phase Shift Keying*) merupakan modulasi yang diproses oleh *modulator* PSK. Dalam modulasi *analog* sulit membedakan antara modulasi frekuensi dengan modulasi fase sehingga keduanya dikategorikan sebagai hal yang sama karena keduanya memiliki pengaruh yang sama pada sinyal *carrier* yaitu perubahan frekuensi sesuai dengan *variasi amplitudo* sinyal informasi yang memodulasinya. Dengan adanya proses modulasi pada *fase* gelombang *carrier* tersebut yaitu dengan sistem *Phase Shift Keying (PSK)*. Dengan teknik ini sinyal informasi digital yang akan dikirimkan ditumpangkan pada fasa sinyal pembawa.

Teknik ini yang sekarang paling lazim dipakai untuk komunikasi data berkecepatan tinggi. Karena teknik ini juga mencakup pemikiran untuk mengirimkan informasi dengan *bandwidth* yang sekecil mungkin, tetapi masih memiliki kekebalan terhadap gangguan. Ada dua jenis modulasi fasa, yaitu :

- *Binary Phasa Shift Keying* (BPSK)
- *Quadrature Phase Shift Keying* (QPSK)



**Gambar 2.3 Modulasi Digital**

#### **2.4. Multiplexing**

*Multiplexing* adalah proses penggabungan informasi dua kanal atau lebih melalui saluran transmisi yang digunakan secara bersama. *Demultiplexing* adalah proses penguraian kembali isi saluran transmisi menjadi beberapa saluran pembicaraan sesuai dengan sumbernya.

*Multiplexing* merupakan penggunaan dari suatu mata rantai telekomunikasi tunggal untuk dapat mentransmisikan sejumlah sinyal yang berbeda-beda, baik secara serentak maupun bergiliran dengan cepat.

Dalam *multiplexing* berdasarkan pembagian pita/kawasan frekuensi (*Frekuensi Division Multiplexing*), dapat digunakan penerjemah frekuensi elektronik yang disebut *modulator* dan *demodulator*. Untuk dapat memastikan bahwa masing-masing sinyal telah menempati saluran-saluran yang sesuai. Lebar masing-masing saluran tidak perlu sama, karena pemanfaatan suatu mata rantai transmisi secara optimum terjadi bila masing-masing saluran

hanya menempati lebar yang dibutuhkan.

*Multiplexing* dibagi menjadi dua :

1. *Frekuensi Division Multiplex* (FDM)

FDM adalah suatu cara menyalurkan beberapa pembicaraan telepon dengan menumpangkannya pada satu frekuensi pembawa. FDM membuat pemakaian satu jalur fisik (system 2 kawat / 4 kawat) dapat menyalurkan beberapa kanal pembicaraan sekaligus. Sebagai contoh dalam *bandwith* 48 KHz antara 2 frekuensi 60-108 KHz dapat dibagi menjadi 12 jalur pembicaraan atau sub bandwidth masing-masing sebesar 4 KHz karena frekuensi pembicaraan hanya 0,3 KHz-3,4 KHz. Sistem FDM seperti contoh tersebut dapat menyalurkan 12 pasang hubungan sekaligus untuk satu jalur fisik.

2. *Time Division Multiplex* (TDM)

Adalah suatu cara menyalurkan beberapa pembicaraan telepon hanya dengan saluran penghantar, sehingga dapat melewati beberapa pembicaraan sekaligus seperti dalam pembicaraan proses FDM.

TDM dibagi menjadi 2 : 1. Sinkron

2. Asinkron

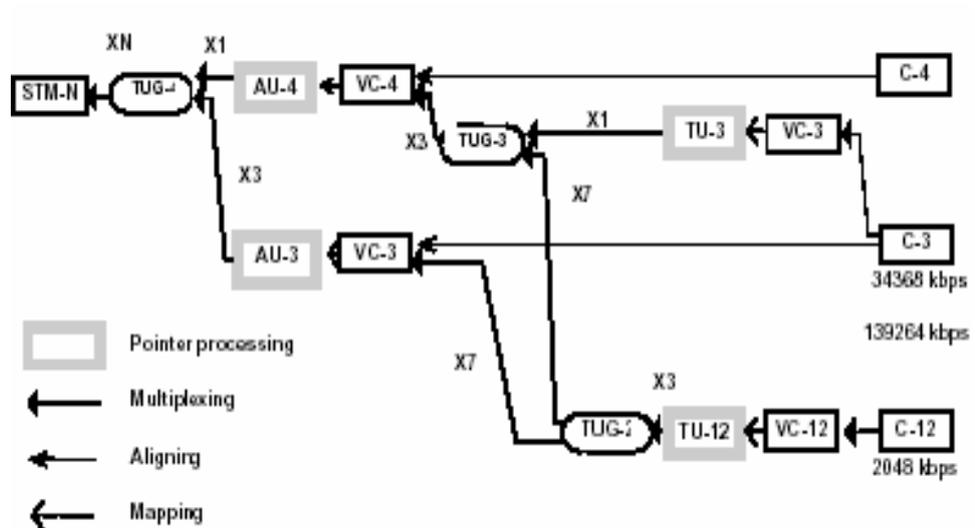
- *Synchronous Transfer Mode* (STM)

1. STDM

2. *Sirkuit Switch* (pengambilan data berdasarkan circuit data)

Contoh: sentral telepon digital, sentral komunikasi bergerak.

- *Asynchronous Transfer Mode (ATM)*
  1. ATDM
  2. Menggunakan paket switch (pengambilan data berdasarkan packet data) Contoh: ISDN (*Intelegent Service Digital Net*)



**Gambar 2.4 Struktur Multiplexing**

## **2.5. Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH)**

Merupakan hirarki dari struktur transport digital yang distandarkan sebagai *transport* dengan ciri utama sinyal pada kondisi normal mempunyai kecepatan yang sama, bila ada penyimpangan harus berada pada batas yang ditentukan.

Suatu jaringan *plesiochronous* tidak menyinkronkan jaringan tetapi hanya menggunakan pulsa-pulsa detak (*clock*) yang sangat akurat diseluruh simpul penyakelarnya (*switching node*) sehingga laju slip di antara berbagai simpul tersebut cukup kecil dan masih bisa diterima (misalnya plus/minus 50 bit untuk jaringan/kanal 2,048 atau 1,544 Mbps).

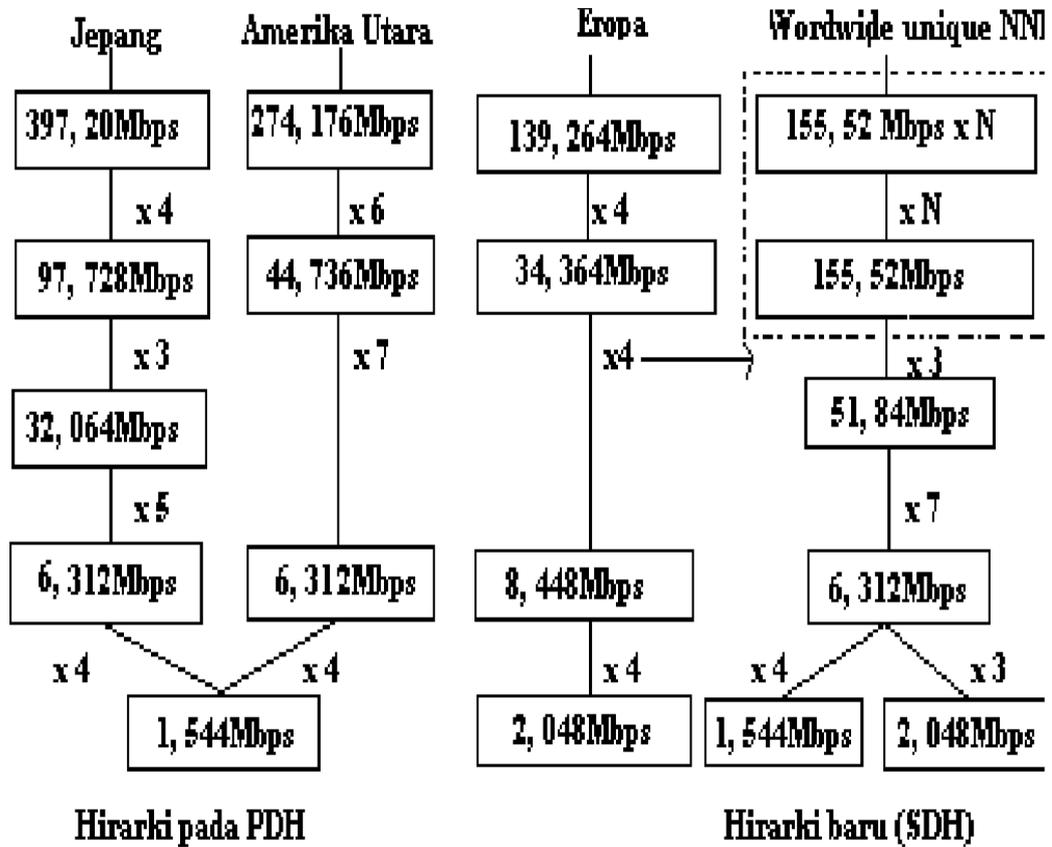
Dalam PDH, sebuah peralatan transmisi tertentu umumnya hanya menangani dengan baik satu fungsi tertentu saja dalam jaringan. Karena adanya keterbatasan dalam sistam transmisi PDH maka muncul sistem transmisi SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*). Dalam SDH, ada integrasi dari berbagai tipe peralatan yang berbeda-beda yang mampu memberikan kebebasan baru dalam perancangan jaringan.

## **2.6. Synchronous Digital Hierarchy (SDH)**

Merupakan hirarki pemultiplekan yang berbasis transmisi sinkron. SDH dapat digunakan untuk transmisi optik kapasitas besar, pengaturan lalu lintas komunikasi dan restorasi jaringan.

SDH memiliki dua keuntungan pokok : *fleksibilitas* yang sangat tinggi dalam hal *konfigurasi-konfigurasi* kanal pada simpul-simpul jaringan dan meningkatkan kemampuan-kemampuan manajemen jaringan baik untuk

payload traffic-nya maupun elemen-elemen jaringan.

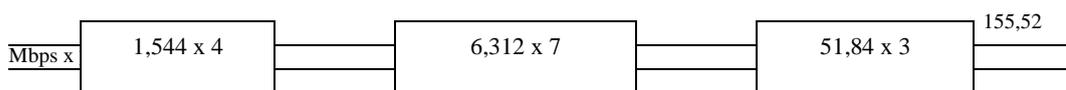


NNI : Network Node Interfase

**Gambar 2.5 Perbandingan Hirarki Antara PDH dan SDH**

Level paling tinggi jaringan transport SDH adalah jaringan nx STM-1 (nx 155,52 Mbps). STM-1 (*Synchronous Transport Module 1*) adalah modul transport sinkron level-1.

Contoh seperti pada gambar berikut :



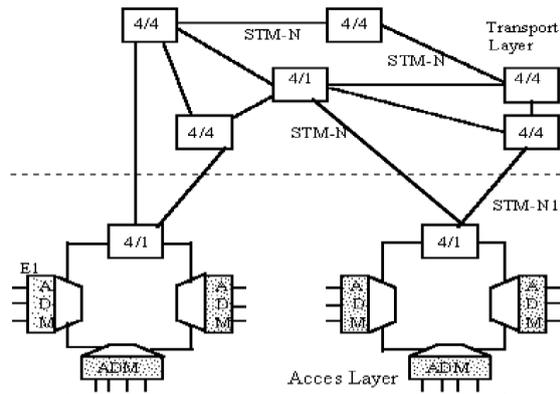
**Gambar 2.6 Modul Transport sinkron**

## 1. Lapisan Transport

Lapisan transport terdiri dari peralatan-peralatan DxC (*Digital Cross Connect*) yang berlokasi di sentral-sentral telepon data, sinyal-sinyal digital dirutekan ke lokasi sentral-sentral telepon / jaringan data yang disebut DxC.DxC berfungsi untuk menyediakan tempat *interkoneksi* sambungan. *Sinyal digital standart* DS-1 yaitu yaitu 1,554 Mbps disebut DxC-1, *standart* DS-4 yaitu 274,176 Mbps disebut DxC-4.DxC 4/4 berarti merupakan penghubung antar sesama jaringan pada *pemultiplekan hirarki ke-4*.

## 2. Lapisan Akses

Lapisan akses terdiri dari peralatan ADM (*Add Drop Multiplexer*) yang merupakan penyedia lebar pita saluran bagi para pengguna akhir. Jaringan akses SDH umumnya tersusun dalam ring-ring (bentuk cincin) STM-1. ADM 4/1 (*Add and Drop Multiplex*) untuk menduplik aliran STM-1 ke aliran *data standar* E1 atau 2,048 Mbps, atau *memultiplex* aliran E1 ke dalam aliran STM-1 (*hirarki ke-4* dengan *hirarki ke-1*). Sedangkan aliran –aliran E1 disediakan bagi para pengguna akhir. Jaringan *transport* SDH yaitu STM-1 ( $n \times 155$  Mbps), yang dihubungkan secara bersilang oleh peralatan DxC 4/4 (*Digital Cross Connect*).



**Gambar 2.7** Arsitektur Umum Jaringan SDH

Tugas utama jaringan adalah menyediakan trunk antara sentral-sentral telepon/jaringan data dengan DxC 4/4 untuk memungkinkan sambungan jika sebuah sampul jatuh atau gagal berfungsi *Hirarki Jaringan* turun lebih bawah yaitu DxC 4/1 (penghubung Hirarki ke-4 dengan hirarki ke-1) memecah lebar pita STM-1 menjadi level UC-12 (yang membawa E1). Setiap VC-12 dapat dirutekan secara *individual* kesimpul DxC 4/1 lainnya atau ke dalam jaringan akses. *Port* menjadi E1 atau 2 Mbps (untuk Amerika T1 = 1,544 Mbps) sebuah DxC 4/1 digunakan untuk menyediakan *granularitas* VC-12 (E1) diantara lapisan-lapisan *transport* dan lapisan akses.

## 2.7. Pembagian Jaringan GSM

Pembagian jaringan GSM (GSM Team, 2003; 17-22) dapat dibedakan atas tiga subsistem yaitu :

- a. Base Station Subsystem (BSS)
- b. Network and Switching Subsystem (NSS)
- c. Operation Subsystem atau operation and Maintenance Subsystem (OOS)

### 2.7.1. Base Station Subsystem (BSS)

BSS merupakan bagian sistem yang berinteraksi erat dengan penanganan sumber daya radio, dalam hal ini BSS dan MS. BSS mewakili unit fungsi dari peralatan yang diperlukan untuk mendukung suatu sel. Unit ini terdiri dari tiga *entitas fungsional* : BSC (*Base Station Controller*) sebagai unit control, BTS (*Base Tranceiver Station*) sebagai unit transisi, dan TCE (*Transcoding Equipment*) sebagai unit pengadaptasian metode pengkodean suara yang berbeda dalam jaringan GSM dan jaringan tetap (*fixed network*). Antarmuka antara BTS dan MS disebut sebagai *Um interface*(*radio interface*). Sedangkan antara BTS dan BSC didefinisikan antarmuka yang disebut bis interface. Untuk menjaga konsistensi kinerja, setiap BS dihubungkan dengan unit kontrol System OOS.

#### a. *Base Station Controller* (BSC)

Dalam *terminology* GSM, BSS adalah gabungan sebuah BSC dan semua BTS yang dikontrolnya. BS berfungsi untuk memonitor dan mengontrol sejumlah BTS. Jadi semua pengaturan kanal pada *radio interface* (pengalokasian atau pelepasan kanal) dan *mekanisme handover* dilakukan secara *remote* oleh BSC, dengan adanya proses ini maka BSC dapat mengendalikan kinerja transmisi setiap BTS dan jika perlu dapat memerintahkan *handover* ke sel BTS yang lain yang masih dalam wilayah BSC yang bersangkutan. Jika suatu *intra MSC handover* diperlukan,

BSC memerintahkan MSC (*mobile service switching centre*) untuk menjalankan *handover*. *Handover* berarti perubahan yang terjadi jika *mobile station* meninggalkan suatu wilayah sel. Sedangkan *intra MSC handover* berarti suatu *handover* yang terjadi antara dua sel yang dikontrol oleh MSC yang sama tapi dengan BSC yang berbeda, suatu BSC dapat mencakup beberapa BTS tergantung dari karakteristik *trafik* pada lokasi pelayanan.

**b. *Base Transceiver Station (BTS)***

*Base transceiver station* terdiri dari perlengkapan radio yang diperlukan untuk mendukung sebuah sel. Tugas dari BTS adalah menjaga memonitor hubungan dengan MS.

Lebih khusus lagi, menghubungkan dengan transmisi penerimaan radio, semua fungsi pemrosesan sinyal spesifik dengan radio *interface* dan beberapa fungsi tambahan. BTS juga sering disebut sebagai kepanjangan tangan BSC.

**c. *Transcoding Equipment (TCE)***

Dengan adanya TCE maka frekuensi radio dapat digunakan secara lebih efektif. Dalam jaringan GSM suara ditransmisikan hanya 16 Kbps, (13 Kbps informasi suara dan 3 Kbps informasi kontrol), sedangkan pada jaringan tetap (ISDN) biasanya digunakan standard transmisi 64 Kbps (PCM 8 bit). Tugas dari TCE antara lain adaptasi *bit rate* antara BSC dan MSC, hubungan informasi kontrol dan adaptasi *rate* untuk transmisi data melalui

telepon *mobile*. Beberapa *literature* menyebutnya sebagai TRAU (*trancoder Rate Adaptation Unit*) dan dalam arsitektur kanonik GSM diklasifikasikan sebagai bagian dari BTS.

**d. *Mobile Station* (MS)**

*Mobile Station* adalah perangkat radio yang berfungsi sebagai alat penghubung antar pelanggan dengan jaringan GSM. *Mobile Station* adalah gabungan dari *Mobile Equipment* yang berupa perangkat radio dan SIM Card sebagai modul identifikasi pelanggan.

Pada umumnya terdapat tiga jenis MS untuk sistem komunikasi bergerak. Pertama adalah pesawat yang terhubung dengan kendaraan (*vehicle mountered*). Kedua, pesawat *portable* dan yang terakhir pesawat genggam (*handheld*). Secara *arsitektur* MS terdiri dari bagian yang menangani radio, bagian pemrosesan data dan dua bagian yang pertama berfungsi untuk mengakses dan berinteraksi dengan jaringan melalui *radio interface*. Sedangkan yang terakhir berkaitan dengan *interaksi* dengan pengguna. Bila pembagian secara fungsional, MS terdiri dari:

- Terminal pendukung, merepresentasikan fungsi khusus tanpa fungsi spesifik GSM
- Terminal mobile, merepresentasikan semua fungsi yang berhubungan dengan transmisi pada *radio interface*.
- Terminal *adapter*, yang bertindak sebagai *gateway* antara

terminal dan *terminasi mobile*.

### **2.7.2. Network and Switching Subsystem (NSS)**

NSS terdiri dari fungsi yang diperlukan untuk menangani perintah-perintah penyediaan hubungan, proses, dan pelepasannya kembali (fungsi switching atau penyambung) serta mekanisme pemrosesan basis data yang mendukungnya. Fungsi ini antara lain : fungsi khusus yang berhubungan dengan mobilitas pelanggan (misalnya paging : memanggil MS selama datangnya panggilan atau *cell-setup*), pengalokasian kanal radio yang dilakukan oleh BSC ke masing-masing MS selama panggilan berlangsung, menentukan *area location* MS. Menentukan MSRN (*Mobile Station Roaming Number*), pengaturan pensinyalan dengan *entitas* yang lain (misalnya BSS), *handover* (*Intraksi MSC* atau *intra MSC*), *validasi* dan *security*, serta pengaturan komunikasi antara pelanggan GSM dengan pelanggan jaringan telekomunikasi yang lain.

#### **a. Mobile Switching Centre (MSC)**

MSC pada intinya adalah suatu peralatan *switching*, ekuivalen dengan *sentral digital* (ISDN) ditambah dengan pengaturan *mobilitas* pelanggan. Fungsi utamanya adalah untuk koordinasi panggilan data dari atau ke pelanggan GSM termasuk fungsi *call routing* dan *call control*. Lebih spesifik fungsi ini bertanggung jawab atas pengalokasian dan pelepasan kanal radio melalui BSC beserta mekanis *melocation-updating*, *handover* dari satu sel ke

sel yang lainnya, serta *interkoneksi* dengan jaringan lain (ISDN/PSTN). Arah hubungan yang dilakukan serta layanan yang ditawarkan. MSC berhubungan dengan BSS melalui *A-Interface* dan jaringan *eksternal*. Untuk kepentingan komparabilitas, hubungan antara MSC dengan jaringan *eksternal* bisa dilakukan melalui suatu *gateway* IFW (*Interworking function*). Peranan IFW pada sistem tergantung dari data pelanggan dan jaringan *eksternal* yang dihubungkan.

**b. *Home Location Register (HLR)***

Adalah tempat penyimpanan dan administrasi pelanggan yang diperlukan untuk menyediakan service (*ekivalen* dengan sentral local pada jaringan tetap). Fungsi dasarnya adalah untuk menyediakan referensi lokasi MS pada wilayah GSM. Ketika pelanggan harus dicari (*call setup*), HLR akan diinterogasi untuk memberikan informasi yang relevan. Jumlah HLR tergantung pada jumlah pelanggan dan *features* spesial jaringan. Setiap aksi administrasi dan aksi teknis yang dilakukan oleh administrator jaringan, disimpan dalam *register* ini. Jadi, pada umumnya terdapat dua tipe informasi dalam HLR:

- Data yang menerangkan kondisi kontrak dengan pelanggan.
- Data yang berisi informasi untuk meneruskan panggilan datang ke MSC untuk pelanggan yang dipanggil.

HLR juga terdiri dari tiga identitas khusus (bagian informasi) yang penting bagi sistem

- IMSI (*international Mobile Subscriber Identity*)
- MSISDN (*Mobile Station ISDN Number*) adalah nomor panggil *ekivalen* ISDN bagi pelanggan mobile
- Alamat VLR dimana data pelanggan didaftarkan

**c. *Equipment Identity Register (EIR)***

Setiap pesawat GSM mempunyai nomor identitas yang dilakukan secara perangkat keras (IMEI). Dalam mengakses jaringan, pesawat akan mengirim pesan permintaan akses disertai dengan nomor pesawat yang bersangkutan, jaringan akan memberikan nomor ini bila nomor pesawat tersebut tidak terdaftar dalam EIR, maka ke jaringan akan dapat dilakukan, jadi sebagaimana dua register sebelumnya EIR berfungsi untuk merekam identitas, tapi informasi yang terdapat dalam EIR adalah khusus untuk validasi akses ke jaringan. Bila nomor ini akan disimpan dalam EIR dan sebagai konsekuensinya semua permintaan akses ke jaringan dari pesawat tersebut akan ditolak.

**d. *Authentication Center (AUC)***

*Authentication Center* memproteksi sistem GSM terhadap penggunaan ilegal (bukan oleh pelanggan). AUC juga memproteksi sistem terhadap penyalahgunaan data pelanggan GSM. AUC terdiri dari suatu Lank data Unit kontrol dan monitor

(untuk pemeriksaan hak akses lain) dan perangkat keras khusus untuk menjalankan *algoritma enkripsi*.

### **2.7.3. Operation Subsystem (OOS)**

Bagian ini bertanggung jawab terhadap sistem operation dan *maintenance system* GSM. OOS adalah unit fungsi yang bertanggung jawab untuk memonitor dan mengontrol sistem (*totalitas* semua elemen jaringan) dan mengkombinasikan semua fungsi yang diperlukan untuk menjaga *konsistensi fungsional* sistem secara global. Termasuk fungsi ini antara lain:

1. Fungsi yang berhubungan dengan administrasi pelanggan
  - a) Administrasi pelanggan dan hubungan
  - b) Registrasi pembayaran
  - c) Registrasi data untuk kepentingan statistik
2. Fungsi yang berhubungan dengan *security*
  - a) Memeriksa identitas pelanggan dalam AUC
  - b) Melakukan pengkodean data
  - c) Memeriksa identitas pesawat dalam EIR
3. Fungsi operasi, berupa semua aktivitas teknis dan administratif yang diperlukan karena kondisi *eksternal* yang dimodifikasi misalnya pengenalan layanan- layanan baru sebagai reaksi kebutuhan baru.
4. Fungsi pemeliharaan, berupa semua aktifitas teknis atau administratif yang diperlukan untuk menjalankan fungsi sistem

atau mengembalikan dan memperbaikinya secepat mungkin setelah terjadi kegagalan.

## **2.8. Interface Pada Jaringan Sistem GSM**

Di dalam jaringan system GSM terdapat beberapa *interface* (antar muka) yang menghubungkan antara MS, BSC, BTS, XCDR dan MSC yang masing – masing fungsi dari *interface* tersebut adalah sebagai berikut :

### **2.8.1. A – Interface (Link MSC – XCDR)**

Diimplementasikan sebagai link 2 Mbps (dengan PCM 30) antara *Transcoder* (XCDR) dan *Mobile Service Switching Centre* (MSC). Link ini yang memandu terjadinya trafik dan pensinyalan. Slot 0 sebagai *Frame Alignment Signal* (FAS), slot 16 untuk pensinyalan yakni *Common Channel Signaling No. 7* (CCS#7). Sedangkan slot – slot lainnya sebagai *traffic channel* yang mengirimkan informasi untuk satu koneksi. Selain itu juga pada A – *interface* berfungsi sebagai sistem aplikasi antara BSC dan MSC (sebagai contoh untuk pengukuran trafik pelanggan dapat dilakukan dari BSC maupun dari MSC). Juga berfungsi sebagai sistem manajemen BSC dalam pengaturan handover antar BTS yang diinformasikan ke MSC dan sebagai *message transfer part* dari BSC ke MSC.

### **2.8.2. A – Sub Interface(Link XCDR – BSC)**

Diimplementasikan sebagai link 2 Mbps (dengan PCM 30) antara XCDR dan BSC yang membawa “ *trafik* ” (digunakan untuk

percakapan pelanggan) dan “ *signalling* ” (digunakan untuk proses pensinyalan). Pada *A – sub interface* sama seperti pada *A – interface* time slot 0 dipakai sebagai FAS (*Frame Alignment Signal*) yang berfungsi sebagai *time slot* yang mengoreksi jika ada kesalahan atau kerusakan dalam pengiriman signal dan juga untuk *sinkronisasi*. *Time slot* 16 dipakai sebagai *signaling* antara BSC dan XCDR dan *time slot* 31 dipakai untuk LAPD link PCMS (link antara BSC dan XCDR). Sedangkan *time slot* yang lainnya dipakai untuk *trafik channel*.

### **2.8.3. A – Bis Interface(Link BSC – BTS)**

*A – Bis interface* menghubungkan antara BTS dan BSC. *Time slot* 0 digunakan sebagai FAS (*Frame alignment Signal*) / Non FAS yang berfungsi untuk sinkronisasi. Satu *time slot* digunakan sebagai *Radio Signaling Link* (RSL). *Time slot* 16 digunakan untuk pensinyalan *A – Bis interface*. Sehingga dalam satu *frame EI* kanal *trafik* yang dapat digunakan adalah 15 TRx .

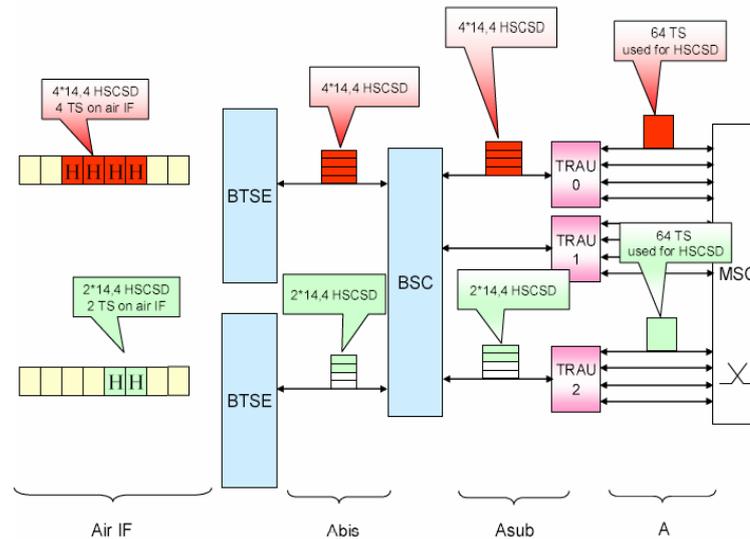
### **2.8.4. Air Interface (Link BTS – MS)**

Komunikasi antara BTS dan MS menggunakan media udara, terdiri dari 2 *subband frekuensi* yang didefinisikan untuk *Air Interface* antara MS dan BTS.

- a. *Up link* untuk radio transmisi dari MS ke BTS.
- b. *Down link* untuk radio transmisi dari BTS ke MS.

Pada *Air Interface*, setiap kanal pembicaraan ditransmisikan dengan kecepatan 22,8 Kbps dengan media udara melalui *antena*

sektoral BTS.



Gambar 2.8 Interface Pada GSM

## 2.9. Sistem Transmisi Telkomsel Makassar

PT. Telkomsel Makassar mempunyai sistem transmisi berupa *site Base Transceiver Station (BTS), backbone, dan repeater*.

*Backbone* merupakan suatu sistem site yang berfungsi sebagai penghubung sinyal untuk jarak yang sangat jauh (*long hall*) untuk pengiriman dan penerimaan frekuensi kerja dari tempat tertentu.

*Repeater* adalah *site* yang menghubungkan suatu daerah dengan daerah lain yang jaraknya tidak terlalu jauh (*short hall*), namun pada daerah sekitar *repeater* ini tidak dapat mengirim maupun menerima data.

BTS adalah stasiun yang terdiri dari *transmitter* dan *receiver* sehingga telepon seluler dapat mengirim dan menerima sinyal informasi atau data baik berupa suara maupun pesan. Tugas BTS adalah menghubungkan transmisi penerimaan radio atau mendukung perantara radio, misalnya link radio antara

jaringan D900 dan *mobile station* (MS).

Sistem transmisi tersebut menggunakan sistem radio *Mini-Link TN*, *pasolink* dan *Ipaso 1000*. Fungsi *Mini-Link* dan *Pasolink* yaitu sebagai penghubung jalannya sinyal informasi baik yang dipancarkan maupun yang diterima. *Mini-Link* dan *Pasolink* menghubungkan antar BTS untuk sistem seluler.

## **2.10. Mini-Link**

*Mini-Link* terdiri dari tiga bagian :

### **1. Unit Dalam Ruangan**

Unit dalam ruangan disebut dengan *access module*. *Access modul* merupakan modul operasi yang sepenuhnya berupa *band frekuensi* dan menyediakan dalam versi yang berbeda untuk kapasitas jalur dan *konfigurasi* sistem. Bagian dalam terdiri dari *Modem Unit* (MMU), *Switch Multiplexer Unit* (SMU), dan *Service Access Unit* (SAU). Seluruh unit dalam disusun dalam satu *Access Module Magazine* (AMM) yang sama. AMM yang berbeda tersedia untuk *konfigurasi* terminal yang berbeda sama seperti jaringan yang terdiri dari beberapa terminal.

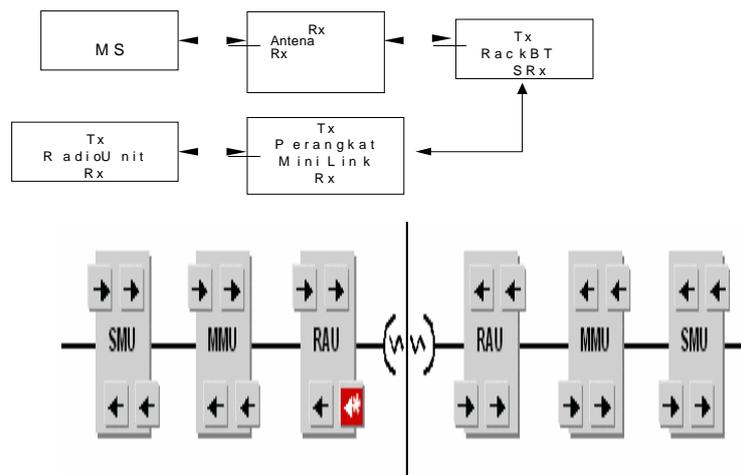
### **2. Unit Luar Ruangan**

Unit luar ruangan merupakan unit yang sepenuhnya berupa kapasitas jalur komunikasi dan tersedia dalam berbagai *band frekuensi*. Unit luar terdiri dari sebuah modul antena, *Radio Unit* (RAU) dan serangkaian instalasi perangkat keras. Antena dan radio bisa digabungkan dan dipasang secara terpisah. Bagian luar ruangan dihubungkan ke bagian

dalam dengan satu kabel *koaksial*.

### 3. Kabel radio

Kabel radio merupakan kontrol pengatur dan pengamatan sistem secara berkala mengawasi kualitas transmisi dan status alarm.



**Gambar 2.9 Blok Diagram Sistem Transmisi Mini-Link**

#### 2.10.1. Jenis Mini-Link

Ada 2 jenis Mini-Link, yaitu :

##### 1. Mini-Link C

Mini-Link C dipakai pada frekuensi 7 dan 15 GHz.

Semakin besar frekuensi yang digunakan berarti semakin dekat jaraknya.

##### 2. Mini-Link E

Mini-Link E dipakai pada frekuensi 7 sampai 38 GHz.

Mini-Link E dapat mencakup kapasitas sebesar 2x2 sampai 34+2 Mbps.

### 2.10.2. Antena *Mini-Link*

Antena merupakan perangkat yang bekerja mengubah sinyal listrik menjadi sinyal gelombang elektromagnetik dan memancarkan / meradiasikannya ke udara bebas sekelilingnya atau sebaliknya menangkap radiasi gelombang elektromagnetik dari udara bebas dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Standar pabrik antena *Mini-Link* dengan diameter 0,3 m dan 0,6 m dapat dipasang bersamaan dengan unit radio atau dipasang secara terpisah.



**Gambar 2.10** *Antena Directional*

### 2.11. Pengertian *Pasolink*

*Pasolink* adalah sistem radio gelombang mikro untuk *transmisi digital* yang terdiri dari sebuah modul akses dalam ruangan dan sebuah unit radio luar ruangan dengan *modul antena*. Unit radio dalam ruangan disebut IDU (*Indoor Unit*) dan unit luar ruangan disebut ODU (*Outdoor Uni*). IDU sebagai *modulator* dan *demodulator* dan ODU sebagai *transmitter* dan *receive*.



**Gambar 2.11 IDU dan ODU *Pasolink***

*Pasolink* series ada 4 yaitu :

1. *Pasolink*
2. *Pasolink plus*
3. *Pasolink NEO*
4. *Pasolink Mx*

#### **2.11.1. *Pasolink***

Sistem *pasolink* didesain untuk menyediakan akses *link selluler* dengan kapasitas yang kecil dan sedang, yang beroperasi pada *band frekuensi* 7 sampai 38 GHz.

*Pasolink* dipasang secara sederhana dengan layanan yang cepat dan efisien dan solusi hemat baik untuk kebutuhan transmisi sehari-hari maupun mendesak.

Keistimewaan *Pasolink* antara lain:

1. Kecepatan rata-rata IDU (*Indoor Unit*) 2x2 Mbps sampai 16x2 Mbps

2. Terdiri dari ODU (*Outdoor Unit*), IDU (*Indoor Unit*), dan antena
3. *Sistem konfigurasinya* bervariasi ( 1+0, 1+1 (HS/SD), 1+1 /FD)
4. *Power control* pemancarnya otomatis
5. *Remot* dan pengontrol jaringannya menggunakan komputer personal
6. Simple dan instalasinya cepat
7. Kapasitas trafiknya 2x2 Mbps, 4x2 Mbps, 1x8 Mbps, 8x2 Mbps, 1x34 Mbps, 16x2Mbps.

#### **2.11.2. *Pasolink Plus***

*Pasolink plus* merupakan sistem radio yang berkapasitas tinggi dengan menggunakan sistem SDH. *Pasolink plus* mempunyai kecepatan dan kapasitas transmisi yang tinggi. *Pasolink plus* beroperasi pada band frekuensi 6 sampai 38 GHz dan *range kapasitas trafik* 1x155 Mbps sampai 2x155 untuk kapasitas yang lebih besar dari 2x155 Mbps digunakan XPIC. *Pasolink plus* dirancang secara sederhana, layanannya cepat, sangat kuat dan solusi hemat untuk transmisi yang berkapasitas tinggi.

Keistimewaan *Pasolink Plus* antara lain :

1. Terdiri dari ODU (*Outdoor Unit*), IDU (*Indoor Unit*) dan antena
2. *Range* lebar dengan muatan kapasitas (1x155 Mbps sampai 2x155 Mbps)
3. *Sistem konfigurasinya* (1+0, 1+1, 1+1 (HS/DS), 1+1 (FD), 2+0

(*Co- channel*)

4. Gain sistem dan spektrumnya tinggi.
5. Lebih mudah, sederhana dan cepat dalam pemasangan
6. Frekuensinya : 6/7/8/11/13/15/18/23/26/28/32/38 GHz
7. Kapasitas trafik : 155 Mbps, 2x155 Mbps

### **2.11.3. Pasolink NEO**

*Pasolink NEO* merupakan *pasolink* lanjutan *point to point* sistem radio gelombang *mikro transmisi digital*. *Pasolink NEO* beroperasi pada *band frekuensi* 6 sampai 52 GHz dan pada kapasitas *trafik* 5x2 Mbps sampai 2x155 Mbps (STM- 1). Kapasitas 2x155 (STM-1) dengan *bandwith* 28 MHz atau lebih dapat digunakan dengan menggunakan XPIC.

XPIC adalah *transmisi wireless* dengan *daoule* kapasitas yang bermanfaat untuk jaringan operator pada band frekuensi yang padat. Pada teknologi ini energi radio gelombang mikro membawa gelombang dan mentransmisikannya pada dua arah yaitu arah *vertical* dan *horizontal*.

Keistimewaan :

1. Kapasitas tinggi 5 E1 atau 40 E1, 16 E1 sampai STM-1
2. Modulasinya : QPSK sampai 128QAM
3. *Konfigurasinya fleksibel* (1+0, 1+1, HS/SD/FD)

#### 2.11.4. *Pasolink MX*

*Pasolink MX* Merupakan pasolink yang dirancang sederhana dan sistem radio yang berkualitas tinggi dan terpercaya. *Pasolink MX* menawarkan berbagai macam kapasitas *trafik* seperti PDH (2 x 2 sampai dengan 16 x 2 Mbps), SDH (1 sampai 2 x 155 Mbps) dan *interface* E1, STM-1 pada *band frekuensi* 6 sampai 38 GHz.

Kapasitasnya diperluas hingga 20/32/40x2 Mbps dengan menggunakan teknik QAM, dengan spektrum yang lebih tinggi.

Keistimewaan :

1. Kapasitasnya transmisi 5/10/20/32/40x2 Mbps
2. *Skema modulasi* menggunakan QPSK dan 16QAM
3. *Kapasitas Trafik* : 5 x 2 Mbps, 10 x Mbps, 20 x 2 Mbps, 32 x 2 Mbps, 40 x 2 Mbps
4. Frekuensi : 7/8/13/15/18/23/26/28/32/38/52 GHz.

#### 2.12. Aplikasi *Mini-Link* dan *Pasolink*

Aplikasi *Mini-Link* dan *Pasolink* antara lain :

1. Menghubungkan antar BTS untuk sistem seluler.
2. Menyalurkan telepon dari jaringan *backbone* ke BTS melalui MSC dan BSC.
3. Menyediakan hubungan pribadi antar jaringan *backbone* dan pelanggan untuk layanan telepon, transmisi data, *transmisi faksimile*, layanan *video conference* dan lain-lain.
4. Mendukung layanan darurat seperti *back-up transmisi link* untuk jalur

*fiber optik* yang tidak tersambung dan jaringan darurat untuk transmisi data dan suara pada peristiwa bencana alam.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

##### **3.1.1 Waktu**

Penelitian ini akan dilaksanakan selama 1 bulan, mulai dari bulan Februari sampai dengan Maret 2018.

##### **3.1.2 Tempat**

Penelitian dilakukan pada PT. Telkomsel Makassar, Sulawesi Selatan .

#### **3.2 Metode Penelitian**

Dalam pembuatan tugas akhir ini, penulis melaksanakan penelitian guna pengumpulan data-data dengan menggunakan metode sebagai berikut:

1. Metode kepustakaan
2. Metode *observasi*
3. Metode tanya jawab

##### **3.2.1 Metode Kepustakaan**

Metode kepustakaan merupakan metode yang dilakukan oleh penulis dengan cara mengumpulkan dan mempelajari teori-teori yang diperoleh dari berbagai buku referensi yang berhubungan langsung dengan judul tugas akhir untuk mendukung proses analisis pokok permasalahan yang dihadapi. Pembahasan khusus dalam hal ini adalah tentang perbandingan *BTS Mini Link TN* dan *Ipaso 1000*.

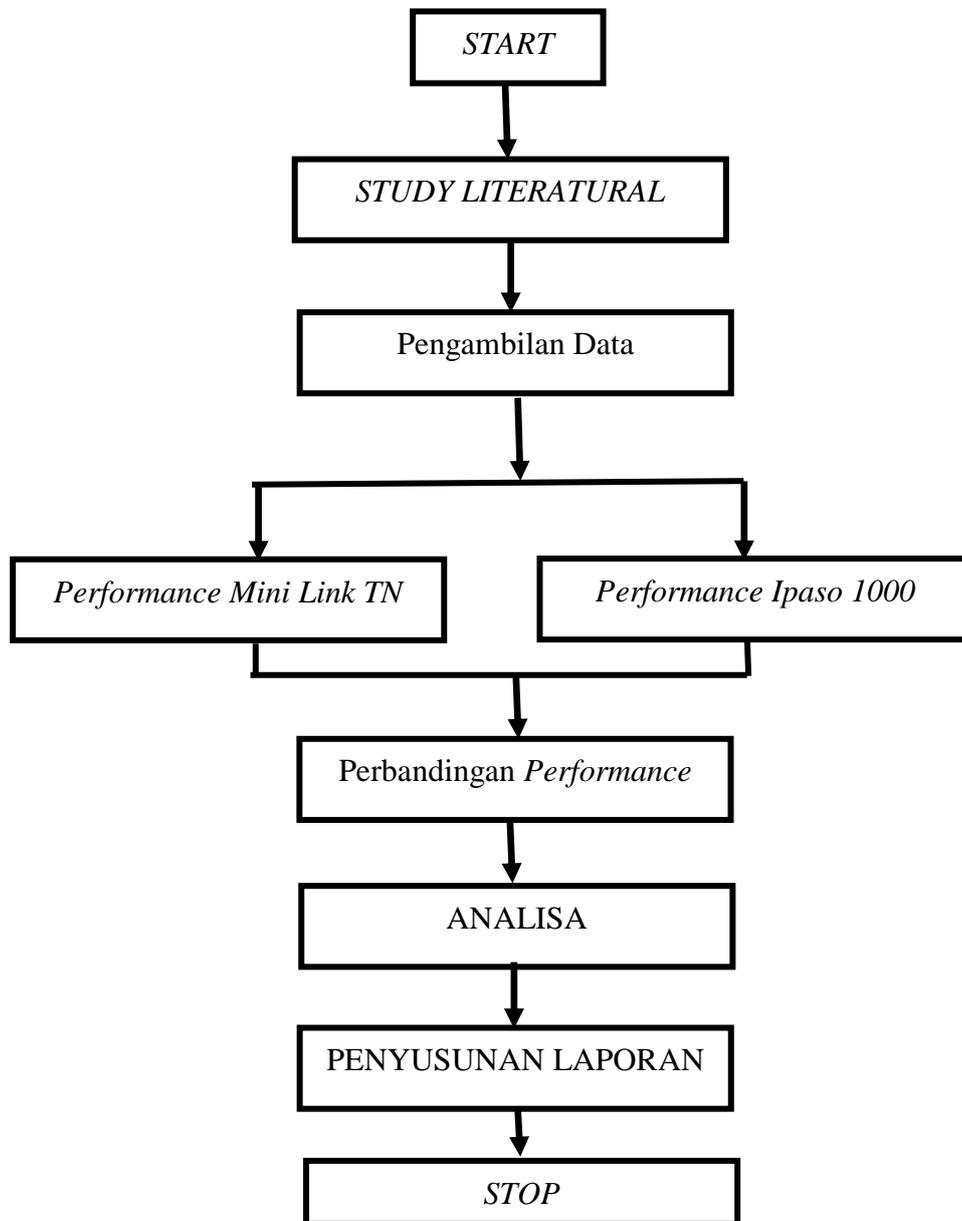
### **3.2.2 Metode *Observasi***

Data yang diambil adalah data-data Kualitas dari *Mini link TN* dan *Ipaso 1000*, yang akan di bandingkan Kualitasnya masing-masing kemudian dianalisa dari kedua kualitas peralatan tersebut, dan dihasilkanlah kesimpulan dari kedua kualitas peralatan tersebut.

### **3.2.3 Metode Tanya Jawab**

Metode tanya jawab merupakan metode yang dilakukan dengan cara tanya jawab langsung tentang pokok permasalahan dengan pembimbing pada PT. Telkomsel Makassar guna mendukung penulisan tugas akhir ini.

### 3.3 Bagan Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Spesifikasi Teknis

Data yang diperoleh dari PT. Telkopmsel Makassar terdiri dari data mengenai:

**Tabel 4.1 Performance of Pasolink Ipasso 1000**

ITEM	7 GHz	7,5 GHz	8 GHz	13 GHz	15 GHz	18 GHz	23 GHz	26 GHz	28 GHz	38 GHz
Frequency Range (GHz)	7.125 - 7.725	7.425 - 7.25	8.275 - 8.5	12.75 - 15.35	14.5 - 15.35	17.7 - 19.7	21.2 - 23.6	24.5 - 26.5	27.5 - 29.5	37.0 - 39.5
Frequency Plan ITU-R	385-6	385-6 Anne X 1	386-6 Anne X 3	F.497-6	F.636-3	F.595-6 F.191	F.637-3	F.748-3		F.749-1
Channel Separation	3.5 MHz (4MB)/ 7 MHz (8MB)/14 MHz(17MB) / 28 MHz(34MB)									
RF TX/RX Spacing (MHz)	161	154	126	266	420 728 315	1008 1010 340 1560	1008 1200 1232	1008		1260
EMS	Conforms to ETS 300 385 Class B									
Power Supply	- 20 to -60 / +20 to +60 V DC									
Power Consumption	1 + 0    1 +1 Approx. 50 W90W    (4/8 MB) Approx. 52 W94W    (17 MB) Approx. 55 W100W    (34MB)									

Dari data tabel 4.1 didapatkan data performa dari *Pasolink Ipasso 1000* yaitu lebar dan panjang frekuensi, saluran pemisah (*Channel Separation*), RF TX, EMS, dan kekuatan minimum sampai maksimum daya (*Power Supply*).

**Tabel 4.2 ODU (Outdoor Unit) of Pasolink Ipasso 1000**

NO	Item	13 GHz	15 GHz	18 GHz	23 GHz	26 GHz 28 GHz	38 GHz	Guaranteed	
1	Output power (dBm nominal) Measured at. Ant. Port)	+25	+23	+23	+23	+20	+15	± 1,5	
2	Power Control	0 to 30 dB, in 1 dB steps, variable						± 1.0 dB	
3	Frequency stability	± 5 ppm						± 10 ppm	
4	Receive Noise Figure (at. Ant. Port)	4.0 dB	4.0 dB	5.0 dB	6.5 dB	7.0 dB	7.5 dB	2 dB (13/15/18G) 1.5 dB (23/38G)	
5	Threshold level (dBm measured at. Ant. Port)								
	BER - 10 <sup>3</sup>	34 MB	84.5	-84.5	-83.5	-82.5	-82	-81.5	+2.5 dB
		17 MB	-87.5	-87.5	-85.5	-85.5	-85	-84.5	+2.5 dB
		8 MB	-90.5	-90.5	-89.5	-88.5	-88	-87.5	+2.5 dB
		4 MB	-90.5	-90.5	-92.5	-91.5	-91	-90.5	+2.5 dB
	BER - 10 <sup>4</sup>	34 MB	-81	-81	-80	-79	-78.5	-78	+2.5 dB
		17 MB	-84	-84	-83	-82	-81.5	-81	+2.5 dB
		8 MB	-87	-87	-86	-85	-84.5	-84	+2.5 dB
4 MB		-90	-90	-89	-88	-87.5	-87	+2.5 dB	
6	System Gain (dB measured at. Ant. Port)								
	BER - 10 <sup>3</sup>	34 MB	109.5	107.5	106.5	105.5	102	96.5	-4.0 dB
		17 MB	112.5	110.5	109.5	108.5	105	99.5	-4.0 dB
		8 MB	115.5	113.5	112.5	111.5	108	102.5	-4.0 dB
		4 MB	118.5	116.5	115.5	114.5	111	105.5	-4.0 dB
	BER - 10 <sup>4</sup>	34 MB	105	104	103	102	98.5	93	-4.0 dB
		17 MB	109	107	106	105	101.5	96	-4.0 dB
		8 MB	112	110	109	108	104.5	99	-4.0 dB
4 MB		115	113	112	111	107.5	102	-4.0 dB	
7	Frequency Agility (MHz without changing fibers)	56	56	252	280				
8	Maximum input level	-15 dBm (No Error)							
9	Metering Access	RX Signal Level							
10	Temperature range							-33°C to +50°C	

Dari tabel 4.2 diketahui spesifikasi teknis perangkat luar (Outdoor Unit) dari *Pasolink Ipaso1000* didapatkan data yaitu *output power, power control, frekuensi stability, Receiver Noise Figure, Threeshold Level, System Gain Job, Frekuensi Agility, Maksimum Input Level, Matering Acces*, dan *Temperature Range*.

**Tabel 4.3 IDU (Indoor Unit) of Pasolink Ipaso 1000**

No.	ITEM	SPECIFICATION
1	Modulation Type	4PSK (with differential coding)
2	Baseband Interface	
	1 X 34 Mbit/s	34 Mbit/s $\pm$ 20 ppm
	16 X 2 Mbit/s	2.048 Mbit/s $\pm$ 50 ppm
	8 X 2 Mbit/s	2.048 Mbit/s $\pm$ 50 ppm
	1 X 8 Mbit/s	8.448 Mbit/s $\pm$ 50 ppm
	4 X 2 Mbit/s	2.048 Mbit/s $\pm$ 50 ppm
	2 X 2 Mbit/s	2.048 Mbit/s $\pm$ 50 ppm
3	Service Channels	See details in Table 1
4	Loop Back	Far End Baseband Loop Back
		Near End Baseband Loop Back
5	Spectrum Shaping	Root roll-off ( $\alpha = 0,5$ )
6	Residual BER	Less than $10^{-12}$ at RSL = - 30 dBm
7	BER Alarm Outpoot	Adjustable 10-3/10-4/10-5/10-6 (AIS injection point)
8	ODU Monitor Items	Matering Access
		Received signal level (AGC V)
		Output power level
		ODU primary supply voltage (ODU PS)
9	LED Display	a) Operator PWR (Green)
		b) IDU Alarm (Red)*
		c) ODU Alarm (Red)*
		d) Maintenance (Yellow)*
10	Guaranted Temperature Range	0 <sup>0</sup> C to = 50 <sup>0</sup> C
11	Dimensions	482 (W) X 240 (D) X 44 (H) mm (1+0)
	1) 2 X 2 MB/4 X 2 MB/8 X 2 MB (75 ohm interfance)/ interface)	

16 X 2 MB (120 ohm interface)/ 1 X 8 MB/ 1 X 34 MB (fixed bit rate)/ 2/4 X 2 bit rate free/ 16 X 2 MB bit rate free (120 Ohm interface)	482 (W) X 240 (D) X 154 (H) mm (1+1)
2) 16 X 2 MB (fixed bit rate for 75 ohm interface) /	482 (W) X 240 (D) X 66 (H) mm (1+0)
8/16 X 2 MB bit rate free (75 Ohm interface)	482 (W) X 240 (D) X 154 (H) mm (1+1)
<b>Weight</b>	
1) 2 X 2 MB/4 X 2 MB/8 X 2 MB (75 ohm interface)/ 16 X 2 MB (120 ohm interface)/ 1 X 8 MB/ 1 X 34 MB	Approx. 4.0 kg. including all options (1+0) Approx. 11.0 kg. including all options (1+1)
2) 16 X 2MB (75 ohm interface)	Approx. 5.0 kg. including all options (1+0) Approx. 12.0 kg. including all options (1+1)

Dari tabel 4.3 data didapatkan berupa data spesifikasi teknis peralatan yang berada di dalam peralatan Pasolink Ipaso 1000 yaitu Type Modulasi, *Baseband Interface*, *Perbaikan Saluran*, *Look Back*, *Spectrum Shaping*, *Residual BER*, *BER alarm output*, *ODU Monitor Item*, *LED Display*, *Guaranteed Temperature Range*, dan *Dimensions / Weight*.

**Tabel 4.4 Technical Data Of Mini-Link TN**

Technical Data

Frequency (GHz)	7	8	13	15	18	23	26	28	32	38
C-QPSK										
RF Output Power (dBm)	+21/28	+20/26	+18/23	+18/25	+17/24	+20/23	+10/18	+17	+17	+17
Receiver threshold (dBm), BER 10-3										
2X2 Mbit/s	-95	-94	-94	-94	-95	-94	-94	-93	-92	-92
4X2 Mbit/s	-92	-91	-91	-91	-92	-91	-91	-90	-89	-89
2X8 and 8X2 Mbit/s	-89	-88	-88	-88	-89	-88	-88	-87	-86	-86
34+2 and 17X2 Mbit/s	-86	-85	-85	-85	-86	-85	-85	-84	-83	-83

16 QAM										
RF Output Power (dBm)	+26	+22	+18	+18	+17	+18	+17	+17	+17	+14
Receiver threshold (dBm), BER 10 <sup>-3</sup>										
2X8 and 8X2 Mbit/s	-87	-87	-86	-86	-86	-86	-86	-85	-84	-83
34+2 and 17X2 Mbit/s	-84	-84	-83	-83	-83	-83	-83	-82	-81	-80
ATPC	Available in all frequency bands									
Channel spacing	2 X 2		4 X 2		2 X 8 and 8 X 2		34 + 2 and 17 X 2			
C-QPSK	3.5 MHz		7 MHz		14 MHz		28 MHz			
16 QAM	-		-		7 MHz		14 MHz			
Frequency Stability	± 10 ppm									
Antennas	0.2/0.3/0.6/1.2/1.8 m compact antennas for integrated and separate installion 2.4/3.0/3.7 m antennas for separate installation									
Integrated Power Splitters	Available in symmrtrical and asymmetrical versions									
Traffic interfaces	ITU-T Rec G.703 balanced or unbalanced, Ethernet 10/100 Base T (x)									
Power Supply	24-60 V DC nominal									
Power Consumption	30-110 W (depending on configuration)									
Weights and dimension (HxWxD)										
Radio Unit 7/8/18 GHz	7kg/411x326x144 mm									
Radio Unit 13/15/23/26/28/32/38 GHz	4kg/32x260x197 mm									
Access module (fully equipped)										
1U/2U/4U (19*)	3.7/9.4/16.3 kg, 43x483x280/88x483x280/176x483x280 mm									
Operational temperature	-50°C to +60°C (outdoor, full functionality)					-20°C to +60°C (indoor, full functionality)				
Standards and recommendatiopns	CEN/CENELEC, ETSi, ITU, IEC, IEEE									

Dari data tabel 4.4 didapatkan spesifikasi teknis Mini Link TN berupa Frekuensi, C-QPSK, 12 QAM, ATPC, *Channel Spacing*, *Frekuensi Stability*, *Antena*, *Integrated Power Splitters*, *Traffic Interfaces*, *Power Supply*, *Power Consumption*, *Weight and Dimensions*, *Operational Temperatur*, dan *Standards and Recommendations*.

## 4.2. Hasil Data Teknis

Dari tabel 4.1, 4.2, 4.3 dan 4.4 maka dibuat perbandingan yang diperlihatkan pada tabel 4.5 dan 4.6, sebagai berikut :

**Tabel 4.5 Data Teknis Mini Link TN**

No	Mini-Link TN	7GHz	8 GHz	13 GHz	15 GHz	18 GHz	23 GHz	26 GHz	28 GHz	32 GHz	38GHz
1	Band frekuensi (GHz)	7,1-7,7	7,7-8,5	12,75 - 13,25	14,4- 15,35	17,7- 19,7	21,2 - 23,6	24,5- 26,5	27,5 - 29,5	30,5 - 33,5	37,0 - 39,5
2	Rf output power (dBm)	+21/28	+20/26	+18/23	+18/25	+17/24	+20/23	+10/18	+17	+17	+17
3	Pembagian channel / kapasitas	2 x 2 Mbit/s 3,5MHz -	4 x 2 Mbit/s 7MHz -	2x 8 14MHz 7MHz	17 x 2 28MHz 14MHz						
4	Antena	0,2/0,3 / 0,6 / 1,2 / 1,8 m dipasang pada RAU dan pemasangan terpisah 2,4 / 3,0 / 3,7 m untuk pemasangan terpisah									
5	Power Supply	24 – 60 VDC									
6	Penggunaandaya	32 – 110 W									
7	Beratdandimensi										
	RAU 7 / 8 /18 GHz	7 kg / 411 x 326 x 144 mm									
	RAU 13-38 GHz	4 kg / 321 x 260 x 97 mm									
8	Access Module	Weight / dimension									
	AMM 1 U	3,7 kg / 43 x 483 x 280 mm									
	AMM 2 U	9,4 kg / 88 x 483 x 280 mm									
	AMM 4 U	16,3 kg / 176 x 483 x 280 mm									
9	Temperatur										
	Outdoor	-50 ° C sampai + 60 ° C									
	Indoor	-20 ° C sampai + 60 ° C									

**Tabel 4.6 Data Teknis Pasolink Ipaso 1000**

No	Pasolink Ipaso 1000	7GHz	7,5 GHz	8 GHz	13 GHz	15 GHz	18 GHz	23 GHz	26 GHz	28 GHz	38GHz
1	Band frekuensi (GHz)	7,125 - 7,725	7,425 - 7,725	8,275 - 8,5	12,75 - 13,25	14,5 - 15,35	17,7 - 19,7	21,2 - 23,6	24,5 - 26,5	27,5 - 29,5	37,0 - 39,5
2	Rf output power (dBm)	+27	+27	+27	+25	+23	+23	+23	+20	+20	+15
3	Pembagian channel	2x2		4x 2		2 x 8 dan 8x2		34 + 2 dan 17 x2			
		3,5MHz		7 MHz		14MHz		28MHz			
4	Antena	0,3 / 0,6 / 1,2 / 1,8 m									
5	Power Supply	-20 to -60 / +20 to +60 VDC									
6	Penggunaan daya	50 – 100 W									
7	Berat dan dimensi	Weight / dimension									
	ODU 7/8 GHz	8,0 kg / 317 x 265 x 141 mm									
	ODU 13-38 GHz	4,5 kg / 242,6 x 239,3 x 123,5 mm									
8	Dimensi IDU	W x D x H									
	2 x 2 – 16 x 2 Mbps	482 x 240 x 44 mm untuk Konfigurasi (1+0)									
	Berat 10 v	482 x 240 x 132 mm untuk Konfigurasi (1+1)									
	2 x 2 – 16 x 2 Mbps	±4,0 kg (1+0)									
		±11,0 kg (1+1)									
9	Temperatur										
	Outdoor	-33 ° C sampai + 50 ° C									
	Indoor	-33 ° C sampai + 50 ° C									

### 4.3. Pembahasan

#### 4.3.1 Perbandingan Mini-Link TN dan Pasolink Ipasso 1000

Berdasarkan pada tabel 4.5 dan 4.6 dapat dibuat keterangan perbandingan antara Mini-Link TN dan Pasolink Ipasso 1000 yaitu :

##### 1. Frekuensi

*Frequensi carrier* sebagai alat transmisi berbeda, sesuai dengan tabel berikut:

**Tabel 4.7 Perbandingan Band Frekuensi Dari Mini-Link TN dan Ipasso 1000**

Band Frekuensi	7 GHz	7,5 GHz	8 GHz	15 GHz	32 GHz
Mini-Link TN	(7,1 - 7,7 GHz)	tidak tersedia	(7,7 - 8,5 GHz)	(14,4 - 15,35 GHz)	( 30,5-33,5 GHz)
Ipasso 1000	(7,125 - 7,725 GHz)	(7,425 - 7,725 GHz)	(8,275 - 8,5 GHz)	(14,5-15,35 GHz)	Tidak tersedia

Perbedaan frekuensi terlihat tidak terlalu signifikan, hanya saja bandwidth frekuensi yang digunakan berbeda.

- Mini-Link TN 7 GHz memiliki range 7,1 – 7,7 GHz sedangkan Pasolink Ipasso 1000 memiliki range 7,125-7,725 GHz. Hal ini membuktikan bahwa sinyal *transmitter* dan *receiver* pada Mini-Link TN lebih rendah daripada Pasolink Ipasso 1000, akan tetapi lebar band pada radio 7 GHz pada Mini-Link TN dan Pasolink Ipasso 1000 adalah sama.

$$\text{Mini-Link TN} \quad : 7,7 - 7,1 = 0,6 \text{ GHz}$$

$$\text{Pasolink Ipasso 1000} \quad : 7,725 - 7,1 = 0,6 \text{ GHz}$$

- Mini-Link TN pada RAU 7,5 GHz tidak tersedia sedangkan Pasolink Ipaso 1000 memiliki radio yang bekerja pada frekuensi 7,5 GHz.
- Pada radio 8 GHz, Mini-Link TN mempunyai *range* frekuensi 7,7 – 8,5 GHz sedangkan Pasolink Ipaso 1000 mempunyai *range* frekuensi 8,275 – 8,5 GHz. Hal ini membuktikan bahwa sinyal *transmitter* pada Pasolink Ipaso 1000 dan Mini-Link TN sama yaitu 8,5 GHz sedangkan sinyal *receiver* Pasolink Ipaso 1000 lebih besar frekuensinya dari pada Mini-Link TN. Akan tetapi lebar pita frekuensi yang dipakai oleh Mini- Link TN lebih lebar daripada Pasolink Ipaso 1000. Ini memudahkan penggunaan / alokasi sub channel pada Mini-Link TN untuk menghindari interferensi.

$$\text{Mini-Link TN} : 8,5 - 7,7 = 0,8 \text{ GHz}$$

$$\text{Ipasos 1000} : 8,5 - 8,275 = 0,275 \text{ GHz}$$

- Pada radio 15 GHz Mini-link TN memiliki *range* 14,4 – 15,3 GHz sedangkan pasolink Ipaso 1000 memiliki *range* 14,5 – 15,35. hal ini membuktikan bahwa sinyal *transmitter* Mini-Link TN dan pasolink Ipaso 1000 sama yaitu 15,35 GHz sedangkan sinyal *receiver* Mini-link TN lebih rendah dari pada pasolink Ipaso 1000.

$$\text{Mini-Link TN} : 15,5 - 14,4 = 0,95 \text{ GHz}$$

$$\text{Ipasos 1000} : 15,35 - 14,5 = 0,85 \text{ GHz}$$

- Mini-link TN menyediakan radio yang bekerja pada frekuensi 32 GHz sedangkan pasolink Ipasso 1000 tidak menyediakan radio yang bekerja pada frekuensi 32 GHz.

2. RF Output power

RF output power pada pasolink lebih kuat pada radio frekuensi 8 Ghz, 13 GHz, 26 GHz, dan 28 GHz sedangkan RF Output power Mini-Link TN lebih kuat untuk radio 7 Ghz, 15 GHz, dan 18 GHz. Semakin besar daya pancar yang dikeluarkan, jangkauannya semakin jauh. Dari keluaran RF power maka user dapat dimudahkan untuk memilih Pasolink Ipasso 1000 atau Mini-Link TN sesuai dengan *design* yang dibuat.

3. Pembagian Channel / Kapasitas

**Tabel 4.8 Pembagian Channel / Kapasitas**

Mini-Link TN	Pasolink Ipasso 1000
2 x 2Mbit/s	2 x 2Mbit/s
4 x 2Mbit/s	4 x 2Mbit/s
8 x 2Mbit/s	8 x 2Mbit/s
16 x 2Mbit/s	16 x 2Mbit/s
17 x 2Mbit/s	17 x 2Mbit/s
34 + 2 Mbit/s	34 + 1 Mbit/s

Dari tabel 4.8 di atas, dapat dilihat bahwa *Mini-link TN* dan *Pasolink Ipasso 1000* mempunyai kapasitas trafik yang sama.

#### 4. Antena

**Tabel 4.9 Lebar Antena**

Mini-Link TN	Pasolink Ipasso 1000
0,2m	0,3m
0,3m	0,6m
1,2m	1,2m
1,8m	1,8m
3,7m	

Dari data tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa antena Mini-Link TN lebih banyak pilihan dan diameternya lebih besar dari pada Pasolink Ipasso 1000. Semakin besar diameter pada antena maka semakin besar gain sistemnya, jadi daya yang dipancarkan maupun yang diterima akan semakin bagus. Ukuran Antena dan radio biasanya digunakan sesuai dengan kebutuhan jarak antara point to pointnya, semakin dekat jarak maka ukuran antena yang digunakan semakin kecil akan tetapi Radio unit yang digunakan pada frekuensi yang lebih besar, misalnya radio dengan frekuensi 23 GHz, dan 38 GHz.

#### 5. Power Supply

Pasolink Ipasso 1000 mampu bekerja pada tegangan DC baik tegangan (+) ataupun (-) dalam range voltase 20 - 60 DC sedangkan Mini-Link TN bekerja pada tegangan (+) antara 24 – 60 DC. Mini-

Link TN *micro* dengan seluruh perangkat *outdoor* dapat menggunakan tegangan AC (95 – 255) UAC.

6. Penggunaan daya

Pasolink Ipasso 1000 menggunakan daya sebesar 50 sampai 100 Watt tergantung dari kapasitas trafik dan nilai frekuensinya, sedangkan Mini-Link TN menggunakan daya sebesar 32 sampai 110 Watt tergantung kapasitas.

7. Berat dan Dimensi *Outdoor Unit*

Berat *outdoor unit* (ODU) Pasolink Ipasso 1000 adalah 8 kg untuk frekuensi 7/8 GHz dan 4,5 kg untuk frekuensi 13 sampai 38 GHz. Sedangkan *outdoor unit* (RAU) Mini-Link TN adalah 7 kg untuk frekuensi 7/8 GHz dan 4 kg untuk frekuensi 13 sampai 38 GHz. Jadi *outdoor unit* Pasolink Ipasso 1000 lebih berat daripada *outdoor unit* Mini-Link TN, tetapi dari segi dimensinya Mini-Link TN lebih besar daripada Pasolink Ipasso 1000.

8. Berat dan Dimensi *Indoor Unit*

Berat *indoor unit* (IDU) Pasolink adalah 4 kg untuk konfigurasi 1+0 dan 11 kg untuk konfigurasi 1+1. Sedangkan berat *indoor unit* (AMM) Mini-Link TN adalah 3,7 kg untuk AMM 1U, 9,4 kg untuk AMM 2U, dan 16,3 untuk AMM 4U.

9. Temperatur

Temperatur pada *outdoor unit* Pasolink Ipasso 1000 adalah -33 °C sampai +50 °C sedangkan temperatur *outdoor unit* Mini-Link

TN adalah -50 °C sampai +60 °C. Temperatur indoor unit Pasolink Ipaso 1000 adalah -33 °C sampai +50 °C sedangkan temperatur *indoor unit* Mini-Link TN adalah -20 °C sampai +60 °C. Setelah diteliti didapat tabel sebagai berikut.

**Tabel 4.10 Data Perbandingan Temperature**

No	Mini – Link TN				Pasolink Ipaso 1000			
	Indoor		Outdoor		Indoor		Outdoor	
1	- 20	√	- 50	√	-20	√	- 50	<b>X</b>
2	- 33	<b>X</b>	- 33	√	-33	√	- 33	√
3	+ 50	√	+ 50	√	+50	√	+ 50	√
4	+ 60	√	+ 60	√	+60	√	+ 60	<b>X</b>

Keterangan :

√ = Masih bisa bekerja X = Tidak dapat bekerja

Dari spesifikasi temperatur Mini-Link TN terbukti lebih handal dan lebih tahan / dapat bekerja pada suhu yang lebih panas dari pada suhu pasolink Ipaso 1000 / untuk IDU dan ODU.

#### **4.3.2 Kelebihan dan kekurangan Mini-Link TN dan Pasolink Ipaso 1000**

1. Dari sisi kehandalah perangkat, perangkat Mini-Link TN lebih handal daripada Pasolink Ipaso 1000 karena lebih tahan terhadap suhu panas, sesuai dengan iklim tropis di Indonesia dan lebih handal terhadap gangguan faktor cuaca / alam (misalnya : fading & gangguan petir)

2. Dari sisi perangkat *indoor* dan *outdoor*, pasolink Ipasso 1000 lebih simple dalam hal instalasi karena material perangkatnya lebih sedikit
3. Dari sisi maintenance : Mini-Link TN lebih unggul karena tidak sulit melakukan pemeliharaan, karena:

**Tabel 4.11 Data Keunggulan Mini Link TN dari segi Maintenancinya**

Mini-Link TN	Pasolink Ipasso 1000
MMU	IDU
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Settingan frekuensi dapat dilakukan manual</li> <li>• Alarm dapat diketahui secara manual</li> <li>• Bisa dilakukan <i>remote</i> dari link pusat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• harus menggunakan LMT</li> <li>• Tidak dapat dilakukan <i>remote</i></li> </ul>

4. Pasolink memungkinkan untuk dipakai pada hubungan transmisi jarak jauh, Hubungan transmisi jarak jauh area rural (pedesaan).
5. Mini – Link TN memungkinkan untuk dipakai pada hubungan transmisi jarak pendek. Hubungan jarak pendek yaitu dipakai pada area urban (perkotaan)

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

1. Dari Prinsip kerja / fungsi kerja Mini-Link TN dan Pasolink Ipasso 1000 adalah berfungsi sama sebagai perangkat / media untuk dapat melakukan hubungan transmisi dari suatu node ke node lain
2. Dari sisi kehandalan perangkat, perangkat Mini-Link TN lebih handal dari pada Pasolink Ipasso 1000 karena lebih tahan terhadap suhu panas, sesuai dengan iklim tropis di Indonesia dan lebih handal terhadap gangguan faktor cuaca / alam (misalnya : fading dan gangguan petir)
3. Dari sisi Frekuensi yang digunakan:  
  
Radio Pasolink Ipasso 1000 lebih banyak memiliki variasi frekuensi yang rendah (7 GHz, 7,5 GHz, 8 GHz, 13 GHz dan 15 GHz) memungkinkan untuk dipakai pada hubungan transmisi jarak jauh, misalnya dipakai pada area rural (pedesaan) sedangkan Mini-Link TN lebih banyak memiliki variasi pada frekuensi tinggi yang memungkinkan Mini-Link TN lebih banyak dipilih untuk hubungan transmisi jarak pendek.

#### **5.2. Saran**

1. Untuk site-site yang jaraknya dekat, tidak memerlukan daya pancar yang jauh dan untuk kondisi suhu yang lebih tinggi sebaiknya user menggunakan radio Mini-Link TN.
2. Untuk site-site yang jaraknya jauh, memerlukan daya pancar yang jauh dan untuk kondisi suhu yang tidak ekstrim sebaiknya user menggunakan

radio Pasolink Ipaso 1000.

3. Untuk meningkatkan kualitas komunikasi, penulis menyarankan agar PT. Telkomsel menggunakan radio Mini-Link TN mengingat persaingan telekomunikasi pada saat ini cukup ketat jika pertimbangan harga beli dapat diminimalkan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Gouzali Saydam. 1993. *Sistem Telekomunikasi*. Djambatan : Jakarta
2. GSM Team. 2003. *Module Open Wireless Technology & Application*. Mobile Comm. Laboratory STT Telkom : Bandung
3. Indoor Installation Manual Mini-Link, 2004 Ericsson Smale P.H. 1996. *Sistem Telemunikasil*. Erlangga : Jakarta
4. [www.google.com](http://www.google.com) .*Plesiochonous Digital Hierarchy (PDH) & Synchronous Digital Hierarchy (SDH)*. diakses pada tanggal 25 April 2007  
[www.NEC.com](http://www.NEC.com). Pasolink. Excelcomindo [www.Ericsson.com](http://www.Ericsson.com). Mini-Link. Excelcomindo

## Lampiran 1

### Data Teknis Peralatan

#### Data Teknik Mini – Link TN

No	Pasolink	7 GHz	7,5 GHz	8 GHz	13 GHz	15 GHz	18 GHz	23 GHz	26 GHz	28 GHz	38 GHz
1	Band Frekuensi (GHz)	7,125 - 7,725	7,425 - 7,725	8,275 - 8,5	12,75 - 13,25	14,5 - 15,35	17,7 - 19,7	21,2 - 23,6	24,5 - 26,5	27,5 - 29,5	37,0 - 39,5
2	Rf Output Power (dBm)	27	27	27	25	23	23	23	20	20	15
3	Stabilitas Frekuensi	± 5 ppm									
4	Pembagian Channel	2 X 2 Mbit/s		4 X 2 Mbit/s		2 X 8 Mbit/s		17 X 2			
		3,5 MHz		7 MHz		14 MHz		28 MHz			
5	Receiver threshold (dBm)										
	BER 10-3 2 X 2 Mbit/S	-93,5	-93,5	-93,5	-93,5	-93,5	-92,5	-91,5	-91,0	-91,0	-90,5
	4 X 2 Mbit/S	-95	-94	-94	-94	-95	-94	-94	-93	-92	-92
	8 X 2 Mbit/S	-89	-88	-88	-88	-89	-88	-88	-87	-86	-86
	17 X 2 Mbit/S	-86	-85	-85	-85	-86	-85	-85	-84	-83	-83
6	Antenna	0,3 / 0,6 / 1,2 / 1,8 m dipasang pada RAU dan pemasangan terpisah									
		2,4 / 3,0 / 3,7 m untuk pemasangan terpisah									
7	Power Supply	24 - 60 VDC									
8	Penggunaan Daya	32 - 110 W									
9	Berat dan Dimensi										
	RAU 7 / 8 / 18 GHz	7 Kg / 411 X 326 X 144 mm									
	RAU 13 - 38 GHz	4 Kg / 321 X 260 X 97 mm									
10	Access Module	Weight / dimension									
	AMM 1 U	3,7 kg / 43 X 483 X 280 mm									
	AMM 2 U	9,4 kg / 88 X 483 X 280 mm									
	AMM 4 U	16,3 kg / 176 X 483 X 280 mm									
11	Temperature										
	Outdoor	-50 <sup>0</sup> C sampai + 60 <sup>0</sup> C									
	Indoor	-20 <sup>0</sup> C sampai + 60 <sup>0</sup> C									

### Data Teknik Pasolink IPASO 1000

No	Pasolink	7 GHz	8 GHz	13 GHz	15 GHz	18 GHz	23 GHz	26 GHz	28 GHz	32 GHz	38 GHz
1	Band Frekuensi ( GHz )	7,1 - 7,7	7,7 - 8,5	8,275 - 8,5	12,75 - 13,25	14,5 - 15,35	17,7 - 19,7	21,2 - 23,6	24,5 - 26,5	27,5 - 29,5	37,0 - 39,5
2	Rf Output Power (dBm)	26	22	18	18	17	18	17	17	17	14
3	Stabilitas Frekuensi	± 10 ppm									
4	Pembagian Channel	2 X 2 Mbit/s		4 X 2 Mbit/s		2 X 8 dan 8 X 2		34 + 2 dan 17 X 2			
	C – QPSK	3,5 MHz		7 MHz		14 MHz		28 MHz			
	16 QAM	-		-		7 MHz		14 MHz			
5	Receiver threshold (dBm)										
	BER 10-3 2 X 2 Mbit/S	-93,5	-93,5	-93,5	-93,5	-93,5	-92,5	-91,5	-91	-91	-90,5
	4 X 2 Mbit/S	-90,5	-90,5	-90,5	-90,5	-90,5	-89,5	-88,5	-88	-88	-87,5
	8 X 2 Mbit/S	-87,5	-87,5	-87,5	-87,5	-87,5	-86,6	-85,5	-85	-85	-84,5
	17 X 2 Mbit/S	-84,5	-84,5	-84,5	-84,5	-84,5	-83,5	-82	-82	-82	-81,5
	BER 10-3 2 X 2 Mbit/S	-90	-90	-90	-90	-90	-89	-88	-87,5	-87,5	-87
	4 X 2 Mbit/S	-87	-87	-87	-87	-87	-86	-85	-84,5	-84,5	-84
	8 X 2 Mbit/S	-84	-84	-84	-84	-84	-83	-82	-81,5	-81,5	-81
17 X 2 Mbit/S	-81	-81	-81	-81	-81	-80	-79	-78,5	-78,5	-78	
6	Antenna	0,3 / 0,6 / 1,2 / 1,8 m									
7	Power Supply	20 to 60 / 20 to 60 VDC									
8	Penggunaan Daya	50 - 100 W									
9	Berat dan Dimensi	Weight / dimension									
	ODU 7 / 8 GHz	8,0 Kg / 317 X 265 X 141 mm									
	ODU 13 - 38 GHz	4,5Kg / 242,6 X 239,3 X 123,5 mm									
10	Dimensi IDU	W X D X H									
	2 x 2 - 16 x 2 Mbps	482 X 240 X 44 mm untuk konfigurasi (1+0)									
		482 X 240 X 132 mm untuk konfigurasi (1+1)									
	Berat 10 V	± 4,0 kg (1+0)									
	2 x 2 - 16 x 2 Mbps	± 11,0 kg (1+1)									
11	Temperatur										
	Outdoor	-33									
	Indoor	-33									

**Lampiran 2**

**DATA TEKNIS ODU (Outdoor Unit) of Pasolink 1000**

NO	Item	13 GHz	15 GHz	18 GHz	23 GHz	26 GHz 28 GHz	38 GHz	Guaranteed	
1	Output power (dBm nominal) Measured at. Ant. Port)	+25	+23	+23	+23	+20	+15	± 1,5	
2	Power Control	0 to 30 dB, in 1 dB steps, variable						± 1.0 dB	
3	Frequency stability	± 5 ppm						± 10 ppm	
4	Receive Noise Figure (at. Ant. Port)	4.0 dB	4.0 dB	5.0 dB	6.5 dB	7.0 dB	7.5 dB	2 dB (13/15/18G) 1.5 dB (23/38G)	
5	Threshold level (dBm measured at. Ant. Port)								
	BER - 10 <sup>3</sup>	34 MB	84.5	-84.5	-83.5	-82.5	-82	-81.5	+2.5 dB
		17 MB	-87.5	-87.5	-85.5	-85.5	-85	-84.5	+2.5 dB
		8 MB	-90.5	-90.5	-89.5	-88.5	-88	-87.5	+2.5 dB
		4 MB	-90.5	-90.5	-92.5	-91.5	-91	-90.5	+2.5 dB
	BER - 10 <sup>4</sup>	34 MB	-81	-81	-80	-79	-78.5	-78	+2.5 dB
		17 MB	-84	-84	-83	-82	-81.5	-81	+2.5 dB
		8 MB	-87	-87	-86	-85	-84.5	-84	+2.5 dB
4 MB		-90	-90	-89	-88	-87.5	-87	+2.5 dB	
6	System Gain (dB measured at. Ant. Port)								
	BER - 10 <sup>3</sup>	34 MB	109.5	107.5	106.5	105.5	102	96.5	-4.0 dB
		17 MB	112.5	110.5	109.5	108.5	105	99.5	-4.0 dB
		8 MB	115.5	113.5	112.5	111.5	108	102.5	-4.0 dB
		4 MB	118.5	116.5	115.5	114.5	111	105.5	-4.0 dB
	BER - 10 <sup>4</sup>	34 MB	105	104	103	102	98.5	93	-4.0 dB
		17 MB	109	107	106	105	101.5	96	-4.0 dB
		8 MB	112	110	109	108	104.5	99	-4.0 dB
4 MB		115	113	112	111	107.5	102	-4.0 dB	
7	Frequency Agility (MHz without changing fibers)	56	56	252	280				
8	Maximum input level	-15 dBm (No Error)							
9	Metering Access	RX Signal Level							
10	Temperature range							-33°C to +50°C	

### Lampiran 3

#### DATA TEKNIS IDU (Indoor Unit) of Pasolink Ipasso 1000

No	Item	Specification
1	Modulation Type	4PSK (with differential coding)
2	Baseband Interface 1 x 34 Mbit/s 16 x 2 Mbit/s 8 x 2 Mbit/s 1 x 8 Mbit/s 4 x 2 Mbit/s 2 x 2 Mbit/s	34 Mbit/s ± 20 ppm 2.048 Mbit/s ± 50 ppm 2.048 Mbit/s ± 50 ppm 8.448 Mbit/s ± 30 ppm 2.048 Mbit/s ± 50 ppm 2.048 Mbit/s ± 50 ppm
3	Service Channels	See details in Table 1
4	Loop Back	Far End Baseband Loop Back Near End Baseband Loop Back
5	Spectrum shaping	Root roll-off ( $\alpha=0.5$ )
6	Residual BER	Less than $10^{-12}$ at RSL = -30 dBm
7	BER Alarm Output	Adjustable $10^{-3}/10^{-4}/10^{-5}/10^{-6}$ (AIS injection point)
8	ODU Monitor Items	Metering access Received signal level (AGC V) Output power level (TX PWR) ODU primary supply voltage (ODU PS)
9	LED Display	a) Operating PWR (Green) b) IDU Alarm (Red)* c) ODU Alarm (Red)* d) Maintenance (Yellow)*
10	Guaranteed Temperature Range	0°C to +50°C
11	Dimensions 1) 2 x 2 MB/4 x 2 MB/8 x 2 MB(75 ohm interface)/ 16 x 2 MB (120 ohm interface)/ 1 x 8 MB/1 x 34 MB (fixed bit rate)/ 2/4 x 2 MB bit rate free/ 16 x 2 MB bit rate free (120 ohm interface) 2) 16 x 2 MB (fixed bit rate for 75 ohm interface)/ 8/16 x 2 MB bit rate free (75 ohm interface) Weight 1) 2 x 2 MB/4 x 2 MB/8 x 2 MB(75 ohm interface)/16 x 2 MB(120 ohm interface)/1 x 8 MB/1 x 34 MB 2) 16 x 2 MB (75 ohm interface)	482 (W) x 240 (D) x 44 (H) mm (1+0) 482 (W) x 240 (D) x 132 (H) mm (1+1) 482 (W) x 240 (D) x 66 (H) mm (1+0) 482 (W) x 240 (D) x 154 (H) mm (1+1) Approx. 4.0 kg, including all options (1+0) Approx. 11.0 kg, including all options (1+1) Approx. 5.0 kg, including all options (1+0) Approx. 12.0 kg including all options (1+1)

## Lampiran 4

### Technical Data Of Mini – Link TN

#### Technical data

Frequency (GHz)	7	8	13	15	18	23	26	28	32	38
<b>C-QPSK</b>										
RF output power (dBm)	+21/28	+20/26	+18/23	+18/25	+17/24	+20/23	+10/18	+17	+17	+17
Receiver threshold (dBm), BER 10 <sup>-3</sup>										
2x2 Mbit/s	-95	-94	-94	-94	-95	-94	-94	-93	-92	-92
4x2 Mbit/s	-92	-91	-91	-91	-92	-91	-91	-90	-89	-89
2x8 and 8x2 Mbit/s	-89	-88	-88	-88	-89	-88	-88	-87	-86	-86
34+2 and 17x2 Mbit/s	-86	-85	-85	-85	-86	-85	-85	-84	-83	-83
<b>16 QAM</b>										
RF output power (dBm)	+26	+22	+18	+18	+17	+18	+17	+17	+17	+14
Receiver threshold (dBm), BER 10 <sup>-3</sup>										
2x8 and 8x2 Mbit/s	-87	-87	-86	-86	-86	-86	-86	-85	-84	-83
34+2 and 17x2 Mbit/s	-84	-84	-83	-83	-83	-83	-83	-82	-81	-80
<b>ATPC</b>	Available in all frequency bands									
<b>Channel spacing</b>	2x2	4x2		2x8 and 8x2		34+2 and 17x2				
C-QPSK	3.5 MHz	7 MHz		14 MHz		28 MHz				
16 QAM	-	-		7 MHz		14 MHz				
<b>Frequency stability</b>	± 10 ppm									
<b>Antennas</b>	0.2/0.3/0.6/1.2/1.8 m compact antennas for integrated and separate installation 2.4/3.0/3.7 m antennas for separate installation									
<b>Integrated power splitters</b>	Available in symmetrical and asymmetrical versions									
<b>Traffic interfaces</b>	ITU-T Rec G.703 balanced or unbalanced, Ethernet 10/100BaseT(x)									
<b>Power supply</b>	24-60 V DC nominal									
<b>Power consumption</b>	30-110 W (depending on configuration)									
<b>Weights and dimensions (HxWxD)</b>										
Radio unit 7/8/18 GHz	7 kg/411x326x144 mm									
Radio unit 13/15/23/26/28/32/38 GHz	4 kg/321x260x97 mm									
Access module (fully equipped) 1U/2U/4U (19")	3.7/9.4/16.3 kg, 43x483x280/88x483x280/176x483x280 mm									
<b>Operational temperature</b>	-50°C to +60°C (outdoor, full functionality)					-20°C to +60°C (indoor, full functionality)				
<b>Standards and recommendations</b>	CEN/CENELEC, ETSI, ITU, IEC, IEEE									

**Ericsson AB**  
 Transmission & Transport Networks  
 SE-431 84 Mölndal, Sweden  
 Telephone +46 31 747 00 00  
 Fax +46 31 27 72 25  
 www.ericsson.com

EN/LZT 110 423 R10  
 © Ericsson AB 2004  
 All technical data is typical and is  
 subject to change without notice