

SKRIPSI

**KEANDALAN SISTEM JARINGAN LOKAL AKSES FIBER
OPTIK SENTRAL TELEPON OTOMATIS II MATTOANGIN**



HAMKA NURHIDAYAT

105 82 00644 10

JURUSAN ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

MAKASSAR

2014

**KEANDALAN SISTEM JARINGAN LOKAL AKSES FIBER
OPTIK SENTRAL TELEPON OTOMATIS II MATTOANGIN**



Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk menyelesaikan Strata satu (S1)
Program Studi Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik

Oleh :

Hamka Nurhidayat
105820064410

Muhammad Agustam
105820062510

PADA

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2014



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

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

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 : **Keandalan Sistem Jaringan Lokal Akses Fiber Optik Sentral
Telepon Otomatis II Matoangin**

Nama : Hamka Nurhidayat
Muhammad Agustam

Stambuk : 105 82 0644 10
105 82 0625 10

Makassar, 10 Desember 2014

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng.

Umar Katu, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Elektro



Umar Katu, ST., MT.

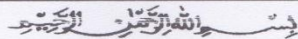
NBM : 990 410



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

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



PENGESAHAN

Skripsi atas nama Hamka Nurhidayat dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 0644 10 dan Muhammad Agustam dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 0625 10, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 085/05/A.4-II/XII/36/2014, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Rabu Tanggal 03 Desember 2014

Makassar, 17 Shafar 1436 H
10 Desember 2014 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum
 - a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
Dr. H. Irwan Akib, M.Pd.
 - b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Dr. -Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MSME.
2. Penguji
 - a. Ketua : Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc.
 - b. Sekretaris : Rahmania, ST., MT.
3. Anggota : 1. Rossy Timur Wahyuningsih, ST., MT.
2. Suryani, ST., MT.
3. Adriani, ST., MT.

Mengetahui :

Pembimbing

Pembimbing II

Dr. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng.

Umar Katu, ST., MT.

Ketua Program Studi
Teknik Elektro



Umar Katu, ST., MT.

NBM. 990 410

ABSTRAK

HAMKA NURHIDAYAT, MUHAMMAD AGUSTAM, 2010.
Keandalan Sistem Jaringan Lokal Akses Fiber Optik Sentral Telepon Otomatis II Mattoanging. Skripsi. Program Studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Pembimbing H. Zulfajri Basri Hasanuddin dan Umar Katu.

Penelitian ini merupakan studi awal yang bertujuan untuk menganalisa sistem jaringan lokal akses fiber optik fastlink simens sehingga dapat di ketahui keandala untuk STO II Mattoanging dengan menggunakan metode penelitian pustaka dan penelitian lapangan. Adapun permasalahan yang diteliti dalam penelitian ini yaitu mengenai sistem jaringan lokal akses fiber optik fastlink simens dan membahas masalah OLT (*Optical Line Terminatio*) dan ONU (*Optical Network Unit*).

Implementasi jarlokaf di STO II Mattoangin Kandatel Makassar berkapasitas 4080 satuan sambungan jaringan pelanggan dari 17 buah sistem ONU yang menyebar di 15 lokasi, setiap sistem ONU berkapasitas 240 satuan sambungan jaringan terminal pelanggan. Seperti yang terlihat pada gambar 4.1, STO II Mattoangin di Kandatel Makassar berupa sentral EWSD V-9.1, dimana sentral tersebut dilengkapi dengan modul interface pelanggan analog maupun pelanggan digital. Untuk pelanggan analog modul Subscriber Line Modul Analog (SLMA) untuk pelanggan digital modul Subscriber Line Modul Digital (SLMD) atau Subscriber Line Multiplexer (SLMX).

Kata Kunci : Fiber, Serat Optik, OLT, dan ONU

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rahmat dan Hidayahnyalah sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian program studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir adalah : *“Keandalan Sistem Jaringan Lokal Akses Fiber Optik Sentral Telepon Otomatis II Mattoangin”*

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulis maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segalan ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Hamzah Al Imran, ST, MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Umar Katu, ST, MT., sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Bapak. DR. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng, Selaku Pembimbing I dan Bapak Umar Katu, ST, MT, selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
4. Bapak dan ibu dosen serta staf pegawai pada fakultas teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik terkhusus angkatan 2010 yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Saudara-saudariku Sahabat Liar, Penulis mengucapkan terimah kasih atas bantuan dan dorogan semangat yang telah diberikan kepada kami dalam penyusunan tugas akhir.



Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran dari semua pihak sangat penulis harapkan sebagai bahan acuan untuk perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATAPENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR ISTILAH	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Tujuan Penulisan.....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Manfaat	3
E. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Dasar Sistem Komunikasi Fiber Optik	5
B. Serat Optik	7
C. Teknologi Jaringan Lokal Akses Fiber Optik	10
D. Konfigurasi Jarlokaf dari Sisi Pelanggan.....	12

E. Konfigurasi Jarlokaf dari Sisi sentral.....	13
F. Teknologi Transmisi pada SKSO.....	14
G. Sistem Jarlokaf Fastlink Siemens	17
H. Teori Keandalan.....	22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu Dan Tempat	28
a. Waktu.....	28
b. Tempat.....	28
B. Metode Pengumpulan Data.....	28
C. Pengolahan Data.....	29
D. Flowchart Penelitian.....	30

BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Jarlokaf Fastlink di STO II Mattoangin	32
B. Operasi Pemeliharaan Dan Permasalahan.....	36
C. Analisa Konfigurasi sistem Jarlokaf STO II Mattoangin.....	37
D. Data Gangguan Jarlokaf Fastlink STO II Mattoangi	38
E. Hasil Perhitungan Index Keandalan Dengan menggunakan Data Operasi.....	41
F. Tabel Analisa Perhitungan Data-Data Gangguan Jarlokaf Fastlink STO II Mattoangin	45
G. Analisis Keandalan Jarlokaf Fastlink di STO II Mattoangin	47
H. Tabel Keandalan Sistem OLT dan ONU	49
I. Grafik Keandalan Sistem OLT dan ONU untuk 6 Bulan	51

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan 55

B. Saran..... 56

DAFTAR PUSTAKA 57

LAMPIRAN

- A. Data Awal
 - a. Data gangguan ONU dan OLT pada STO II Mattoagin
 - b. Nama lokasi ONU dan OLT

Dokumentasi



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konfigurasi Dasar SKSO	5
Gambar 2.2 Multi Mode Stepindex	8
Gambar 2.3 Graded Indeks Multi Mode	9
Gambar 2.4 Single Mode Step Indeks.....	10
Gambar 2.5 Jarlokaf DLC	10
Gambar 2.6 Konfigurasi DLC Tanpa V5.1	11
Gambar 2.7 Skema transmisi Space Division Multiplexing	14
Gambar 2.8 Skema transmisi Time Compressor Multiplexing.....	15
Gambar 2.9 Skema transmisi Uni Direksional Wave Divition Multiplexing ..	16
Gambar 2.10 Bidireksional Wave Divition Multiplexing	17
Gambar 2.11 Konfigurasi Interkoneksi Sistem OLT dengan LE.....	19
Gambar 2.12 Blok Diagram Hubungan Antara Shelf Modul ONU.....	20
Gambar 2.13 Blok Diagram ODT Sebagai Repeater	22
Gambar 2.14 Blok Diagram ODT Sebagai Distribusi	22
Gambar 2.15 Diagram ruang komponen tunggal	25
Gambar 2.16 Konfigurasi Sistem Seri	27
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian	31
Gambar 4.1 Konfigurasi Sistem Jarlokaf Fastlink STO II Mattoangin	33
Gambar 4.2 Diagram ruang komponen tunggal	33
Gambar 4.2 interkoneksi Jarlokaf	38
Gambar 4.3 Grafik Analisa Keandalan Sistem OLT	50
Gambar 4.4 Grafik Keandalan Sistem ONU	51

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Nama dan Lokasi ONU.....	34
Tabel 4.2 Data Gangguan OLT Jarlokaf Bulan Februari 2013	38
Tabel 4.3 Data Gangguan OLT Jarlokaf Bulan Maret 2013	39
Tabel 4.4 Data Gangguan OLT Jarlokaf Bulan Mei 2013	39
Tabel 4.5 Data Gangguan ONU Jarlokaf Bulan Desember 2013	39
Tabel 4.6 Data Gangguan ONU Jarlokaf Bulan Februari 2014	40
Tabel 4.7 Data Gangguan ONU Jarlokaf Bulan Maret 2014	40
Tabel 4.8 Data Gangguan ONU Jarlokaf Bulan April 2014	40
Tabel 4.9 Data Gangguan ONU Jarlokaf Bulan Mei 2014	41
Tabel 4.10 Hasil perhitungan OLT Jarlokaf bulan pebruari 2014	45
Tabel 4.11 Hasil perhitungan OLT Jarlokaf bulan Maret 2014	45
Tabel 4.12 Hasil perhitungan OLT Jarlokaf Bulan Mei 2014	45
Tabel 4.13 Hasil perhitungan ONU Jarlokaf Bulan Desember 2014.....	45
Tabel 4.14 Hasil perhitungan ONU Jarlokaf Bulan Pebruari 2014	46
Tabel 4.15 Hasil perhitungan ONU Jarlokaf Bulan Maret 2014	46
Tabel 4.16 Hasil perhitungan ONU Jarlokaf Bulan April 2014.....	46
Tabel 4.17 Hasil perhitungan ONU Jarlokaf Bulan Mei 2014.....	47
Tabel 4.17 Keandalan Sistem OLT Bulan Desember 2013 s/d Mei 2014	49
Tabel 4.17 Keandalan Sistem ONU Bulan Desember 2013 s/d Mei 2014	50

DAFTAR ISTILAH

AMX	= Analog Multiplexing
AON	= Active Optical Network
ASP	= Active Slifting Point
CB	= Chanel Band
CP	= Coordinator Processor
JOT	= Central Office Termination
CUA	= Central Unit Analog
DCL	= Daerah Catu Langsung
DLC	= Digital Loop Carrier
DSMX	= Digital signal Multiplex
FO	= Fiber Optic
FTTB	= Fiber To The Building
FTTC	= Fiber To The Curb
FTTH	= Fiber To The Home
FTTZ	= Fiber To The Zone
Jarlokaf	= Jaringan Lokal Akses Fiber Optik
Jarlokar	= Jaringan Lokal Akses Radio
Jarlokaf	= Jaringan Lokal Akses Tembaga
KP	= Kotak Pembagi
LC	= Line Card
LE	= Local Exchange
LTU	= Line Termination Unit
MDF	= Main Distribution Frame

MSU	= Measurement Supervisory Unit
ODT	= Optical Distant Termination
OLT	= Optical Line Unit
ONU	= Optical Network Unit
OMX16	= Optical Multiplexing 16 Mbps
OM X16S	= Optical Multiplexing 16 Mbps Shelf
OTRU	= Optical Transceiver Unit
OTSL1	= Optical Termination Supervisory Unit
SDM	= Space Division Multiplexing
SL\LA	= Subscriber Line Modul Analog
SLMX	= Subscriber Line Multiplexing
TCM	= Time Compression Multiplexing
1KO	= Titik Konversi Optik
WDM	= Wave Length Division Multiplexing



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Salah satu perkembangan teknologi komunikasi adalah dipergunakannya jaringan akses yang telah berkembang dengan pesatnya seiring dengangencarnya arus informasi yang mampu memberikan solusi terhadap adanyakendala pada pengembangan jaringan lokal kabel tembaga yang selama ini dipergunakan.

PT. Telekomunikasi Indonesia sebagai pengelola jasa telekomunikasi menyediakan berbagai fasilitas seperti : telepon, telegraf, telex, faxmile dan sistem komunikasi data.

Tujuan setiap pengelola jasa telekomunikasi adalah menyediakan pelayanan komunikasi yang memadai sehingga dapat memberikan kepuasan pelanggan.

Perkembangan teknologi pada dasarnya adalah meningkatkan efisiensi waktu dan biaya dimana semakin andal suatu teknologi maka semakin menekan biaya operasi dan pemeliharaan. PT. Telekomunikasi Indonesia dalam hal ini Kandatel Makassar telah menerapkan salah satu hasil dari kemajuan teknologi baru dibidang pertelekomunikasi yaitu Teknik Jaringan Akses (*Acces Network*). Dimana tekmmk jaringan akses (*acces network*) dibedakan menjadi tiga macam yaitu:

1. Jaringan lokal akses tembaga (jarlokat)
2. Jaringan lokal akses radio (jarlokar)
3. Jaringan lokal akses fiber (jarlokaf)

Jaringan akses ini mengacu pada :

- Satu Jaringan untuk semua layanan
- Konfigurasi/arsitektur Jaringan fleksibel untuk standar layanan saat ini maupun untuk masa yang akan datang
- Keandalan sistem yang tinggi
- Konsep pengoperasian dan pemeliharaan yang mudah dilaksanakan

Salah satu sistem yang mengacu pada hal tersebut diatas adalah sistem fastlink Siemens, dimana keunggulannya mampu menyediakan kapasitas saluran pelanggan yang lebih besar dengan jarak jangkauan yang lebih jauh (± 25 km) dibandingkan dengan jarlok, meski hanya menggunakan satu core fiber optik sebagai penghubungnya namun disisi lain biaya investasinya sangat besar serta jika terjadi gangguan, maka akan mengakibatkan terganggunya semua pelanggan yang terkait.

Dampak dari adanya perkembangan teknologi digital adalah adanya perubahan Jaringan analog menjadi Jaringan digital baik dalam hal switching maupun dalam hal sistem transmisi.

Keterpaduan ini akan mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas informasi yang dikirim sebagai sarana transmisi dalam Jaringan digital. Berdasarkan hal tersebut , maka kami mengambil salah satu layanan Jaringan akses dengan judul "**Keandalan Sistem Jaringan Lokal Akses Fiber Optik Sentral Telepon Otomatis II Mattoangin**"

B. Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Sebagai studi awal untuk menganalisa jaringan lokal akses fiber optik faslink simens.
2. Dapat diketahui keandalan sistem STO II Mattoangin

C. Batasan Masalah

Secara garis besar pembatasan masalah dalam tugas akhir ini dibagi menjadi 2 bagian :

- Pada bagian pertama akan dibahas mengenai sistem jaringan lokal akses fiber optik Fastlink simens.
- pada bagian ke dua akan dibahas masalah OLT sampai ONU dengan melihat konfigurasi dan data-data gangguan selama enam bulan (Desember 2013 s/d Mei 2014) di STO Mattoangin.

D. Manfaat

Manfaat penulisan tugas akhir ini adalah:

- Meningkatnya teknologi dalam bidang telekomunikasi dan juga tuntutan masyarakat yang mengarah ke masyarakat informasi menghendaki kualitas pelayanan jasa telekomunikasi.
- Untuk maksud penanganan sistem telekomunikasi yang tepat dan profesional guna menunjang pelayanan kepada masyarakat, maka diperlukan sarana dan

prasarana komunikasi yang efektif dan efisien, dimana keandalan sistem harus tetap dijaga.

E. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini akan dibahas dalam lima bab sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan membahas tentang latar belakang masalah, maksud dan tujuan penulisan., batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II : Landasan teori jarlokaf membahas tentang dasar sistem komunikasi serat optik, konfigurasi dan teknologi jarlokaf, dan juga membahas sistem jarlokaf fastlink Siemens.

BAB III : Metodologi penelitian membahas tentang waktu dan tempat penelitian, dan tahapan penelitian.

BAB IV : Hasil penelitian membahas tentang implementasi Jarlokaf fastlink di STO II Mattoanging, teori keandalan, perhitungan dan analisa berdasarkan konfigurasi dan data-data gangguan.

BAB V : Merupakan penutup yang terdiri dari kesimpulan dan saran berdasarkan hasil studi.

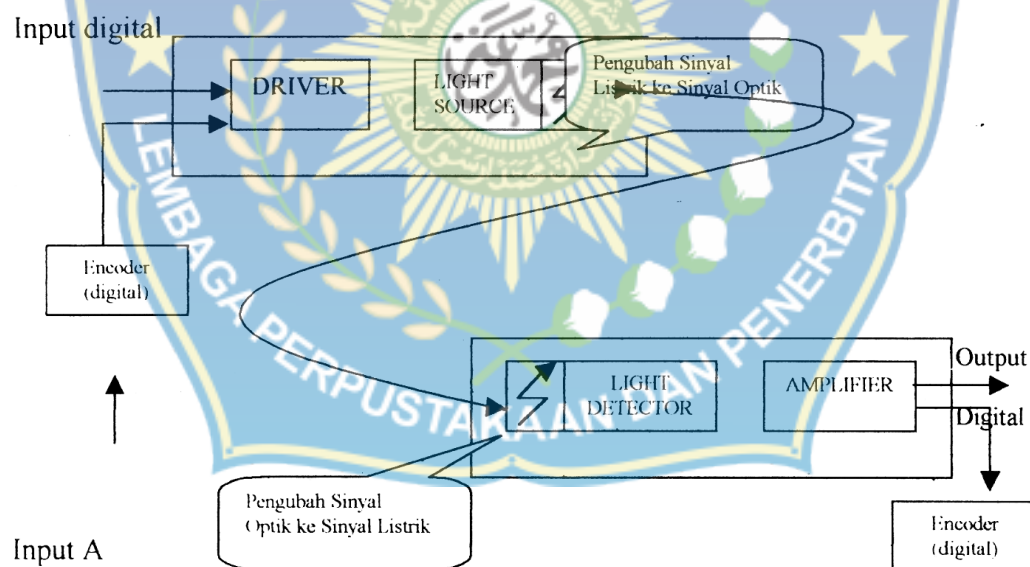
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Dasar Sistem Komunikasi Serat Optik (SKSO)

Sistem Komunikasi Serat Optik (SKSO) adalah sistem komunikasi yang menggunakan serat optik sebagai media transmisinya. Sinyal yang ditransmisikan di dalam serat optik adalah dalam bentuk cahaya, yang merambat di dalam serat optik dengan redaman kecil sehingga dapat menempuh jarak relatif cukup jauh.

Elemen-elemen yang menyusun Sistem Komunikasi Serat Optik dapat dilihat dari konfigurasi dasar sistem Komunikasi Serat Optik pada gambar 2.1. Input digital



Gambar 2.1 Konfigurasi Dasar SKSO

1. Transmitter

Terdiri dari *Driver* dan *Light Source* (Sumber Cahaya)

- *Driver*

Driver berfungsi sebagai penyesuaian sinyal input yang selanjutnya digunakan untuk mengendalikan sumber cahaya.

- *Light Source* (Sumber Cahaya)

Light Source berfungsi untuk mengubah sinyal listrik menjadi sinyal optik agar dapat disalurkan melalui kabel serat optik. Sumber optik yang digunakan dalam suatu SKSO, pada hakekatnya merupakan suatu pembangkit gelombang cahaya yang menempati spektrum inframerah, yaitu dengan panjang gelombang antara 800 s/d 1650 (nm) atau pada frekuensi antara 375 THz s/d 1818 THz.

Jenis sumber optik (cahaya) yang sesuai dipergunakan dalam SKSO adalah cahaya dari bahan semikonduktor (*Semiconductor Photo Emissive Devices*). Karena selain mempunyai bentuk yang kecil dan kompak juga dapat beroperasi pada suatu ruang seperti *Laser Diode* (LD) dan *Light Emitting Diode* (LED)

2. Receiver

Terdiri dari *Light Detector* (Detektor Cahaya) dan *Amplifier* (penguat)

- *Light Detector* (Detektor Cahaya)

Detektor Cahaya berfungsi sebagai pendeteksi sinyal optik selanjutnya diubah menjadi sinyal listrik. Detektor yang digunakan dalam system

komunikasi optik adalah jenis dioda *Positive Intrinsic Negative*(PIN) dan *Avalanche Phototide*(APD)

- *Amplifier*(penguat)

Amplifier berfungsi untuk menguatkan sinyal listrik yang berasal dari detektor cahaya sehingga menghasilkan sinyal output dengan level yang disyaratkan.

B. Serat Optik

Serat berfungsi sebagai media untuk menyalurkan sinyal optik (cahaya) yang dibandingkan oleh sumber cahaya di bagian kirim menuju ke detektor cahaya di bagian terima.

Ditinjau dari indeks bias dan mode gelombang yang terjadi pada perambatan cahaya, maka fiber optik dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu :

1. Multi mode indeks

Fiber optik berdiameter core agak besar yang membuat laser didalamnya akan dipantul-pantulkan ke dinding cladding yang menyebabkan berkurangnya bandwidth.

Ciri-ciri :

- a. Ukuran inti sekitar 50 – 125 mm, diameter cladding 125 – 500 mm.
- b. Diameter core besar
- c. Baik digunakan untuk mentransmisikan kecepatan rendah dan jarak tempuh yang pendek.

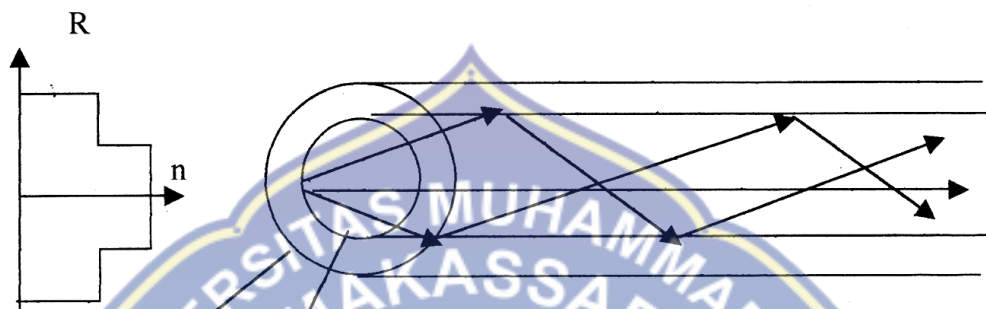
Keuntungan :

- a. Mudah dibuat.

- b. Core tebal, mudah dalam penyambungan.

Kerugian :

- a. Terjadi dispersi.
- b. Jarak tempuh yang pendek dan transmisi yang berkecepatan rendah.



Gambar 2.2 Multi Mode step indeks

2. Multi mode graded indeks

Fiber optik dengan diameter core yang besar dan mempunyai cladding yang bertingkat indeks biasnya, sehingga dapat menambah bandwidth.

Ciri-ciri :

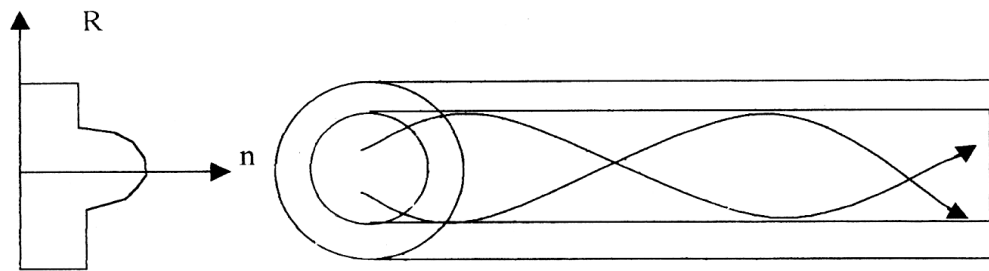
- a. Diameter core 30 – 60 mm, cladding 100 – 150 mm
- b. Penggabungan kabel fiber multimode dan single mode

Keuntungan :

- a. Transmisi jarak 10 – 20 km seperti LAN

Kerugian :

- a. Sukar dalam pembuatannya
- b. Harga mahal



Gambar 2.3 Graded indeks multi mode

3. Single/monomode step indeks

Fiber optik dengan core yang sangat kecil dimana diameternya mendekati panjang gelombang, sehingga cahaya yang masuk kedalam tidak dipantulkan ke dinding cladding.

Ciri-ciri :

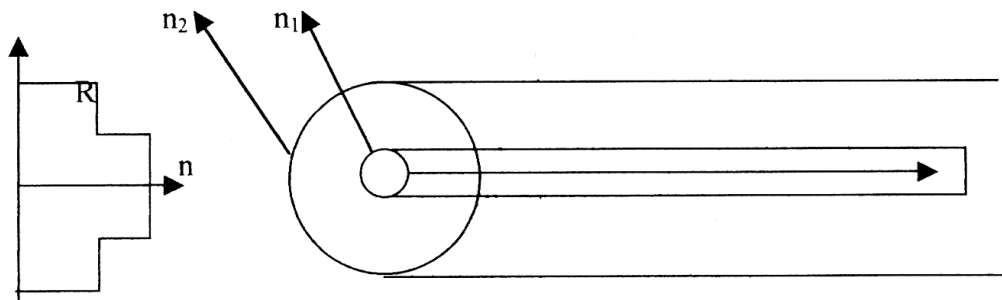
- a. Diameter core sangat kecil.
- b. Digunakan untuk transmisi jarak jauh (>120 km), bandwidth besar, kecepatan tinggi, penyusutan transmisi kecil.

Keuntungan :

- a. Bandwidth besar
- b. Jarak tempuh lebih jauh/panjang
- c. Penyusutan transmisi kecil
- d. Pengiriman data lebih cepat

Kerugian :

- a. Hanya terdapat satu berkas cahaya yang dapat melewatinya
- b. Tidak ada dispersi
- c. Tidak ada pengaruh indeks bias
- d. Harganya mahal



Gambar 2.4 Single mode indeks

Dari ketiga jenis fiber optik diatas pada saat ini yang dipergunakan adalah jenis single step indeks, dimana indeks bias inti besarnya sama pada seluruh inti serat yang berharga n_1 , dibandingkan indeks bias selimutnya (Cladding) n_2 . Serat single mode mempunyai diameter inti yang kecil akan tetapi diameter cladding besarnya lebih 10 (sepuluh) kali diameter intinya.

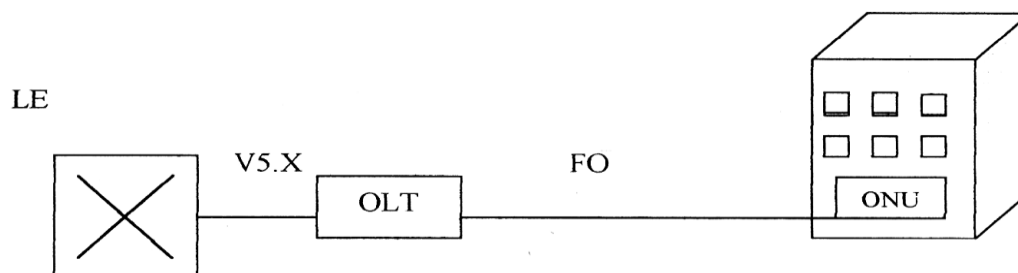
C. Teknologi Jaringan Lokal Akses Fiber Optik (Jarlokaf)

Teknologi Jarlokaf yang dikenal adalah : *Digital Loop Carrier (DLC)*, *Passive Optical Network (PON)* dan *Active Optical Network (AON)*

1. Teknologi Digital Loop Carrier (DLC)

Teknologi DLC ini adalah teknologi Jarlokaf yang menggunakan konfigurasi optik single star, digunakan bagi pelanggan yang terkumpul atau pada gedung-gedung bertingkat seperti yang ditunjukkan pada gambar 2:5.

Sistem LDC



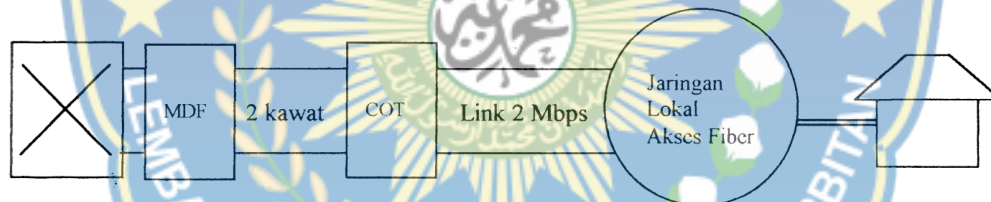
Gambar 2.5 Jarlokaf Sistem DLC

ONU = Optical Network Unit OLT = Optical Line Termination

LE = Local Exchange FO = Fiber Optik

Sistem DLC pada mulanya belum menggunakan interface V5.1, dimana hubungan antara sentral dan jaringan akses masih menggunakan *Chanel Bank*(CB) atau *Central Office Termination*(COT) sebagai input pada CB/COT dari sentral masih berupa 2 kawat, sehingga *Main DistributionFrame* (MDF) masih Dibutuhkan. Saat ini dengan adanya interface V5.1 maka tidak lagi memerlukan CB tapi berupa lik 2 Mbps langsung dari sentral ke jaringan akses, seperti pada Gambar 2.6.

LE2 Kawat



MDF = Main Distribution Frame

COT = *Central Office Termination*

Gambar 2.6 Konfigurasi DLC tanpa V5.1

2. Teknologi Passive Optical Network (PON)

Teknologi PON ini adalah teknologi Jarlokafyang menggunakan konfigurasi optik double star multi star dengan memanfaatkan komponen pembagi signal optik

pasif yang disebut Passive Splitter (PS), Sistem PON memakai teknologi dengan antar muka V5.1.

3. Teknologi Active Optical Network (AON)

Teknologi AON ini adalah teknologi Jarlokaf yang menggunakan konfigurasi optik double star/multi star dengan memanfaatkan perangkat Active Splitting Point (ASP) yang mendistribusi kanal ke berbagai lokasi lain dan mentransmisikannya melalui kabel optik.

Teknologi AON diperkirakan akan banyak digunakan bersamaan dengan pengurangan jumlah sentral lokal melalui perluasan batas jangkauan sentral. Sistem ini dalam pengembangan dan belum banyak digunakan.

D. Konfigurasi Jaringan Lokal Akses Fiber Optik (Jarlokaf) dari Sisi Pelanggan

1. Fiber To The Building (FTTB)

FTTB apabila Titik Konversi Optik (TKO) di dalam gedung dan biasanya terletak pada ruang telekomunikasi di basement atau lantai dasar. FTTB dapat digolongkan dengan Daerah Catu Langsung (DLC) pada jaringan kabel tembaga.

2. Fiber To The Zone (FTTZ)

FTTZ apabila Titik Konversi Optik (TKO) terletak pada suatu tempat di luar bangunan di dalam kabinet dengan kapasitas besar. FTTZ dianalogikan sebagai rumah kabel (RK) pada jaringan kabel tembaga.

3. Fiber TO The Curb (FTTC)

FTTC jika Titik Konversi Optik (TKO) terletak di luar bangunan dalam kabinet atau diatas tiang. FTTC dapat diterapkan bagi pelanggan bisnis yang letaknya terkumpul pada suatu area yang terbatas namun tidak berbentuk gedung-gedung bertingkat

4. Fiber To The Home (FTTH)

FTTH apabila Titik Konversi Optik (TKO) terletak di dalam rumah pelanggan. FTTH sebagai Terminal Block (TB)

E. Konfigurasi Jaringan Lokal Akses Fiber Optik (Jarlokaf) dari Sisi Sentral

1. Konfigurasi Single Star

Konfigurasi Single Star apabila jarlokaf hanya memiliki 1(satu) buah titik star kabel pada perangkat optoelektronik di sisi sentral , konfigurasi ini mempunyai keuntungan kapasitas besar dan struktur jaringan yang sederhana. Kekurangannya, tidak sesuai untuk pelanggan yang distribusinya menyebar, dan contoh penerapannya pada Digital Loop Carrier (DLC).

2. Konfigurasi Double Star

Konfigurasi Double Star memiliki 2 (dua) buah titik star kabel,titik star pertama di perangkat sisi sentral dan titik star ke dua di passave spliter. Keuntungan konfigurasi ini, kebutuhan kabel serat optik lebih sedikit dan investasi awal lebih murah. Kekurangannya, ada perangkat tambahan titik star kedua baik komponen pasif maupun aktif perangkat optoelektronika. Contoh penerapannya pada Passive Optical Network (PON) dan Aktif Optical Network (AON)

3. Konfigurasi Triple Star

Konfigurasi Triple Star memiliki 3 (tiga) titik star kabel serat optik , titik star pertama terdapat pada perangkat optoelektronik di sisi sentral, starkedua terletak pada perangkat optoelektronik di lokasi Rumah Kabel (RK), Star ketiga pada lokasi Kotak Pembagi (KP). Keuntungan sistem ini, harga investasi awal lebih murah karena dapat menggunakan jaringan kabel yang ada bersama perangkat optoelektronik dan serat optik. Kerugiannya, berkurangnya perangkat optoelektronik dan tidak mudah berevolusi ke jaringan pita lebar (Broad Band)

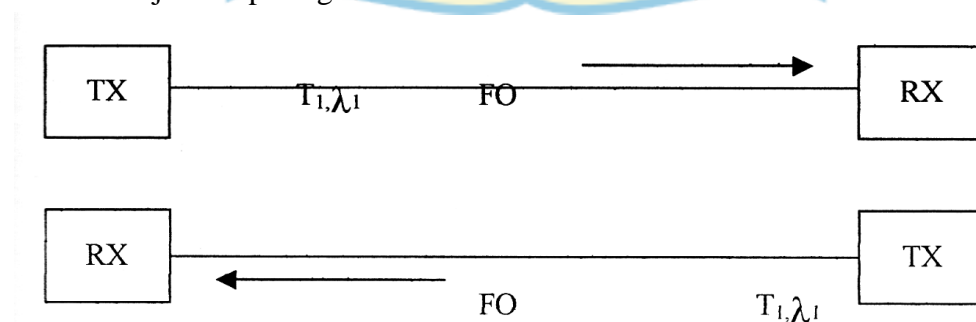
4. Konfigurasi Kombinasi dengan Ring

Konfigurasi komdinasi antara struktur single star, double star maupun triple star dengan jaringan berbentuk lingkaran. Konfigurasi mempunyai keuntungan sistem lebih handal akan tetapi membutuhkan rute jaringan yang lebih panjang.

F. Teknologi Transmisi Pada Sistem Komunikasi Serat Optik

1. SDM (*Space Division Multiplexing*)

Suatu sistem transmisi pada sistem Jarlokaf dimana sinyal kirim dan sinyal terima dikirim melalui serat optik yang berbeda, serta panjang gelombang yang digunakan adalah 1310 nm untuk sinyal kirim dan sinyal terima. Skema transmisi SDM ditunjukkan pada gambar 2.7.



TX = Pengirim

λ = Panjang Transmisi SDM

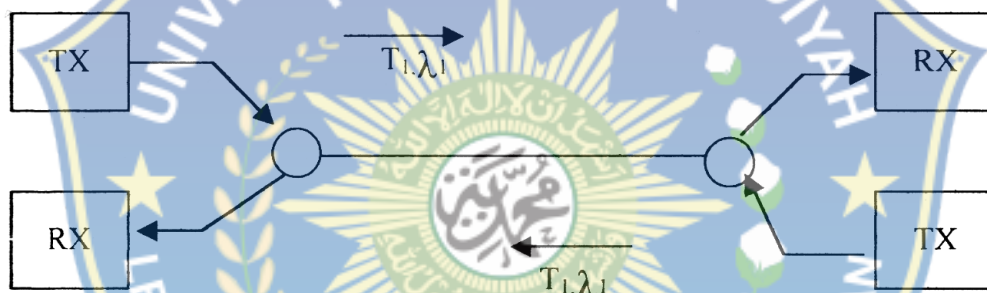
RX = Penerima

T = Waktu

Gambar 2.7 Skema Transmisi SDM

2. TCM (*Time Compression Multiplexing*)

Suatu sistem transmisi pada sistem Jarlokap dimana sinyal dikirim dan sinyal diterima dikirim pada saat yang berbeda dan secara bergantian, serta panjang gelombang yang digunakan adalah 1310 nm untuk sinyal dikirim dan sinyal diterima. Skema transmisi dua arah adalah half dupleks seperti pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Skema Transmisi TCM

3. WDM (*Wavelength Division Multiplexing*)

Wavelength Division Multiplexing atau multiplex panjang gelombang adalah penggabungan beberapa masukan panjang gelombang yang berbeda menjadi satu keluaran. Menggunakan pembawa (Carrier) dengan panjang gelombang yang berbeda-beda, beberapa informasi dapat ditransmisikan secara simultan melalui satu serat tunggal.

WDM menggunakan cahaya-cahaya dari sumber-sumber dengan panjang gelombang yang berbeda, ke dalam serat optik untuk ditransmisikan, pada penerima

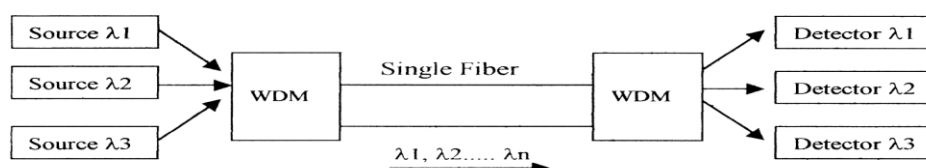
demultiplekser pembawa-pembawa yang berbeda-beda panjang gelombangnya sebelum pendeteksian dan masing-masing sinyal informasi. Umumnya multiplekser dan demultiplekser mempunyai serat-serat optik pada terminal masukan dan terminal keluarannya. Alat tersebut berlaku sebagai multiplekser.

Multiplek WDM mempunyai beberapa karakteristik penting yang membedakannya dari metode-metode multiplek lainnya. Karakteristik tersebut antara lain adalah :

- WDM merupakan piranti pasif secara keseluruhan sehingga tidak memerlukan catu daya listrik
- Piranti WDM berlaku sebagai multiplekser dan demultiplekser
- Kanal-kanal WDM adalah bebas satu dengan yang lainnya
- WDM sesuai untuk format data

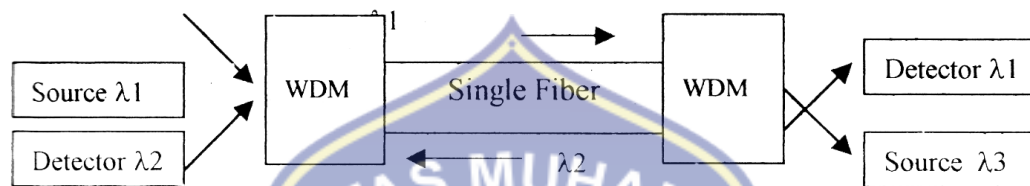
Prinsip dasar *Wavelength Division Multiplexing* (WDM) sama dengan *Frequency Division Multiplexing* (FDM) yang digunakan pada radio mikrowave dan sistem satelit.

Dua macam metode operasi WDM ditunjukkan pada gambar 2.9 dan 2.10. pada gambar 2.9 perangkat WDM digunakan untuk menggabungkan sinyal pembawa dengan panjang gelombang yang berbeda-beda melalui sebuah fiber optik pada satu arah (Unidirectional)



Gambar 2.9 Unit Direction WDM

Gambar 2.9 menunjukkan skema WDM dua arah (*Bidirectional*), pengiriman informasi atau data, satu arah menggunakan panjang gelombang λ_1 dan secara bersama-sama (Simultan) dapat juga dikirim informasi pada arah yang berlawanan, dengan panjang gelombang, λ_2 .



Gambar 2.10 Birdirectional WDM

G. Sistem Jaringan Lokal Akses Fiber Optik FastLink Siemens

1. Penjelasan Umum Sistem Jaringan Lokal Akses Fiber (Jarlokaf) FastLink Siemens

Sistem Jarlokaf FastLink Siemens adalah suatu sistem modular yang dikembangkan oleh Siemens yang mempunyai fungsi menghubungkan sentral telpon lokal dengan terminal pelanggan, baik pelanggan telepon maupun pelanggan sarana telekomunikasi lainnya, dengan fiber optik sebagai media penghubung

Adapun sistem FastLink Siemens terdiri dari dua komponen utama yaitu:

1. Pada titik sentral sistem FastLink Siemens disebut sistem OLT (Optical Line Termination) yang terhubung dengan sentral lokal.
2. Pada sisi terminal pelanggan FastLink Siemens disebut sistem ONU (Optical Network Unit) yang terhubung dengan terminal pelanggan dan dapat dikonfigurasi/ditempatkan baik sebagai indoor (FTTB/FTTH) maupun outdoor (FTTC/FTTZ).

Untuk mendapatkan performance perangkat yang sesuai standar, maka jarak antara komponen sistem OLT dengan komponen sistem ONU yang menggunakan media penghubung fiber optik tidak boleh lebih dari 25 km, bila jarak kedua sistem tersebut lebih dari 25 km atau akan didistribusikan ke beberapa sistem ONU dalam satu Link maka harus ditambahkan suatu perangkat yang disebut ODT (Optical Distant Terminal).

2. Prinsip Dasar Sistem Jaringan Lokal Akses Fiber (Jarlokaf) FastLink Siemens

Dari uraian diatas telah dijelaskan bahwa sistem jaringan Lokal Akses Fiber (Jarlokaf) FastLink Siemens itu terdiri dari dua komponen utama yaitu :

a. OLT (*Optical Line Termination*)

Optical Line Termination (OLT) adalah suatu perangkat yang utama dari service interaktif yang dihubungkan secara langsung ke sentral digital melalui interface (V5.1), yang merupakan output dari modul SLMX (*Subscriber Line Multiplexer*) yang terdapat pada sentral telepon lokal digital atau output dari modul COT (*Central Office Terminal*) yang merupakan interface apabila output dari sentral berupa dua kawat (a/b) yang berasal dari output modul SLMA (*Subscriber Line Modul Analog*) dan akan digabungkan menjadi satu output yang akan dikirim menuju sistem ONU atau ODT.

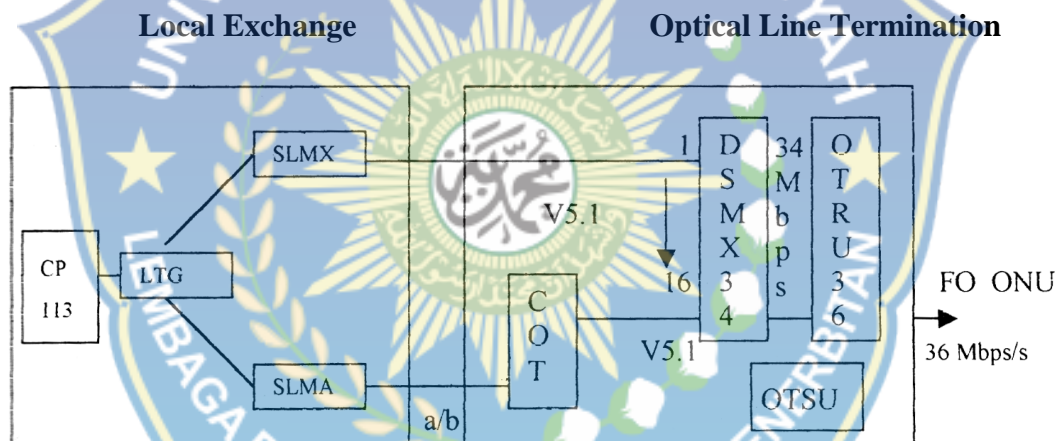
Sistem *Optical Line Termination* (OLT) mempunyai beberapa jenis Shelf yaitu :

- a) OMX 16 S (16 X 2 Mbps sebagai multiplexer untuk saluran transmisi optik 36 Mbps)

- b) OMX 2 S (2 X 2 Mbps sebagai multiplxer untuk saluran transmisi optik 2 Mbps)
 c) COT (sebagai interface dari analog ke digital dan sebaliknya)

Jumlah shelf-shelf OLT yang terpasang disesuaikan dengan jumlah kapasitas jaringan pelanggan yang dibutuhkan, sedangkan jenis modul yang terpasang disesuaikan dengan jenis kebutuhan pelanggan (ISDN, Lased Chanal 64 Kbit, 2 Mbps atau PSTN). Modul yang terdapat pada shelf OMX 16 S yang diinstal di STO II Mattoangin terdiri dari modul OTRU36, DSMX34, dan modul OTSU.

Interkoneksi antar shelf antara sistem OLT dengan LE (Local Exchange) di atas dapat dilihat pada gambar 2.11



- CP = Coordination Processor
 LTG = Line Trunk Group
 SLMX = Subscriber Line Multiplxer
 SLMA = Subscriber Line Modul Analog
 DSMX34 = Digital Signal Multiplexer 34 Mbps
 OTRU36 = Optical Tranceiver Unit 36 Mbps
 OTSU = Optical Termination

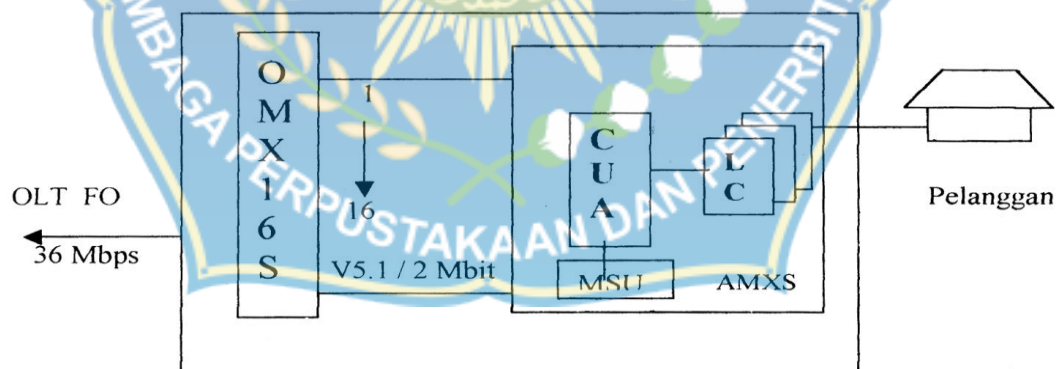
Gambar 2.11 Konfigurasi Interkoneksi sistem OLT dengan LE

b. ONU (*Optical Network Unit*)

Sistem *Optical Network Unit* (ONU) adalah suatu perangkat yang merupakan terminasi pada sisi pelanggan dari sistem FastLink Siemens yang terhubung secara langsung ke komponen sistem OLT dan ODT yang menggunakan fiber optik sebagai mediana.

Shelf-shelf yang terdapat pada sistem ONU (*Optical Network Unit*) yang ada di Kandatel Makassar adalah :

- 1) OMX 16 S (Multiplexer untuk saluran fiber optik 36 Mbit/s)
- 2) AMX S (Interface dari analog ke digital dan sebaliknya Terdiri darimodul CUA (*Central Unit Analog Multiplexer*), LC (*Line Card*) dan modul MSU (*Measurement and Supervision Unit*)
- 3) Power Sulplay (sebagai sumber catuan perangkat) Hubungan antar shelf sistem ONU dapat dilihat pada Gambar 2.12 :



OMXS16S = Optical Multiplexer 16X2 Mbps

CUA = Central Unit Analog

MSU = Measurement Supervisory Unit

LC = Line Card

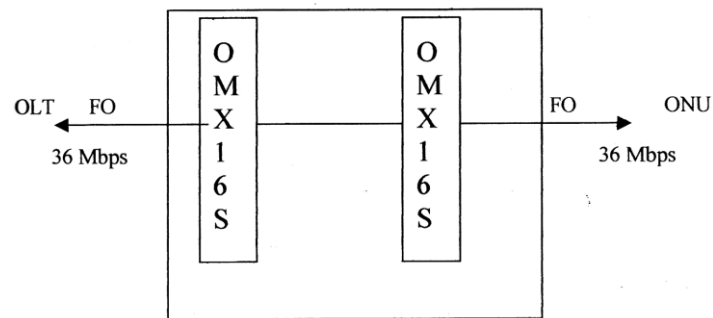
Gambar 2.12 Blok diagram hubungan antara shelf modul ONU

Jumlah kapasitas jaringan sistem FatLink Siemens tergantung pada type dan jumlah sistem ONU yang diinstal. Beberapa macam type ONU sistem FastLink Siemens adalah :

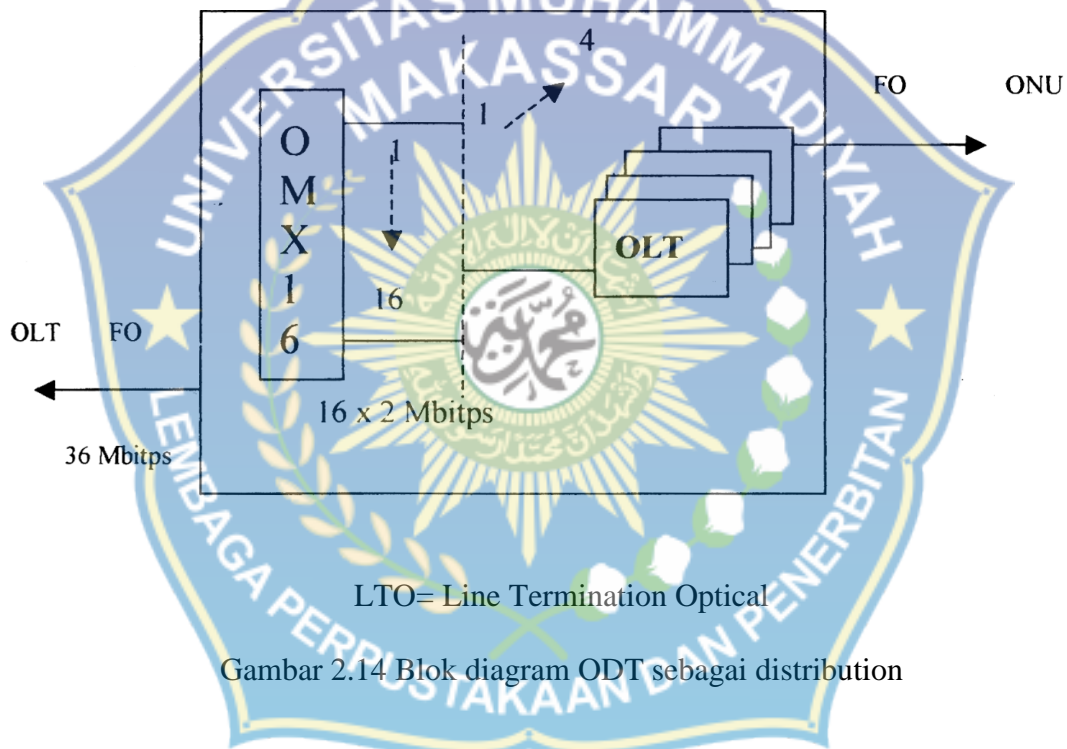
- ONU 30 L, sistem yang dapat menyediakan jaringan pelanggan sampai dengan 30 satuan sambungan telepon
- ONU 120 L, sistem yang dapat menyediakan jaringan pelanggan sampai dengan 120 satuan sambungan telepon
- ONU 240 L, sistem yang dapat menyediakan jaringan pelanggan sampai dengan 240 satuan sambungan telepon
- ONU 480 L, sistem yang dapat menyediakan jaringan pelanggan sampai dengan 480 satuan sambungan telepon

Suatu perangkat tambahan jika jarak antara OLT dan ONU lebih dari 25 km yaitu *Optical Distant Termination (ODT)*. *Optical Distant Termination (ODT)* adalah suatu perangkat yang berfungsi sebagai repeater atau distributor aktif yang digunakan pada jaringan fiber optik. Pada sisi primer ODT dihubungkan ke sistem OLT (*Optical Line Termination*) melalui media fiber optik dengan kecepatan 36 Mbps untuk diteruskan dan dirubah kecepatan bit ratenya menjadi 16 sistem x 2 Mbps menuju ke sistem ONU (*Optical Network Unit*)

Jika *Optical Distant termination (ODT)* berfungsi sebagai repeater, terdiri dari 2 (dua) shelf OMX 16 S sedangkan jika berfungsi sebagai distributor terdiri dari shelf OMX 16 S dan OLT, seperti terlihat pada gambar 2.13 dan 2.14.



Gambar 2.13 Blok Diagram ODT sebagai repeater



Gambar 2.14 Blok diagram ODT sebagai distribution

H. Teori Keandalan

1. Pengertian Keandalan

Keandalan adalah kemungkinan (*probability*) suatu komponen atau sistem bekerja sesuai dengan fungsinya untuk jangka waktu dan kondisi tertentu.

- Perhitungan kandalan berdasarkan prinsip teori kemungkinan
- Bekerja sesuai dengan fungsinya atau daya guna.

- c. Periode waktu, menunjukkan semakin lama suatu sistem bekerja maka akan menurunkan keandalan sistem tersebut atau dengan kata lain makin banyak pula terjadi gangguan.
- d. Kondisi operasi, berhubungan dengan kondisi lingkungan tempat komponen bekerja.

2. Laju Kegagalan

Laju kegagalan didefinisikan sebagai banyaknya kegagalan yang terjadi persatuan waktu pada selang waktu pengamatan tertentu yang di simbol dengan λ , Jadi laju kegagalan dapat didefinisikan sebagai:

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah Kegagalan Sistem Pada Selang Waktu}}{\text{selang waktu pengamatan}}$$

3. Waktu Perbaikan (r)

Waktu perbaikan adalah lama waktu mulai terjadinya kegagalan pada sistem atau komponen sampai sistem atau komponen tersebut dapat beroperasi lagi secara normal.

4. Fungsi Umum Keandalan

Dalam evaluasi keandalan umumnya bukan berdasarkan peluang kegagalan melainkan peluang yang masih beroperasi pada suatu periode waktu. Nilai-nilai peluang ini merupakan komplemen sehingga menimbulkan suatu fungsi yaitu fungsi yang masih beroperasi $R(t)$. Hubungan antara fungsi yang masih beroperasi dengan kegagalan kumulatif adalah :

$$R(t) = 1 - Q(t) \dots\dots\dots(2.1)$$

Daripersamaan tersebut, jika dideferensialkan terhadap waktu (t) akan menimbulkan fungsi baru yang disebut fungsi kegagalan $f(t)$, yaitu:

$$f(t) = \frac{dQ(dt)}{d(t)} = - \frac{d(t)}{dt} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

R(t)= Fungsi yang masih beroperasi

Q(t)= kegagalan komulatif

Misalkan ada sejumlah N_o komponen identik yang diuji pada waktu t , maka diperoleh :

$$N_o = N_s(t) + N_f(t)$$

Keterangan:

$N_s(t)$ = Jumlah komponen yang masih beroperasi pada waktu t

$N_f(t)$ = jumlah komponen yang gagal pada waktu t

Keandalan suatu sistem pada waktu t adalah :

$$R(t) = \frac{N_s(t)}{N_o} = 1 - \frac{N_f(t)}{N_o} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan cara yang sama diperoleh kegagalan komulatif Q(t):

$$Q(t) = \frac{N_f(t)}{N_o} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dari persamaan (3.3) dan (3.4) untuk $f(t)$ diperoleh;

$$F(t) = - \frac{1}{N_o} \times \frac{dN_f(t)}{No} \dots\dots\dots(2.5)$$

Diasumsikan laju kegagalan sesaat pada waktu t adalah :

$$\lambda(t) = - \frac{1}{N_s(t)} \times \frac{dN_f(t)}{dt} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dari persamaan (3.2) diperoleh:

$$\lambda(t) = - \frac{1}{R(t)} \times \frac{dR(t)}{No} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dan jika diintegrasikan terhadap waktu, maka diperoleh :

$$\lambda(t) = -\frac{1}{R(t)} \times \frac{dR(t)}{dt}$$

$$\int_0^t \lambda(dt) = \int_0^t -\frac{1}{R(t)} \times \frac{dR(t)}{dt} dt$$

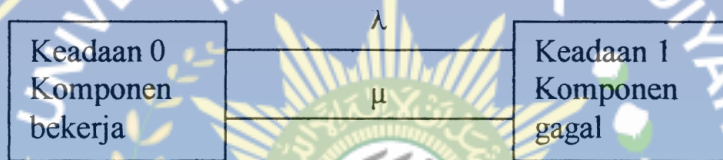
$$-\int_0^t \lambda(dt) = \int_0^t \frac{1}{R(t)} \times dR(t)$$

$$\ln R(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) \cdot dt} \dots \dots \dots (2.8)$$

$$R(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) \cdot dt}$$

jika konstan maka persamaan dapat ditulis menjadi :

$$R(t) = e^{-\lambda t} \dots \dots \dots (2.9)$$



Gambar 2.15 Diagram Ruang Komponen Tunggal

Dari gambar tersebut dengan proses Markof diperoleh :

$$P_0 = \frac{\mu}{\lambda + \mu} \dots \dots \dots (2.10)$$

$$P_1 = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dari rumus tersebut terlihat bahwa jumlah peluang sukses dan gagal sama dengan satu.

$$P_0 + P_1 = 1 \text{ Atau } A + U = 1 \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana:

P₀ = Peluang komponen untuk sukses

P₁ = Peluang komponen untuk gagal

A = Ketersediaan

U = Ketidaktersediaan

Atau

$$A = \frac{ts}{to}$$

$$U = \frac{tf}{to}$$

$$to = ts + tf$$

Dimana :

ts = Jika waktu di mana sistem beroperasi normal

tf = Jika waktu di mana sistem tidak beroperasi

to = Total waktu operasi

Misalkan ada sejumlah n sistem yang beroperasi, dimana untuk masing-masing sistem jumlah waktu gagal sama dengan tf dan jumlah sistem gagal sama dengan Nf ,

maka :

- Ketersediaan

$$A_{tot} = \frac{\sum_{i=1}^n tsi}{to \times No} \dots \dots \dots (2.13)$$

- Ketersediaan

$$U_{tot} = \frac{\sum_{i=1}^n tfi}{to \times No} \dots \dots \dots (2.14)$$

5. Konfigurasi Sistem

Suatu sistem umumnya terdiri dari beberapa komponen yang terhubung sen, paralel atau sistem dengan komponen stand-by. Namun pada pembahasan ini kami hanya batasi permasalahan pada sistem sen, dimana konfigurasi sistem ini digunakan pada STOII Mattoangin

Konsekuensi logis dari sistem seri adalah semua komponen yang terhubung tersebut harus bekerja sesuai dengan fungsinya untuk mencapai kesuksesan. Dengan kata lain kegagalan salah satu dari komponen-komponen tersebut akan mengakibatkan kegagalan sistem. Di bawah ini adalah gambar komponen sistem seri:

Gambar 2.16 Konfigurasi Sistem Seri

Untuk n buah komponen tersusun secara seri seperti pada gambar 3.3 maka

$$R_{tot} = R_1 \times R_2 \dots \dots \dots (2.15)$$

Dari persamaan (3.6) $R(t) = e^{-\lambda t}$ adalah keandalan suatu komponen sehingga persamaan (3.14) dapat ditulis sebagai:

$$R_{tot} = e^{-\lambda_1 t} \times e^{-\lambda_2 t} \dots \dots \dots (2.16)$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

a. Waktu

Pembuatan tugas akhir ini akan dilaksanakan selama 6 bulan, mulai dari bulan Mei 2014 sampai Oktober 2014.

b. Tempat

Penelitian ini dilakukan di Sentral Telepon Otomatis II Makassar PT. TELKOM.

B. Metode Pengumpulan Data

Dalam penulisan tugas akhir ini, metode yang digunakan adalah :

1. Penelitian Pustaka (*Library Research*)

Penelitian atau pengumpulan data-data dengan jalan membaca dan mempelajari berbagai literatur-literatur, tulisan-tulisan, dan bahan-bahan kulia yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan guna memperoleh landasan teori yang berkaitan dengan materi yang menjadi pembahasan dalam penulisan tugas akhir.

2. Penelitian Lapangan (*field Research*)

Penelitian yang dilakukan secara langsung terhadap objek penelitian, yaitu Studi sistem keandalan jaringan lokal akses fiber optik sentral telepon otomatis II mattoangin.

a. Observasi (Pengamatan Langsung)

Penulisan mengadakan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti guna mengumpulkan data-data.

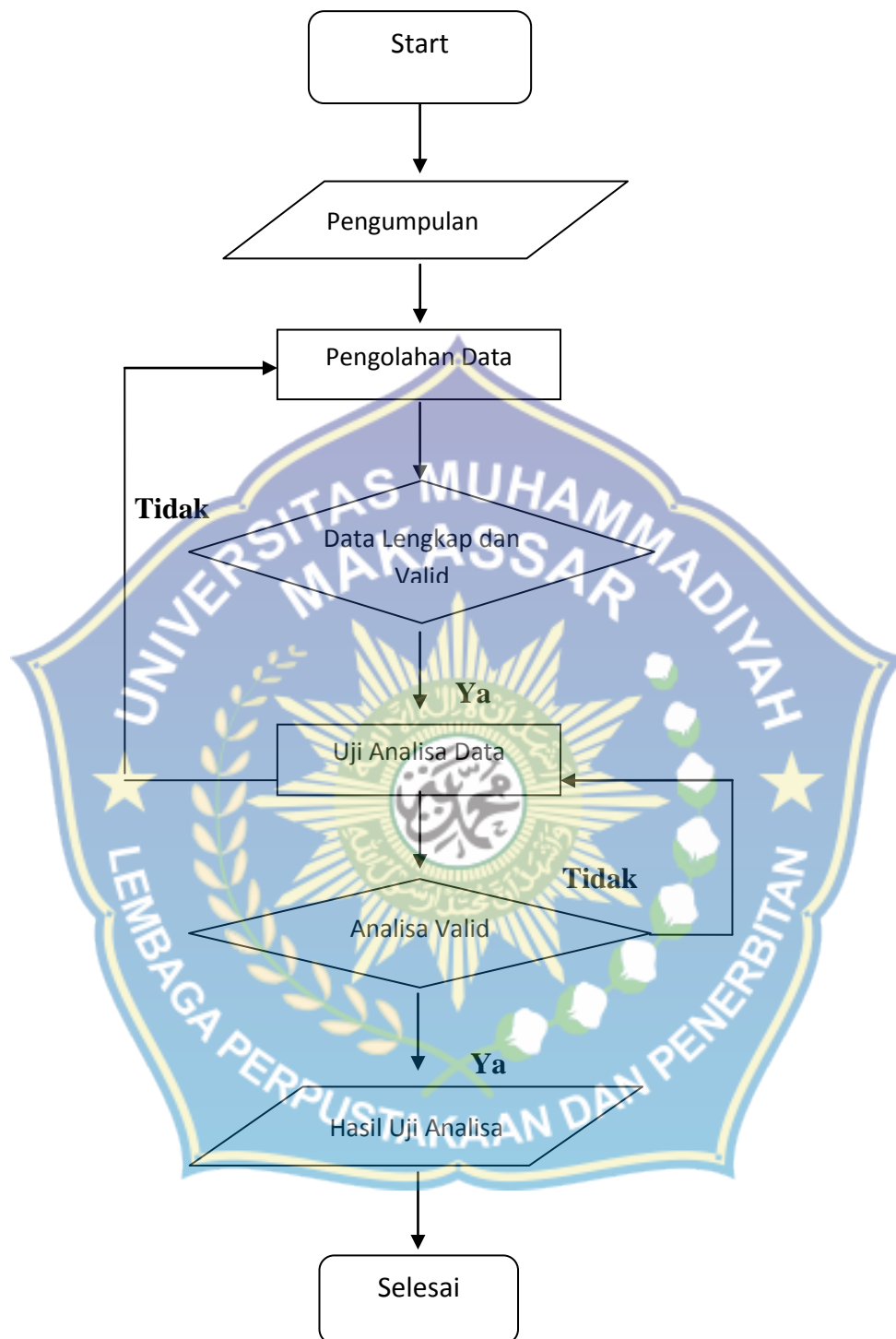
b. Interview (Wawancara)

Penulis melakukan tanya jawab secara langsung dengan pihak-pihak yang memahami permasalahan untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam penyusunan tugas akhir.

C. Flowchart Penelitian

Adapun flowchart penelitian dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :





Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

D. Pengolahan Data

Pada pengolahan data Penulis melakukan perhitungan dengan menggunakan rumus yaitu sebagai berikut :

1. Waktu perbaikan (r)

$$r = \frac{\text{waktu kegagalan}}{\text{laju kegagalan}}$$

2. Ketidaktersediaan (u)

$$U = \frac{tf}{to}$$

Dimana :

U = Ketidaktersediaan

tf = Waktu kegagalan (sistem tidak beroperasi)

to = Total waktu operasi

3. Ketersediaan (A)

$$A = 1 - U$$

4. Keandalan

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Dimana :

R(t) = Fungsi yang masih beroperasi

e = Nilai epsilon

λ = Laju kegagalan

t = Total waktu operasi

BAB IV

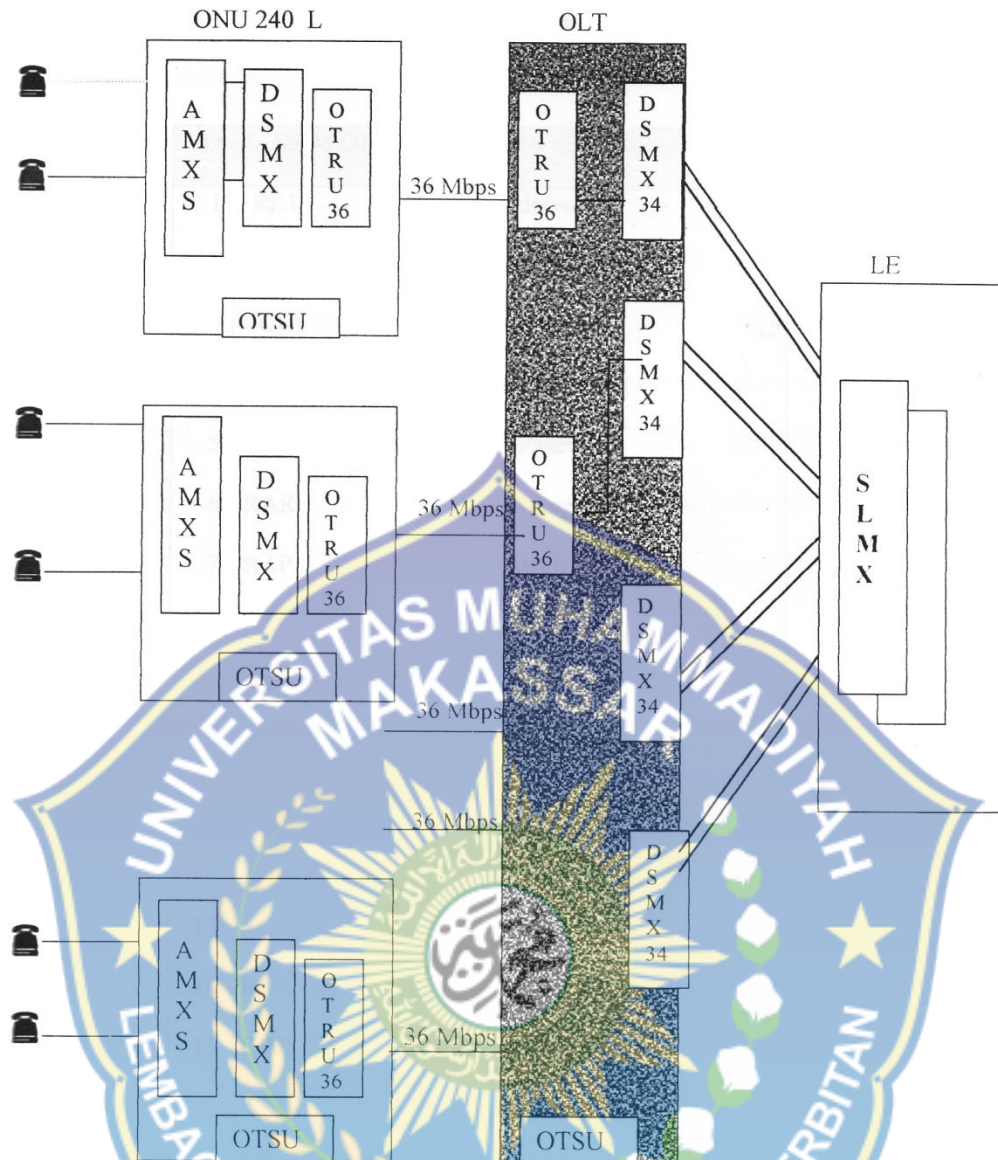
ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi JarlokafFastLink Di STO II Mattoangin

Implementasi jarlokaf di STO II Mattoangin Kandatel Makassar berkapasitas 4080 satuan sambungan jaringan pelanggan dari 17 buah sistem ONU yang menyebar di 15 lokasi, setiap sistem ONU berkapasitas 240 satuan sambungan jaringan terminal pelanggan. Seperti yang terlihat pada gambar 4.1, STO II Mattoangin di Kandatel Makassar berupa sentral EWSD V-9.1, dimana sentral tersebut dilengkapi dengan modul interface pelanggan analog maupun pelanggan digital. Untuk pelanggan analog modul *Subscriber Line Modul Analog* (SLMA) untuk pelanggan digital modul *Subscriber Line Modul Digital* (SLMD) atau *Subscriber Line Multiplexer* (SLMX).

Teknologi yang diterapkan adalah teknologi *Digital Loop Carrier* (DLC) dengan konfigurasi optik single star, dimana *Optical Line Termination* (OLT) langsung dihubungkan ke *Optical Network Unit* (ONU) tanpa melewati *Optical Distant Termination* (ODT) atau Passive Slipter.

Hubungan antara OLT dan ONU hanya menggunakan satu urat fiber optik untuk komunikasi dua arah dengan menggunakan metode Wavelength Division Multiplex (WDM) sehingga penggunaan fiber optik sangat efisien, karena dengan metode yang lain untuk komunikasi dua arah harus menggunakan dua urat fiber optik.



Gambar 4.1 Konfigurasi Sistem jarlokf (Fastlink STO Mattoangin)

Tabel 4.1. Nama dan Lokasi ONU

No	Nama ONU	Lokasi
1	RE1	JL Cendrawasih
2	RE2	JL Cedrawasih
3	RAA	JL Muh. Tahir
4	RN1	JL Dg . Pasewang
5	RN2	JL Dg. Pasewang
6	RAR	JL Tj. Alang
7	RAP	JL Rajawali
8	RAJ	JL Tupai
9	RS	JL Garuda
10	RC	JL H. Bau
11	RT	JL Cendrawasih V
12	Rg	JL Alauddin
13	RF	JL Hati Mulia
14	RU	JL Cendrawasih
15	RW	JL Cendrawasih
16	RD	JLCendrawasih
17	RP	JL Syarif Alqadri

Sistem redundancy (stand-by) tidak diterapkan pada implementasi jarlokaf FastLink di STO II Mattoangin, sehingga hubungan antara OLT dan ONU dilakukan tanpa cadangan.

Perangkat FastLink Siemens di STO II Mattoangin Makassar meliputi:

1. OLT (*Optical Line Termination*)

Sistem OLT yang diinstal di lokasi STO II Mattoangin Kandatel Makassar terdiri dari satu rak OLT yang berkapasitas 5 buah shelf OMX16 S, tetapi hanya tiga buah shelf OMX16 S yang terpakai dengan kapasitas masing-masing sebagai berikut;

- a. Shelf OMX 16 S1 untuk 7 link sistem ONU
- b. Shelf OMX 16 S2 untuk 7 link sistem ONU
- c. Shelf OMX 16 S3 untuk 5 link sistem ONU

Dalam setiap OMX16S berisi modul OTRU, modul OTSU, dan modul DSMX34. Semua link sistem yang beroperasi menggunakan sistem operasi tanpa cadangan atau redundancy.

2. ONU (*Optical Network Unit*)

Sistem ONU yang diinstal di area pelayanan STO II Mattoangin kandatel Makassar untuk sebuah ONU terdiri dari satu rak sistem ONU dengan sebuah shelf OMX16S dan dua buah shelf AMXS. OMX16S berisi modul OTRU, modul OTSU, dan modul DSMX34 sedangkan dua AMXS berisi AMX dengan tiga Line Card(LC) dimana setiap LC untuk 10saluran pelanggan , banyaknya LC yang terpasang setiap AMX 12 buah, jadi ada 240 saluran pelanggan. Sistem operasi yang terpasang pada OMX16S adalah sistem tanpa cadangan.

B. Operasi, Pemeliharaan dan Permasalahan

Operasi dan pemeliharaan Jarlokaf dikelola oleh operating system yang dinamakan acces integrator, dimana dalam prakteknya operasi pemeliharaan dilaksanakan secara terpusat.

Berdasarkan data gangguan yang pernah terjadi dan dengan penerapan jarlokaf di STO IIMattoanginKandatelMakassar darisisiteknologi, konfigurasi dan tidak diterapkannyasistem redundancy dapat menyebabkan terjadinya permasalahan sebagai berikut:

1. Jika sebuah fiber putus atau sebuah *Optical Tranceiver Unit* (OTRU) rusak, maka 240 pelanggan tidak berfungsi.
2. Kerusakan battery pada sebuah ONU dapat mengakibatkan hal yang samaseperti diatas.
3. Penanganan gangguan tidak dapat dilakukan dengan segera atau sesaat sejakterjadinya gangguan karena sistem operasi pemeliharaan terpusat.

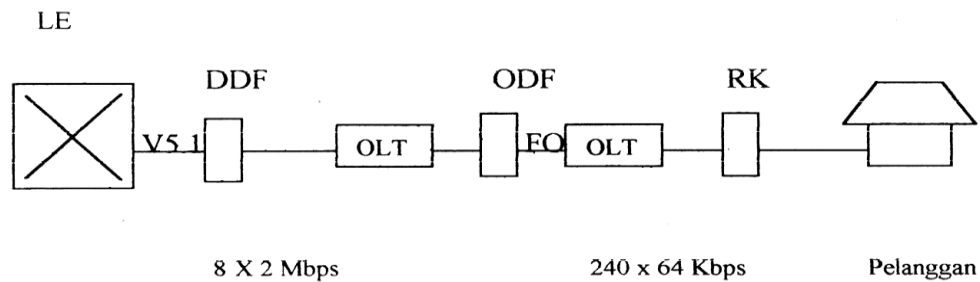
Tiga permasalahan tersebut dapat menurunkan ketersediaan jaringan, dan dapat menurunkan keandalan dari sistem jarlokaf FastLink, sehingga kualitas pelayanan terhadap pelangganpun menurun.

C. Analisis Konfigurasi Sistem Jarlokaf di STO II Mattoangin Makassar

STO II Mattoangin mempunyai modul *Subscriber Line Multiplexer (SLMX)* dimana 30 pelanggan dapat disalurkan oleh sebuah SLMX, yang mempunyai keluaran berupa sinyal listrik 2 Mbps yang diterminasikan di *Digital Distribution Frame (DDF)* untuk dihubungkan ke OLT dengan kabel jumper.

ONU yang terpasang mempunyai kapasitas 240 pelanggan, sehingga setiap ONU memerlukan interkoneksi dengan 8 buah SLMX atau 8x2 Mbps, karena setiap 2 Mbps menyediakan 30 kanal pelanggan, 8x2 Mbps menjadi masukan OLT, pada sebuah modul Digital Signal Multiplexer (DSMX34) yang mempunyai jalan masuk 26x2 Mbps dan keluaran 34 Mbps. Keluaran itu menjadi masukan modul *Optical Tranceiver Unit (OTRU)* untuk selanjutnya di kirim ke ONU dengan kecepatan 36 Mbps optical, tapi sebelumnya keluaran ini diterminasikan dulu pada *Optical Distribution Frame (ODF)* sebelum diterminasikan ke ONU dengan sebuah serat optik.

Sinyal yang dikirim oleh OLT diterima oleh modul yang sama yang terdapat pada ONU yaitu OTRU, keluaran ONU berupa 240x64 Kbps yang diterminasikan ke sebuah Rumah Kabel (RK) dengan menggunakan kabel tembaga untuk didistribusikan ke pelanggan LE.



Gambar 4.2 Interkoneksi Jarlokaf

Konfigurasi Jarlokaf FastLink yang diterapkan di STO II Mattoangin adalah konfigurasi optik single star dengan menggunakan sebuah fiber optik, dimana OLT di sisi sentral terhubung langsung dengan ONU di sisi pelanggan dengan model aplikasi *Fiber To The Zone* (FTTZ) dengan kapasitas ONU 240 saluran sambungan telepon.

Karena hubungan antara OLT dengan ONU menggunakan konfigurasi single star, maka apabila sebuah fiber putus maka hubungan langsung putus. Berbeda dengan konfigurasi ring, fiber optic mempunyai dua jalur sehingga apabila salah satu fiber optik putus maka hubungan antara OLT dan ONU tetap berjalan melalui jalur fiber optik yang satunya. Hal yang sama juga akan terjadi pada sistem yang tidak menggunakan sistem redundancy (cadangan).

D. Data-data Gangguan Jarlokaf Fastlink STO II Mattoangin

Tabel 4.2. Data gangguan OLT Jarlokaf Bulan Pebruari 2014

No	Letak Kerusakan	Waktu mulai gangguan		Waktu selesai gangguan		Total waktu (s)
		Tgl	Jam	Tgl	Jam	
1.	OLT = RT	6-2-14	9.00	6-2-14	11.00	7.200
Total Waktu						7.200

Tabel 4.3. Data Gangguan OLT Jarlokaf Bulan Maret 2014

No	Letak Kerusakan	Waktu mulai gangguan		Waktu selesai gangguan		Total waktu (s)
		Tgl	Jam	Tgl	Jam	
1.	OLT = RS	11-3-14	17.00	11-3-14	17.40	2.400
Total Waktu						2.400

Tabel 4.4. Data Gangguan OLT Jarlokaf Bulan Mei 2014

No	Letak Kerusakan	Waktu mulai gangguan		Waktu selesai gangguan		Total waktu (s)
		Tgl	Jam	Tgl	Jam	
1.	OLT = RS	21-5-14	12.00	21-5-14	12.40	2.400
2.	OLT = RC	22-5-14	9.00	22-5-14	10.00	3.600
3.	OLT = RS	22-5-14	15.45	22-5-14	16.00	900
Total Waktu						6.900

Tabel 4.5. Data Gangguan ONU Jarlokaf Bulan Desember 2013

No	Letak Kerusakan	Waktu mulai gangguan		Waktu selesai gangguan		Total waktu (s)
		Tgl	Jam	Tgl	Jam	
1.	ONU = RS	7-12-13	13.40	7-12-13	14.00	1.200
Total Waktu						1.200

Tabel 4.6. Data Gangguan ONU Jarlokaf Bulan Pebruari 2014

No	Letak Kerusakan	Waktu mulai gangguan		Waktu selesai gangguan		Total waktu (s)
		Tgl	Jam	Tgl	Jam	
1.	ONU = RT	11-2-14	11.00	11-2-14	13-00	7.200
Total Waktu						7.200

Tabel 4.7. Data Gangguan ONU Jariokaf Bulan Maret 2014

No	Letak Kerusakan	Waktu mulai gangguan		Waktu selesai gangguan		Total waktu (s)
		Tgl	Jam	Tgl	Jam	
1.	ONU=RAP	6-3-14	9.00	6-3-14	9.50	3.000
2.	ONU=RT	6-3-14	9.00	6-3-14	15.00	21.600
3.	ONU=RAP	14-3-14	16.00	14-3-14	16.45	2.700
Total Waktu						27.300

Tabel 4.8. Data Gangguan ONU Jariokaf Bulan April 2014

No	Letak Kerusakan	Waktu mulai gangguan		Waktu selesai gangguan		Total waktu (s)
		Tgl	Jam	Tgl	Jam	
1	ONU=RAP	4-04-14	11.30	4-04-14	12.10	2.400
2	ONU=RS	16-04-14	13.00	4-04-14	16.00	10.800
3	ONU=RE1	30-04-14	10.45	30-04-14	11.40	3.300
Total Waktu						16.500

Tabel 4.9. Data Gangguan ONU Jarlokaf Bulan Mei 2014

No	Letak Kerusakan	Waktu mulai gangguan		Waktu selesai gangguan		Total waktu (s)
		Tgl	Jam	Tgl	Jam	
1.	ONU=RC	7-05-14	15.15	7-05-14	16.00	2.700
2.	ONU=RT	8-05-14	10.00	8-05-14	10.30	1.800
3.	ONU=RS	10-05-14	9.30	10-05-14	11.30	5.400
4.	ONU=RS	14-05-14	9.30	14-05-14	11,00	3.600
5.	ONU=RG	15-05-14	8.45	15-05-14	9.30	2.700
6.	ONU=RS	21-05-14	12.00	21-05-14	12.30	1.800
Total Waktu						18.000

Sumber : PT. Telkom, Dinas Pemeliharaan Jaringan tahun 2013-2014

E. Hasil Perhitungan Indeks Keandalan Dengan Menggunakan data Operasi

Kita ketahui bahwa sistem jarlokaf Fastlink Siemens menggunakan peralatan yang terdiri dari dua bagian utama yaitu :

- *Optical line termination* (OLT)
- *Optical Network Unit* (ONU)

Darikeduabagianutama inilah yang akan dihitung keandalannya berdasarkan data-data gangguan yang telah diperoleh selama 6 bulan yang telah ditampilkan pada tabel.

1. Perhitungan Indeks Keandalan OLT

Dalam satu rak OLT di STO Mattoangin Makassar mencatu 17 sistem ONU, sehingga didalam OLT terdapat 17 modul OMX16, dimana 4sistem ONU (RN2,RAJ,RP,dan RD) tidak berfungsi karena rusak dan dua sistem ONU (RE2 dan

RW) belum ada pelanggannya, sehingga jumlah perangkat yang beroperasi adalah 11 sistem baik OLT maupun ONU.

Dari data gangguan yang diperoleh selama 6 bulan, 3 bulan sistem OLT tidak mengalami gangguan /kerusakan ($\lambda t = 0$) yaitu bulan Desember, Januari, dan April sehingga keandalan untuk masing-masing modul yang terdapat pada OLT adalah sama yaitu 100%. Sedangkan untuk bulan Pebruari, Maret dan Mei beberapa modul OLT mengalami kerusakan sehingga indeks keandalannya dapat dihitung.

- Perhitungan untuk bulan Pebruari 2014

Berdasarkan data gangguan hanya ada satu modul yang mengalami kerusakan/gangguan, sedangkan 10 modul lainnya tidak mengalami kerusakan ($\lambda t = 0$) dan keandalan masing-masing modul tersebut adalah 100%. Untuk modul OLT = RT yang mengalami kerusakan

- $T_o = 24 \times 28 \times 3600 = 2419200$
- Laju kegagalan (λ) = 1 gagal/bulan
- Waktu kegagalan (λr) = 7200 dtk/bulan
- Waktu perbaikan (r) = $\frac{\text{waktu kegagalan}}{\text{laju kegagalan}}$

$$= \frac{7200}{1} = 7.200 \text{ dtk}$$

- ketidakterediaan (U)

$$U = \frac{\text{waktu kegagalan } n}{\text{total waktu operasi}}$$

$$= \frac{7200}{2419200}$$

$$= 0,002976190476$$

- % Ketersediaan (A)

$$A = 1 - U$$

$$= 1 - 0,002976190476$$

$$= 0,9970238 \times 100\%$$

$$= 99,70238\%$$

- % Keandalan $R(t) = e^{-\lambda t}$

$$= e^{-(7200/2419200)}$$

$$= 0,997028234 \times 100\%$$

$$= 99,7028234\%$$

Dengan cara yang sama, dapat dihasilkan perhitungan data gangguan yang dapat dilihat pada tabel 4.10, 4.11, dan 4.12.

2. Perhitungan Keandalan Perangkat ONU

Berdasarkan data yang diperoleh selama 6 bulan, hanya 1 bulan (Januari) sistem ONU tidak mengalami gangguan/kerusakan, sehingga keandalan untuk masing-masing modul yang terdapat pada ONU adalah sama yaitu 100 % ($\lambda.t = 0$) sedangkan untuk bulan Desember, Februari, Maret, April dan Mei beberapa modul ONU mengalami kerusakan sehingga indeks keandalannya dapat dihitung.

- Perhitungan untuk bulan Desember 2013

Untuk modul ONU = RS yang mengalami kerusakan

- $t_o = 24 \times 31 \times 3.600 = 2678400$
- Laju kegagalan (λ) = 1 kegagalan/bln
- Waktu kegagalan (λr) = 1.200 dtk/bln

- Waktu perbaikan (r) $= \frac{\text{waktu kegagalan}}{\text{laju kegagalan}}$
 $= \frac{1200}{1}$
 $= 1.200 \text{ dtk}$

- ketidaktersediaan (U)

$$U = \frac{\text{waktu kegagala}}{\text{total waktu operasi}}$$

$$= \frac{1200}{2678400}$$

$$= 0,000448$$

- % ketersediaan (A)

$$A = 1 - U$$

$$= 1 - 0,000448$$

$$= 0,9991039 \times 100\%$$

$$= 99,91039 \%$$

- % keandalan $R(t) = e^{-\lambda t}$
 $= e^{-(1200 / 2678400)}$
 $= 0,9995520717 \times 100\%$
 $= 99,95520717\%$

Dengan cara yang sama, dapat dihasilkan perhitungan data gangguan yang dapat dilihat pada tabel 4.13, 4.14, 4.15, 4.16 dan 4.17.

F. Tabel Analisa Perhitungan Data-Data Gangguan Jarlokaf Fastlink STO II

Mattoangin

Tabel 4.10 Hasil perhitungan OLT Jarlokaf Bulan Pebruari 2014

NO	Letak kerusakan	Waktu Perbaikan (S)	Ketidaktersediaan	Ketersediaan (%)	Keandalan (%)
1	OLT=RT	7.200 dtk	0,002976190476	99,70238	99,7028234

Tabel 4.11 Hasil perhitungan OLT Jarlokaf Bulan Maret 2014

NO	Letak kerusakan	Waktu Perbaikan (S)	Ketidaktersediaan	Ketersediaan (%)	Keandalan (%)
1	OLT=RS	2.400	0,0008961	99,91039	99,9104344

Tabel 4.12 Hasil perhitungan OLT Jarlokaf Bulan Mei 2014

NO	Letak kerusakan	Waktu Perbaikan (S)	Ketidaktersediaan	Ketersediaan (%)	Keandalan (%)
1	OLT=RS	1.650	0,00123207885	99,87679212	99,87686798
2	OLT=RC	3.600	0,001344086	99,8655914	99,86568169

Tabel 4.13 Hasil perhitungan ONU Jarlokaf Bulan Desember 2013

NO	Letak kerusakan	Waktu Perbaikan (S)	Ketidaktersediaan	Ketersediaan (%)	Keandalan (%)
1	ONU=RS	1.200	0,000448	99,91039	99,95520717

Tabel 4.14 Hasil perhitungan ONU Jarlokaf Bulan Pebruari 2014

NO	Letak kerusakan	Waktu Perbaikan (S)	Ketidaktersediaan	Ketersediaan (%)	Keandalan (%)
1	ONU=RT	7.200	0,002976190476	99,70238	99,7028234

Tabel 4.15 Hasil perhitungan ONU Jarlokaf Bulan Maret 2014

NO	Letak kerusakan	Waktu Perbaikan (S)	Ketidaktersediaan	Ketersediaan (%)	Keandalan (%)
1	ONU=RAP	2.850	0,0021281362	99,78718638	99,78741267
2	ONU=RT	21.600	0,0080645161	99,19354839	99,19679148

Tabel 4.16 Hasil perhitungan ONU Jarlokaf Bulan April 2014

NO	Letak kerusakan	Waktu Perbaikan (S)	Ketidaktersediaan	Ketersediaan (%)	Keandalan (%)
1	ONU=RAP	2.400	0,0009259	99,90741	99,90745026
2	ONU=RS	10.800	0,041666667	95,83333333	99,58420018
3	ONU=RE1	3.300	0,001273481481	99,87268519	99,8727662

Tabel 4.17 Hasil perhitungan ONU Jarlokaf Bulan Mei 2014

NO	Letak kerusakan	Waktu Perbaikan (S)	Ketidakterediaan	Ketersediaan (%)	Keandalan (%)
1	ONU=RC	2.700	0,0010080645	99,89919355	99,89924434
2	ONU=RT	1.800	0,000672	99,9328	99,9381828
3	ONU=RS	3.600	0,0040323	99,59677	99,59758606
4	ONU=RG	2.700	0,0010080645	99,89919355	99,89924434

G. Analisis Keandalan jarlokaf FastLink STO II Mattoangin

PT. TELKOM Indonesia sebagai penyedia jasa telekomunikasi, mengharapkan keandalan yang dipersyaratkan oleh PT. TELKOM adalah 99,98%, namun yang ditemukan sering berbeda dengan yang diharapkan. Hal ini disebabkan karena pengontrolan secara terpusat peralatan dan lingkungan. Dibawah ini adalah keandalan total sistem OLT dan ONU selam 6 bulan.

1. Keandalan Total OLT

$$\begin{aligned}
 R(t)_{RT} &= \frac{R(t)_{des} + R(t)_{jan} + R(t)_{Feb} + R(t)_{Mar} + R(t)_{Apr} + R(t)_{Mei}}{6} \\
 &= \frac{100 + 100 + 99,7028234 + 100 + 100 + 100}{6} \\
 &= 99,95047057 \%
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, dapat dihasilkan nilai keandalan untuk modul RS, dan RC yang dapat dilihat pada tabel 4.18. Sedangkan keandalan masing-masing untuk 8 modul OLT lain (RAA, RNI, RAR, RAP, RG, RF dan RU) adalah 100 %.

2. Keandalan Total ONU

$$\begin{aligned}
 R(t)_{RS} &= \frac{R(t)_{des} + R(t)_{jan} + R(t)_{Feb} + R(t)_{Mar} + R(t)_{Apr} + R(t)_{Mei}}{6} \\
 &= \frac{99,95520717 + 100 + 100 + 100 + 99,58420018 + 99,59758606}{6} \\
 &= 99,85616557\%
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, dapat dihasilkan nilai keandalan untuk modul RT, RAP, RE1, RC, RG yang dapat dilihat pada tabel 4.19. Sedangkan 5 modul (RAA, RN1, RAR, RF dan RU) tidak mengalami kerusakan ($\lambda t = 0$), sehingga keandalan total masing-masing modul tersebut adalah 100%.

Jadi keandalan masing-masing sistem Jarlokaf FastLink Siemens STO II Mattoangin dalam pengamatan selama 6 bulan dimana OLT dan ONU terpasang seri adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 R(t)_{RT} &= R(t)_{OLT} \times R(t)_{ONU} \\
 &= 0,9995047057 \times 0,9980629961 \\
 &= 0,9975686612 \times 100\% \\
 &= 99,75686612\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R(t)_{RS} &= R(t)_{OLT} \times R(t)_{ONU} \\
 &= 0,999645504 \times 0,9985616557 \\
 &= 0,9982076696 \times 100\% \\
 &= 99,82076696 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R(t)_{RC} &= R(t)_{OLT} \times R(t)_{ONU} \\
 &= 0,9997761362 \times 0,9998320739 \\
 &= 0,9996082477 \times 100\% \\
 &= 99,96082477 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R(t)_{RAP} &= R(t)_{OLT} \times R(t)_{ONU} \\
 &= 1 \times 0,9994914382 \\
 &= 0,9994914382 \times 100\% \\
 &= 99,94914382 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R(t)_{REI} &= R(t)_{OLT} \times R(t)_{ONU} \\
 &= 1 \times 0,999787995 \\
 &= 0,999787995 \times 100\% \\
 &= 99,9787995 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R(t)_{RG} &= R(t)_{OLT} \times R(t)_{ONU} \\
 &= 1 \times 0,9998320739 \\
 &= 0,9998320739 \times 100 \% \\
 &= 99,98320739 \%
 \end{aligned}$$



Sedangkan untuk 5 modul (RAA, RNI, RAR, RF dan RU) baik OLT maupun ONU tidak mengalami gangguan, sehingga keandalan total dimana OLT dan ONU dipasang secara seri sesuai dengan data yang diperoleh selama 6 bulan adalah 100%.

H. Tabel Keandalan Sistem OLT dan ONU

Tabel 4.18 Keandalan Sistem OLT Bulan Desember 2013 s/d Mei 2014

No	Nama Modul	Bulan						Total
		Desember	Januari	Pebruari	Maret	April	Mei	
1	OLT = RT	100	100	99,7028234	100	100	100	99,95047057
2	OLT = RS	100	100	100	99,9104344	100	99,8768698	99,9645504
3	OLT = RC	100	100	100	100	100	99,86568169	99,97761362

Tabel 4.19 Keandalan Sistem ONU Bulan Desember 2013 s/d Mei 2014

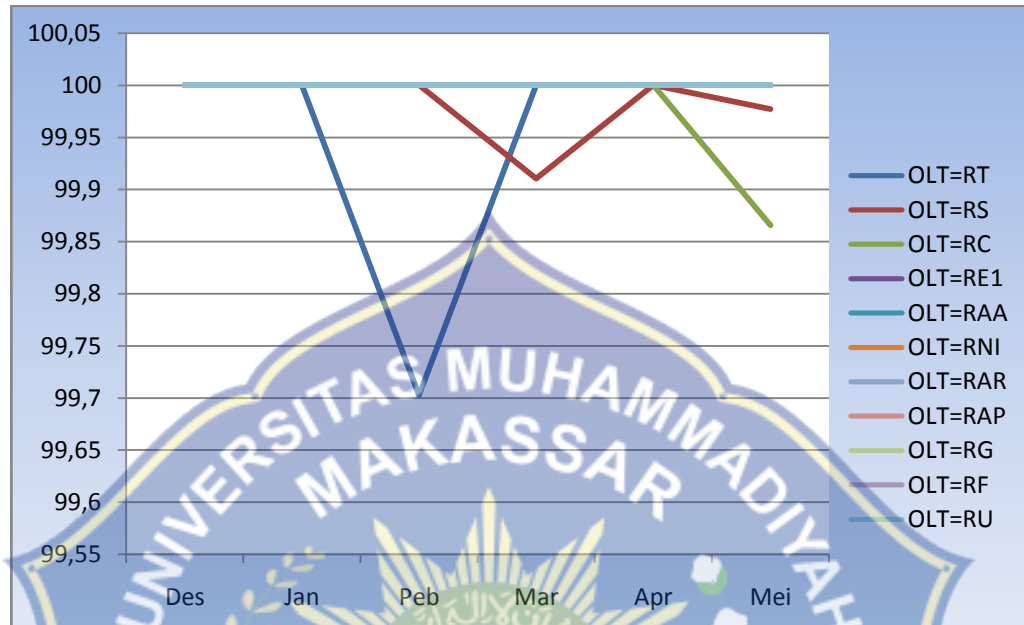
No	Nama Modul	Bulan						Total
		Des	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	
1	ONU = RS	99,95520717	100	100	100	99,58420018	99,59758606	99,85616557
2	ONU = RT	100	100	99,7028234	99,19679148	100	99,9381828	99,80629961
3	ONU = RAP	100	100	1000	99,78741267	99,90745026	100	99,94914382

4	ONU = RE1	100	100	100	100	99,8727662	100	99,978795
5	ONU = RC	100	100	100	100	100	99,89924434	99,98320739
6	ONU = RG	100	100	100	100	100	99,8992433	99,98320739



I. Grafik Keandalan Sistem OLT dan ONU Untuk 6 Bulan

1. Sistem OLT Jarlokaf Bulan Desember 2013 s/d Mei 2014



Gambar 4.3 Grafik Analisa keandalan sistem OLT

Dari hasil analisa sistem OLT selama enam bulan, dapat dilihat keandalan sistem pada grafik diatas yaitu :

- a. Untuk modul OLT=RC pada bulan Desember, Januari, Pebruari, Maret, April tidak mengalami gangguan/kerusakan, sehingga dapat dipastikan pada bulan tersebut keandalan sistem mencapai 100 %. Sedangkan pada bulan Mei, sistem mengalami gangguan/kerusakan, sehingga keandalan sistem menurun hingga 99,86568169 %.
- b. Untuk modul OLT=RS pada bulan Desember, Januari, dan Pebruari tidak mengalami gangguan/kerusakan, sehingga dapat dipastikan pada bulan tersebut keandalan sistem mencapai 100 %. Sedangkan pada bulan Maret, sistem mengalami gangguan/kerusakan sehingga keandalan sistem menurun

hingga 99,9104344 %, dan pada bulan Mei sistem juga mengalami gangguan/kerusakan sehingga keandalan sistem menurun hingga 99,8768698 %.

- c. Untuk modul OLT=RT pada bulan Desember, Januari, Maret, april, Mei sistem tidak mengalami gangguan/kerusakan, sehingga keandalan sistem dapat dipastikan mencapai 100 %. Sedangkan pada bulan Pebruari sistem mengalami gangguan/kerusakan, sehingga keandalan sistem menurun hingga 99,7028234 %.
- d. Untuk modul OLT=RE1, RAA, RNI, RAR, RAP, RG, RF, RU pada bulan Desember 2013 s/d Mei 2014 tidak pernah mengalami gangguan/kerusakan sehingga keandalan sistem dapat dipastikan mencapai 100 %.

2. Sistem ONU Jarlokaf Bulan Desember 2013 s/d Mei 2014



Gambar 4.4 Grafik Keandalan Sistem ONU

Dari hasil analisa sistem ONU selama enam bulan,dapat dilihat keandalan sistem pada grafik diatas yaitu :

- a. Untuk modul ONU=RS pada bulan, Januari, Pebruari, Maret, tidak mengalami gangguan/kerusakan, sehingga dapat dipastikan pada bulan tersebut keandalan sistem mencapai 100 %. Sedangkan pada bulan Desember, April, Mei, sistem mengalami gangguan/kerusakan, sehingga keandalan sistem menurun hingga 99,95520717 %, 99,58420018 %, dan 99,59758606 %.
- b. Untuk modul ONU=RT pada bulan Desember, Januari, dan April tidak mengalami gangguan/kerusakan, sehingga dapat dipastikan pada bulan tersebut keandalan sistem mencapai 100 %. Sedangkan pada bulan Pebruari, Maret, dan Mei sistem mengalami gangguan/kerusakan sehingga keandalan sistem menurun hingga 99,7028234 %, 99,19679148 %, 99,9381828 %.
- c. Untuk modul ONU=RAP pada bulan Desember, Januari, Pebruari, Mei sistem tidak mengalami gangguan/kerusakan, sehingga keandalan sistem dapat dipastikan mencapai 100 %. Sedangkan pada bulan Maret dan April sistem mengalami gangguan/kerusakan, sehingga keandalan sistem menurun hingga 99,78741267 % dan 99,90745026 %.
- d. Untuk modul ONU=RE1 pada bulan Desember, Januari, Pebruari, Maret, dan Mei sistem tidak mengalami gangguan/kerusakan, sehingga keandalan sistem dapat dipastikan mencapai 100 %. Sedangkan pada bulan April sistem mengalami gangguan/kerusakan, sehingga keandalan sistem menurun hingga 99,8727662 %.
- e. Untuk Modul ONU=RC pada bulan Desember, Januari, Pebruari, Maret, April sistem tidak mengalami gangguan/kerusakan, sehingga dapat dipastikan keandalan sistem mencapai 100 %. Sedangkan pada bulan Mei sistem

mengalami gangguan/kerusakan, sehingga keandalan sistem menurun hingga 99,89924434 %.

- f. Untuk Modul ONU=RG pada bulan Desember, Januari, Pebruari, Maret, April sistem tidak mengalami gangguan/kerusakan, sehingga dapat dipastikan keandalan sistem mencapai 100 %. Sedangkan pada bulan Mei sistem mengalami gangguan/kerusakan, sehingga keandalan sistem menurun hingga 99,8992433 %.
- g. Untuk modul ONU= RAA, RNI, RAR, RF, dan RU pada bulan Desember 2013 s/d Mei 2014 tidak pernah mengalami gangguan/kerusakan sehingga keandalan sistem dapat dipastikan mencapai 100 %.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Jaringan Lokal akses fiber optik STO II Mattoangin Makassar pada dasarnya terdiri dari dua bagian utama yaitu :
 - a. Optical Line Termination (OLT) yang terdapat di sisi sentral
 - b. Optical Network Unit (ONU) yang terdapat di sisi pelangganUntuk STO 11 Mattoangin terdapat 17 sistem ONU dan OLT, namun hanya 11 ONU yang beroperasi, karena 4 sistem mengalami kerusakan / tidak berfungsi (RN2, RAJ, RP, dan RD), 2 sistem (RE2 dan RW) belum ada pelanggann. Dalam bagian itu terdapat hal-hal yang mempengaruhi kerja sistem, di mana seluruh bagian mempunyai kemungkinan untuk gagal sehingga akan menyebabkan keandalan sistem.
2. Implementasi sistem jarlokaf FastLink Siemens STO II Mattoangin Makassar menggunakan konfigurasi single star dengan sistem tanpa cadangan (*redundancy*), dengan menggunakan metode transmisi *Wavelength Divition Multiplex* (WDM) sehingga penggunaan fiber optik lebih efisien.
3. Berdasarkan hasil analisa data terdapat beberapa sistem komponen yang mengalami keandalan di bawah standar, sedangkan beberapa komponen lainnya sudah memenuhi standar telah sesuai dengan yang diisyaratkan oleh STO II Mattoangin, di mana untuk komunikasi digital yaitu 99,98 %.

B. Saran

Karena sistem pemeliharaan secara terpusat, maka sebaiknya sistem operasi perangkat FastLink Siemens STO II Mattoangin Makassar dilaksanakan dengan 1+1, sehingga bila terjadi gangguan pada sistem utama, atau persiapan perangkat dilokasi dengan ditunjang sumber daya manusia baik kualitas maupun kuantitas dengan tujuan untuk mempercepat menanggulangi gangguan bila sistem tetap menggunakan operasi 1+0 (tanpa cadangan).



DAFTAR PUSTAKA

Amstadter Baertran L, Realibil Mathematic, 1971. MC Gray Hill Book Companc, New York.

Divlat PT. Telekomunikasi Indonesia, Sistem Komunikasi Serat Optik, Bandung Indonesia, 2013,

Divlat PT. Telekomunikasi Indonesia, Teknologi Jaringan Lokal Akses Fiber Optik, Bandung Indonesia, 2013.

G.C. Loveday, pengujian elektronik dan diagnosa kesalahan, Jakarta 2012.

Keiser Gerd, Optical Fiber Communication, Me Gray Hill International, Singapore, 1984.





LAMPIRAN 1

DATA AWAL

Data gangguan ONU dan OLT pada STO II Mattoangin Periode Desember 2013 s/d Mei 2014PT. Telkom, Dinas Pemeliharaan Jaringan tahun 2013-2014

No	Tgl/Bln/Tahun	Letak Kerusakan	keterangan
1	07-12-2013	ONU = RS	Kerusakan Modul
2	11-02-2014	ONU = RT	Kerusakan Modul
3	06-03-2014	ONU = RAP	Kerusakan Modul
4	06-03-2014	ONU = RT	Kerusakan Modul
5	14-03-2014	ONU = RAP	Kerusakan Modul
6	04-04-2014	ONU = RAP	Kerusakan Modul
7	16-04-2014	ONU = RS	Kerusakan Modul
8	30-04-2014	ONU = RE1	Kerusakan Modul
9	07-05-2014	ONU = RC	Kerusakan Modul
10	08-05-2014	ONU = RT	Kerusakan Modul
11	10-05-2014	ONU = RS	Kerusakan Modul
12	14-05-2014	ONU = RS	Kerusakan Modul
13	15-05-2014	ONU = RG	Kerusakan Modul
14	21-05-2014	ONU = RS	Kerusakan Modul
15	06-02-2014	OLT = RT	Kerusakan Modul
16	11-03-2014	OLT = RS	Kerusakan Modul
17	21-05-2014	OLT = RS	Kerusakan Modul
18	22-05-2014	OLT = RC	Kerusakan Modul
29	22-05-2014	OLT = RS	Kerusakan Modul

Data gangguan OLT Jarlokaf Bulan Pebruari 2014

No	Letak Kerusakan	Waktu mulai gangguan		Waktu selesai gangguan		Total waktu (s)
		Tgl	Jam	Tgl	Jam	
1.	OLT = RT	6-2-14	9.00	6-2-14	11.00	7.200
Total Waktu						7.200

Data Gangguan OLT Jarlokaf Bulan Maret 2014

No	Letak Kerusakan	Waktu mulai gangguan		Waktu selesai gangguan		Total waktu (s)
		Tgl	Jam	Tgl	Jam	
1.	OLT = RS	11-3-14	17.00	11-3-14	17.40	2.400
Total Waktu						2.400

Data Gangguan OLT Jarlokaf Bulan Mei 2014

No	Letak Kerusakan	Waktu mulai gangguan		Waktu selesai gangguan		Total waktu (s)
		Tgl	Jam	Tgl	Jam	
1.	OLT = RS	21-5-14	12.00	21-5-14	12.40	2.400
2.	OLT = RC	22-5-14	9.00	22-5-14	10.00	3.600
3.	OLT = RS	22-5-14	15.45	22-5-14	16.00	900
Total Waktu						6.900

Data Gangguan ONU Jarlokaf Bulan Desember 2013

No	Letak Kerusakan	Waktu mulai gangguan		Waktu selesai gangguan		Total waktu (s)
		Tgl	Jam	Tgl	Jam	
1.	ONU = RS	7-12-13	13.40	7-12-13	14.00	1.200
Total Waktu						1.200

Data Gangguan ONU Jarlokaf Bulan Pebruari 2014

No	Letak Kerusakan	Waktu mulai gangguan		Waktu selesai gangguan		Total waktu (s)
		Tgl	Jam	Tgl	Jam	
1.	ONU = RT	11-2-14	11.00	11-2-14	13-00	7.200
Total Waktu						7.200

Data Gangguan ONU Jariokaf Bulan Maret 2014

No	Letak Kerusakan	Waktu mulai gangguan		Waktu selesai gangguan		Total waktu (s)
		Tgl	Jam	Tgl	Jam	
1.	ONU=RAP	6-3-14	9.00	6-3-14	9.50	3.000
2.	ONU=RT	6-3-14	9.00	6-3-14	15.00	21.600
3.	ONU=RAP	14-3-14	16.00	14-3-14	16.45	2.700
Total Waktu						27.300

Data Gangguan ONU Jariokaf Bulan April 2014

No	Letak Kerusakan	Waktu mulai gangguan		Waktu selesai gangguan		Total waktu (s)
		Tgl	Jam	Tgl	Jam	
1	ONU=RAP	4-04-14	11.30	4-04-14	12.10	2.400
2	ONU=RS	16-04-14	13.00	4-04-14	16.00	10.800
3	ONU=RE1	30-04-14	10.45	30-04-14	11.40	3.300
Total Waktu						16.500

Data Gangguan ONU Jarlokaf Bulan Mei 2014

No	Letak Kerusakan	Waktu mulai gangguan		Waktu selesai gangguan		Total waktu (s)
		Tgl	Jam	Tgl	Jam	
1.	ONU=RC	7-05-14	15.15	7-05-14	16.00	2.700
2.	ONU=RT	8-05-14	10.00	8-05-14	10.30	1.800
3.	ONU=RS	10-05-14	9.30	10-05-14	11.30	5.400
4.	ONU=RS	14-05-14	9.30	14-05-14	11.00	3.600
5.	ONU=RG	15-05-14	8.45	15-05-14	9.30	2.700
6.	ONU=RS	21-05-14	12.00	21-05-14	12.30	1.800
Total Waktu						18.000

Nama dan Lokasi ONU dan OLT

No	Nama ONU dan OLT	Lokasi
1	RE1	JL Cendrawasih
2	RE2	JL Cedrawasih
3	RAA	JL Muh. Tahir
4	RN1	JL Dg . Pasewang
5	RN2	JL Dg. Pasewang
6	RAR	JL Tj. Alang
7	RAP	JL Rajawali
8	RAJ	JL Tupai
9	RS	JL Garuda
10	RC	JL H. Bau
11	RT	JL Cendrawasih V
12	Rg	JL Alauddin
13	RF	JL Hati Mulia
14	RU	JL Cendrawasih
15	RW	JL Cendrawasih
16	RD	JLCendrawasih
17	RP	JL Syarif Alqadri

LAMPIRAN 2

FOTO MODUL





Gambar 1



Gambar 2