

**SKRIPSI**

**ANALISIS REDAMAN *OPTICAL DISTRIBUTION CABINET* (ODC)  
MENUJU *OPTICAL DISTRIBUTION POINT* (ODP) MENGGUNAKAN  
METODE LINK POWER BUDGET**



**DEWI ANNIIZAH ARHAM**

**105 82 1510 14**

**NURUL AMIRAH SYARIF**

**105 82 1404 14**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**2018**



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

## **FAKULTAS TEKNIK**

**GEDUNG MENARA IQRA LT. III**

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), email : [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### **HALAMAN PERSETUJUAN**

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

Judul Skripsi : **ANALISIS REDAMAN OPTICAL DISTRIBUTION CABINET MENUJU OPTICAL DISTRIBUTION POINT MENGGUNAKAN METODE LINK POWER BUDGET**

NAMA : 1. DEWI ANNIZAH ARHAM  
2. NURUL AMIRAH SYARIF

STAMBUK : 1. 105 82 1510 14  
2. 105 82 1404 14

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Dr. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

Pembimbing II

Rahmania, ST., MT

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Umar Katu, ST., MT

NBM : 990410





بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**PENGESAHAN**

Skripsi atas nama **DEWI ANNIZAH ARHAM** dengan nomor induk Mahasiswa 10582151014 dan **NURUL AMIRAH SYARIF** dengan nomor induk Mahasiswa 10582140414, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0005/SK-Y/20201/091004/2018, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Kamis tanggal 31 Mei 2018.

Makassar, 15 Ramadhan 1439 H  
31 Mei 2018 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Abd. Rahman Rahim, SE.,MM

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, M.T

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

b. Sekretaris : Anugrah, ST.,MM

3. Anggota

1. Andi Faharuddin, ST.,MT

2. Rossy Timur Wahyuningsih, ST.,MT

3. Suryani, ST.,MT

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

Pembimbing II

Rahmania, ST.,MT

Dekan  
  
Ir. Hamzah Al Imran, ST.,MT  
NBM : 855 500

## KATA PENGANTAR



*Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Analisis Redaman Optical Distribution Cabinet (ODC) Menuju Optical Distribution Point (ODP) Menggunakan Metode Link Power Budget**”. Tidak lupa pula penulis tuturkan shalawat serta salam kepada junjungan kita baginda Muhammad SAW., yang telah memberi suri tauladan atas umatnya.

Skripsi ini disusun guna melengkapi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Skripsi ini dibuat berdasarkan pada data yang penulis peroleh selama melakukan penelitian, baik data yang diperoleh dari studi literatur, hasil percobaan maupun hasil bimbingan dari dosen pembimbing.

Penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini, tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan begitu banyak berkah kepada penulis.
2. Kedua orang tua dari masing-masing penulis serta keluarga yang telah memberikan bantuan baik berupa moril maupun materil.
3. Bapak Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

4. Bapak Dr. Umar Katu, S.T., M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Bapak Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng. selaku Pembimbing I dan Ibu Rahmania, S.T., M.T. selaku Pembimbing II yang telah memberikan waktu, arahan serta ilmunya selama membimbing penulis.
6. Para Dosen dan Staff yang telah membantu penulis selama melakukan studi di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
7. Saudara-saudara serta rekan-rekan Vektor 2014 dan terkhususnya kelas Teknik Telekomunikasi yang telah banyak membantu penulis selama menyelesaikan studi dan skripsi ini.

Akhir kata penulis sampaikan pula harapan semoga Skripsi ini dapat memberi manfaat yang cukup berarti khususnya bagi penulis dan bagi pembaca pada umumnya. Semoga Allah SWT senantiasa selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Amiin.

*Billahi Fi Sabilil Haq Fastabiqul Khairat*

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Makassar, Mei 2018

Penulis

# ANALISIS REDAMAN OPTICAL (ODC) DISTRIBUTION CABINET MENUJU (ODP) OPTICAL DISTRIBUTION POINT MENGGUNAKAN METODE LINK POWER BUDGET

Dewi anniizah arham<sup>1</sup>, Nurul Amirah Syarif<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah  
Makassar

E-mail: <sup>1</sup>[chikoarham23@gmail.com](mailto:chikoarham23@gmail.com), <sup>2</sup>[amirah.syarif@yahoo.com](mailto:amirah.syarif@yahoo.com)

## ABSTRAK

Abstrak; Dewi Anniizah Arham, Nurul Amirah Syarif; (2018); Kebutuhan komunikasi berkecepatan tinggi dan berkapasitas besar dalam bidang telekomunikasi saat ini sangat besar dan mendukung perkembangan teknologi informasi yang semakin berkembang di jaman masyarakat modern ini serta teknologi telekomunikasi merupakan titik tolak dan potensi besar untuk meningkatkan dan mewujudkan berbagai jenis pelayanan komunikasi yang lebih canggih dengan akses yang cepat dan murah. Penelitian ini membahas tentang penerapan kabel serat optik sebagai media transmisi dalam dunia telekomunikasi merupakan salah satu solusi untuk mendapatkan internet dengan akses yang mudah dan terjangkau namun, ada beberapa kekurangan seperti besarnya suatu redaman serat optik yang mempengaruhi kualitas jaringan dimana untuk mengetahui besarnya redaman sistem serat optik dapat dilakukan dengan cara pengukuran secara langsung menggunakan *Optical Power Meter (OPM)* dan perhitungan menggunakan metode *Link Power Budget*. Penelitian ini juga memberikan solusi untuk mengetahui besarnya suatu redaman sistem kinerja serat optik dimana hasil total dari pengukuran dan perhitungan akan dibandingkan apakah telah sesuai dengan standar *International Telecommunication Union (ITU)*.

Kata Kunci: Serat Optik, Redaman, ODC, ODP, OPM, Link Power Budget.



ANALYSIS OF OPTICAL REDAMAN (ODC) DISTRIBUTION CABINET  
TOWARD (ODP) OPTICAL DISTRIBUTION POINT USING LINK POWER  
BUDGET METHOD

Dewi anniizah arham<sup>1</sup>, Nurul Amirah Syarif<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Department of Electrical Engineering Faculty of Engineering Muhammadiyah  
University of Makassar

E-mail: <sup>1</sup>[chikoarham23@gmail.com](mailto:chikoarham23@gmail.com), <sup>2</sup>[amirah.syarif@yahoo.com](mailto:amirah.syarif@yahoo.com)

ABSTRACT

Abstract; Dewi Anniizah Arham, Nurul Amirah Syarif; (2018); The need for high-speed communication and large capacity in the field of telecommunications is currently very large and support the development of information technology is growing in this modern society and telecommunications technology is a starting point and great potential to improve and realize various types of more sophisticated communication services with fast access and cheap. This study discusses the application of fiber optic cable as a transmission medium in the world of telecommunication is one solution to get internet with easy access and affordable but, there are some drawbacks such as the amount of optical fiber attenuation that affect the quality of network where to know the amount of fiber optic system attenuation can be done by measurement directly using Optical Power Meter (OPM) and calculation using Link Power Budget method. The study also provides a solution to determine the magnitude of a fiber optic performance damping system in which the total results of measurement and computation will be compared whether it is in conformity with standart of the International Telecommunication Union (ITU).

Keywords: Optical Fiber, Damping, ODC, ODP, OPM, Power Link Budget.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Batasan Masalah .....	4
E. Manfaat Penelitian .....	4
F. Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
A. Fiber Optik .....	6
1. Bagian Serat Optik .....	7
2. Karakteristik Mekanis Kabel Optik .....	8



B. Cara Kerja Transmisi Optik .....	9
1. Transimisi Cahaya pada Serat Optik .....	9
2. Indeks Bias .....	10
3. Sistem Relay Serat Optik .....	10
4. Konsep Kerugian dalam Serat Optik .....	14
5. Lebar Jalur Serat Optik .....	15
C. <i>Fiber To The Home</i> (FTTH) .....	16
D. <i>Optical Distribution Cabinet</i> (ODC) .....	18
E. <i>Optical Distribution Point</i> (ODP) .....	19
1. ODP Tipe <i>Wall</i> atau <i>On Pole</i> .....	19
2. ODP Tipe <i>Pedestal</i> .....	20
3. ODP Tipe <i>Closure</i> .....	20
F. Redaman Serat Optik.....	21
1. Faktor Instrinsik .....	22
2. Faktor Ekstrinsik .....	22
G. <i>Link Power Budget</i> .....	23
H. <i>Power Meter</i> .....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	27
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	27
B. Teknik Pengumpulan Data .....	27
C. Alat dan Bahan .....	28
D. Diagram Alir Penelitian .....	28

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	31
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	31
B. Topologi ODC menuju ODP .....	31
C. Hasil Pengukuran Redaman Menggunakan Power Meter .....	32
D. Hasil Perhitungan menggunakan <i>Link Power Budget</i> .....	33
E. Pembahasan .....	35
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	38
A. Kesimpulan .....	38
B. Saran .....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>xv</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
2.1	Struktur Dasar Kabel Serat Optik (Fazar Guntara Praja : 2013)	7
2.2	<i>Network FTTH</i>	17
2.3	<i>Optical Distribution Cabinet (ODC)</i> (PT. Telkom Kantor STO Panakukkang)	18
2.4	ODP Tipe <i>Wall / On Pole</i> (PT. Telkom Kantor STO Panakukkang)	20
2.5	ODP Tipe <i>Pedestal</i> (PT. Telkom Kantor STO Panakukkang)	20
2.6	ODP Tipe <i>Closure</i> (PT. Telkom Kantor STO Panakukkang)	21
3.1	Kerangka Pikir Penelitian	28
4.2	Topologi ODC Menuju ODP	31

## DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
4.1	Hasil Pengukuran Redaman Menggunakan Power Meter	32
4.2	Hasil perhitungan menggunakan <i>Link Power Budget</i>	32
4.3	Perbandingan Nilai Redaman	35
4.4	Perhitungan Metode Link Power Budget Menurut Standar Redaman	35



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
1	Gambar Lampiran 1. Proses Pengambilan Data di ODC	40
2	Gambar Lampiran 2. ODC-MAT FAR / ODP-MAT-FAR/061	40
3	Gambar Lampiran 2. ODC-MAT FAR / ODP-MAT-FAR/060	41
4	Gambar Lampiran 2. ODC-MAT FAR / ODP-MAT-FAR/059	41
5	Gambar Lampiran 2. ODC-MAT FAR / ODP-MAT-FAR/058	42
6	Gambar Lampiran 2. ODC-MAT FAR / ODP-MAT-FAR/057	42
7	Hasil Pengukuran Menggunakan <i>Power Meter</i>	43
8	Hasil Perhitungan Menggunakan Metode <i>Link Power Budget</i>	44

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kebutuhan komunikasi berkecepatan tinggi dan berkapasitas besar dalam bidang telekomunikasi saat ini sangat besar dan mendukung perkembangan teknologi informasi yang semakin berkembang di jaman masyarakat modern ini. Kemajuan perekonomian serta berkembangnya teknologi telekomunikasi merupakan titik tolak dan potensi besar untuk dapat meningkatkan dan mewujudkan berbagai jenis pelayanan komunikasi yang lebih canggih dengan akses yang cepat dan murah. Penerapan kabel serat optik sebagai media transmisi dalam dunia telekomunikasi merupakan salah satu solusi dari berbagai permasalahan diatas. Serat optik sebagai media transmisi mampu meningkatkan pelayanan sistem komunikasi data, suara, dan video seperti peningkatan jumlah kanal yang tersedia, tersedianya *bandwidth* yang besar, kemampuan mengirim data dengan kecepatan yang tinggi, terjaminnya kerahasiaan data yang dikirimkan, dan tidak terganggu oleh pengaruh gelombang elektromagnetik, petir dan cuaca. Akan tetapi pada saat serat optik dipilih sebagai media transmisi, maka perlu dilakukan suatu perhitungan dan analisis *power link budget* sebelum serat optik digunakan dalam sebuah jaringan telekomunikasi agar suatu sistem komunikasi optik dapat berjalan dengan lancar dan baik, seperti adanya rugi-rugi transmisi (*loss*) pada kabel serat optik yang dapat menurunkan kualitas transmisi. Hal ini sangat penting dilakukan untuk mengetahui kualitas suatu jaringan, biaya, dan prediksi lamanya usia suatu jaringan telekomunikasi serta mengetahui kelayakan suatu jaringan

dalam mengirim informasi. Serat optik suatu alat media komunikasi yang berguna untuk mentransmisikan informasi melalui media cahaya. Teknologi ini melakukan perubahan sinyal listrik kedalam sinyal cahaya yang kemudian disalurkan melalui serat optik dan selanjutnya di konversi kembali menjadi sinyal listrik pada bagian penerima.

*Fiber To The Home* (FTTH) suatu teknologi arsitektur jaringan akses yang menggunakan serat optik sebagai media utamanya sampai dengan pelanggan. Dengan penggunaan serat optik sebagai media utamanya, teknologi FTTH ini mempunyai beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan teknologi jaringan yang masih menggunakan kabel tembaga atau bahkan teknologi *wireless*. Instalasi teknologi FTTH akan mengembangkan industri multimedia, untuk kemudian FTTH akan ada kemungkinan untuk menyampaikan layanan multimedia seperti HDTV, *download* musik dan video. Ini akan mempunyai dampak yang besar dalam dunia ekonomi dan akan menyaksikan bentuk baru yang muncul dari dunia bisnis dalam sektor teknologi. Juga operator jaringan akan menghasilkan keuntungan baru untuk meningkatkan transfer data, dan dapat menutupi biaya instalasi dari jaringan FTTH.

*Power budget* digunakan untuk suatu hal yang sangat menentukan apakah suatu sistem komunikasi optik dapat berjalan dengan baik atau tidak. Karena *power budget* menjamin agar penerima dapat menerima daya optik sinyal yang diperlukan untuk mendapatkan *bit error rate* (BER) yang diinginkan. Perhitungan dan analisis *power budget* merupakan salah satu metode untuk mengetahui performansi suatu jaringan. Hal ini di karenakan metode ini dapat digunakan untuk melihat kelayakan

suatu jaringan untuk mengirimkan sinyal dari pengirim sampai ke penerima atau dari *Central Office Terminal (COT)* sampai ke *Remote Terminal (RT)*. Tujuan dilakukannya perhitungan *power budget* adalah untuk menentukan apakah komponen dan parameter desain yang dipilih dapat menghasilkan daya sinyal di penerima sesuai dengan tuntutan persyaratan performansi yang di inginkan.

Permasalahan redaman dan daya optik juga mempunyai hubungan dengan perencanaan pemasangan instalasi sistem komunikasi kabel serat optik ketika sistem tersebut mengalami gangguan disepanjang kabel serat optik, dalam hal ini terjadi pada PT. Telkom, dari data redaman dan daya yang terjadi di PT. Telkom, maka dilakukan perhitungan dan pengukuran untuk mengetahui kinerja sistem komunikasi serat optik yang di akibatkan oleh redaman dan daya yang bekerja di sepanjang kabel serat optik.

## **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana nilai redaman pada kabel serat optik dengan menggunakan *Power Meter* dan Metode *Link Power Budget*
2. Bagaimana perbandingan redaman antara hasil perhitungan *Link Power Budget* dan dengan menggunakan *Power Meter*



### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengukur besarnya redaman pada jaringan *Optical Distribution Cabinet* (ODC) menuju *Optical Distribution Point* (ODP) pada transmisi serat optik dengan menggunakan *Power Meter* dan dengan menggunakan metode *Link Power Budget*.
2. Untuk membandingkan hasil pengukuran redaman dengan menggunakan *Power Meter* dan dengan menggunakan metode *Link Power Budget*.

### **D. Batasan Masalah**

Untuk menghindari pembahasan yang meluas maka penulis akan membatasi masalah yang akan dianalisis yaitu :

1. Hanya menganalisa 5 *Optical Distribution Point*
2. Hanya menganalisa *Optical Distribution Point* tipe Closure

### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui *power* yang sampai pada user yang sesuai dengan standar PT. TELKOM Kantor STO Panakukkang
2. Mengetahui perbandingan hasil pengukuran redaman dengan menggunakan *Power Meter* dan dengan menggunakan metode *Link Power Budget* dari *Optical Distribution Cabinet* (ODC) menuju *Optical Distribution Point* (ODP).

## **F. Sistematika Penulisan**

Secara garis besar penyusunan proposal skripsi ini adalah sebagai berikut:

### **BAB 1. PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penulisan juga sistematika penulisan yang digunakan. Bab ini diharapkan dapat memberi gambaran awal tentang studi analisis yang akan dilakukan ini.

### **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi penjelasan tentang konsep dasar nilai redaman dari jaringan *Fiber To The Home* (FTTH)

### **BAB 3. METODELOGI PENELITIAN**

Menjelaskan tentang metode kajian yang digunakan dalam melakukan penelitian dan menyelesaikan skripsi. Agar lebih sistematis, bab metodologi penelitian meliputi:

1. Waktu dan tempat penelitian
2. Teknik pengumpulan data
3. Alat dan bahan
4. Diagram Alir Penelitian

### **BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berisi hasil penelitian dan analisa hasil penelitian.

### **BAB 5. PENUTUP**

Berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulis.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Fiber Optik**

Fiber optik adalah kaca dan tabung plastik yang mampu mentransmisikan cahaya, kemudian diubah menjadi suara, pidato atau informasi. Fiber optik yang terdiri bidang yang berhubungan dengan studi dan penerapan teknologi fiber optik. Kabel fiber optik juga dikenal sebagai kabel fiber optik. Kabel ini menggunakan pulsa cahaya untuk membawa dan mengirimkan data dari titik ke titik. Kabel fiber optik dapat mengirimkan data dan sinyal pada *bandwidth* yang lebih tinggi dan pada kecepatan yang lebih cepat dari tembaga tradisional atau jalur kabel aluminium. Hal ini dapat digunakan dalam berbagai aplikasi transmisi data.

Sulit untuk mengatakan kapan tepatnya kabel fiber optik modern pertama ada dan siapa penemu fiber optik. Apa yang diketahui, pasti, adalah bahwa demonstrasi pertama dari pembiasan cahaya dipandu dilakukan oleh *Jacques Babinet* dan *Daniel Colladon* pada 1840. Demonstrasi ini memberikan dasar yang semua prinsip kemudian fiber optik akan dibangun.

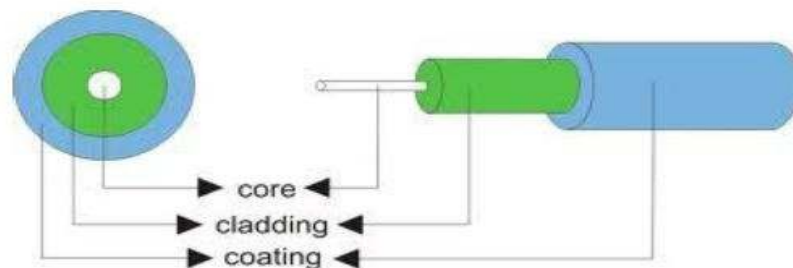
Fungsi fiber optik dimaksudkan untuk mengarahkan gelombang cahaya dalam satu arah melalui proses pembiasan cahaya. Pada dasarnya, kabel fiber optik mengirimkan gelombang cahaya dari satu titik fisik yang lain dengan menangkap cahaya dalam kabel dan memantulkannya kembali ke dalam setiap kali cahaya tersebut mencoba untuk melarikan diri. Hal ini membuat fiber optik kabel semacam seperti

sebuah prisma dari mana gelombang cahaya tidak dapat melarikan diri. Satu-satunya tempat untuk gelombang cahaya untuk pergi, maka adalah ujung dari kabel fiber optik.

Prinsip kerja dari serat optik ini adalah sinyal awal/*source* yang berbentuk sinyal listrik ini pada transmitter diubah oleh *transducer elektrooptik* (Dioda/Laser Dioda) menjadi gelombang cahaya yang kemudian ditransmisikan melalui kabel serat optik menuju penerima/*receiver* yang terletak pada ujung lainnya dari serat optik, pada penerima/*receiver* sinyal optik ini diubah oleh *transducer Optoelektronik* (*Photo Dioda/Avalanche Photo Dioda*) menjadi sinyal listrik kembali. Dalam perjalanan sinyal optik dari transmitter menuju receiver akan terjadi redaman cahaya di sepanjang kabel optik, sambungan-sambungan kabel dan konektor-konektor di perangkatnya, oleh karena itu jika jarak transmisi jauh maka diperlukan sebuah atau beberapa *repeater* yang berfungsi untuk memperkuat gelombang cahaya yang telah mengalami redaman sepanjang perjalanannya.

### 1. Bagian Serat Optik

Serat optik terdiri dari tiga bagian utama, yaitu : *core*, *cladding*, dan *coating*.



Gambar 2.1 Struktur Dasar Kabel Serat Optik

(Sumber : Fazar Guntara Praja : 2013)



a) *Core*

*Core* merupakan bagian inti dari serat optik, yang berdiameter 2 – 125  $\mu\text{m}$ . Gelombang cahaya yang dikirimkan akan merambat dan mempunyai indeks bias lebih besar dari lapisan kedua. *Core* terbuat dari bahan kuarsa atau *silica* yang sangat berkualitas dan bebas air.

b) *Cladding*

*Cladding* merupakan lapisan kedua dari serat optik, bagian ini mengelilingi bagian inti dan mempunyai indeks bias lebih kecil dibandingkan dengan bagian inti. *Cladding* mempunyai diameter sekitar 5 – 250  $\mu\text{m}$ .

c) *Coating*

*Coating* berfungsi sebagai pelindung *core* dan *cladding* dari tekanan fisik. *Coating* tidak berpengaruh dalam perambatan cahaya

2. Karakteristik Mekanis Kabel Optik

Karakteristik mekanis pada kabel optik yaitu :

a) *Fibre Bending* (Tekukan Serat)

Tekukan serat yang berlebihan (terlalu kecil) dapat mengakibatkan bertambahnya *optical loss*.

b) *Cable Bending* (Tekukan Kabel)

Tekukan kabel pada saat instalasi harus di jaga agar tidak terlalu kecil, karena hal ini dapat merusak serat sehingga menambah *optical loss*.

c) *Tensile Strength*

*Tensile strength* yang berlebihan dapat merusakkan kabel atau serat.

d) *Crush*

*Crush* atau tekanan yang berlebihan dapat mengakibatkan serat retak/patah, sehingga dapat menaikkan *optical loss*.

e) *Impact*

*Impact* adalah beban dengan berat tertentu yang dijatuhkan dan mengenai kabel optik. Berat beban yang berlebihan dapat mengakibatkan serat retak / patah, sehingga dapat menaikkan *optical loss*.

f) *Cable Torsion*

Torsi yang diberikan kepada kabel dapat merusak selubung kabel dan serat.

## **B. Cara Kerja Serat Transmisi Optik**

Ada beberapa cara kerja sistem transmisi serat optik yang akan dijelaskan, diantaranya pengiriman data dengan media cahaya, sistem relay, konsep kerugian, dan lebar jalur pada serat optik.

### **1. Transmisi Cahaya pada Serat Optik**

Jika cahaya hendak dipancarkan ke sasaran yang lurus, hal itu dapat dilakukan dengan menyorotkan cahaya ke sasaran yang dituju karena cahaya merambat lurus. Tetapi bagaimana jika cahaya hendak dipancarkan melalui daerah yang berbelok-belok ataupun berupa lintasan yang rumit, seperti di bawah tanah atau lubang yang kecil. Untuk mengatasi hal ini maka diperlukan suatu sistem yang bekerja seperti cermin tetapi memiliki efisiensi tinggi. Sistem pemantulan inilah yang merupakan prinsip dasar serat optik. Serat optik akan mengirimkan data dengan media cahaya dalam serat

optik yang merambat melewati inti dengan pemantulan (memantul dari dinding pembungkus atau *cladding*) yang tetap. Prinsip ini disebut total pantulan internal. Karena *cladding* tidak menyerap cahaya dari inti maka cahaya dapat melintasi jarak yang cukup jauh. Walaupun begitu ada beberapa cahaya yang mengalami kerugian (*loss*) ketika merambat dalam serat. Hal itu disebabkan karena pengotoran atau ketidakmurnian kaca. Besarnya kerugian cahaya tergantung kemurnian kaca dan panjang gelombang cahaya yang ditransmisikan.

## 2. Indeks Bias

Ketika cahaya merambat di dalam suatu bahan yang jernih, kecepatannya akan turun sebesar suatu faktor yang ditentukan oleh karakteristik bahan yang dinamakan indeks bias. Dengan kata lain indeks bias adalah perbandingan antara kecepatan cahaya di ruang hampa dengan kecepatan cahaya di dalam bahan. Sebagian besar bahan yang digunakan untuk membuat serat optik memiliki nilai indeks bias sekitar 1,5.

Karena indeks bias sebenarnya merupakan nilai perbandingan (*rasio*) antara kecepatan cahaya di dalam ruang hampa terhadap kecepatan cahaya di dalam bahan, maka besaran indeks bias tidak memiliki satuan. Dengan indeks bias berperan sebagai faktor pembagi dalam menentukan kecepatan cahaya di dalam suatu bahan, hal ini berarti bahwa semakin rendah nilai indeks bias maka semakin tinggi kecepatan cahaya di dalam bahan terkait.

## 3. Sistem Relay Serat Optik

Sistem relay serat optik terdiri dari *transmitter* (membuat dan menulis dalam sandi sinyal cahaya), serat optik (menghubungkan sinyal cahaya), regenerator optik

(diperlukan untuk menaikkan sinyal jika serat digunakan pada jarak yang jauh) dan *receiver* optik (menerima dan menguraikan sandi sinyal cahaya).

a) *Transmitter*

*Transmitter* berfungsi untuk menerima dan mengarahkan cahaya melalui peralatan optikal kemudian dirubah ke dalam rangkaian yang benar. Secara fisik *transmitter* mirip dengan serat optik dan biasanya mempunyai lensa untuk memfokuskan cahaya ke dalam serat.

Pada dasarnya *transmitter* mengubah input sinyal listrik ke dalam modulasi cahaya untuk transmisi serat optik. Bergantung pada kealamian sinyal, hasil cahaya termodulasi mungkin akan berjalan *on-off* atau linier dengan intensitas bervariasi. Peralatan yang paling sering digunakan sebagai sumber cahaya *transmitter* adalah *Light Emitting Diode* (LED) dan *Laser Diode* (LD).

b) Konektor

Konektor adalah peralatan mekanik yang ditempatkan di ujung akhir kabel serat optik, sumber cahaya, *receiver*, atau kerangka mesin. Pada *transmitter* menyediakan informasi cahaya penjurur (*bearing light*) dari kabel serat optik melalui konektor. Konektor harus mengarahkan dan mengumpulkan cahaya. Konektor juga harus dapat dipasang dan dilepas dengan mudah dari peralatan. Hal ini merupakan titik kunci. Konektor dapat dibongkar-pasang. Dengan *fitur* ini konektor menjadi berbeda dengan sambungan (*splice*).

Untuk memastikan didapatkannya rugi yang rendah, konektor harus menghilangkan efek-efek pergeseran sudut dan lateral dan juga menjaga bahwa kedua

ujung fiber akan saling menutup dengan sempurna. Berbagai macam rancangan telah digunakan untuk membuat konektor-konektor semacam ini, di mana sebagian adalah lebih berhasil dari pada yang lain. Konektor optik merupakan salah satu perlengkapan kabel serat optik yang berfungsi sebagai penghubung serat.

Konektor ini mirip dengan konektor listrik dalam hal fungsi dan tampilan luar tetapi konektor pada serat optik memiliki ketelitian yang lebih tinggi. Konektor menandai sebuah tempat dalam sambungan data serat optik setempat dimana daya sinyal dapat hilang dan *Bit Error Rate* (BER) atau keandalan dapat dipengaruhi oleh koneksi mekanik.

c) Penyambungan (*Splicing*)

Sambungan (*splice*) adalah peralatan untuk menghubungkan satu kabel serat optik dengan yang lainnya secara permanen. *Splice* merupakan perlengkapan tetap yang menyambung konektor. Meskipun demikian beberapa penjual (*vendor*) menawarkan penyambungan yang dapat terhubung secara tidak permanen sehingga dapat diputus untuk perbaikan atau penyusunan kembali. Istilah sambungan ini dapat membingungkan. Kabel serat optik mungkin mempunyai sambungan bersama untuk sejumlah alasan. Salah satunya adalah untuk mendapatkan sambungan panjang partikular. Penginstal jaringan kerja mungkin mempunyai penemuan *inventaris* beberapa kabel serat optik, tetapi tidak ada yang cukup panjang untuk memuaskan permintaan panjang sambungan. Hal ini terjadi karena pabrik kabel hanya menawarkan kabel dengan panjang terbatas. Biasanya 1 km sampai 6 km. penginstalan sambungan 10 km dapat dikerjakan dengan beberapa sambungan bersama. Penginstal akan puas

atas keperluan jarak dan tidak perlu membeli kabel serat optik yang baru. *Splice* diminta pada pintu masuk dalam bangunan, pengawatan tertutup, pemasang, dan sebagai titik perantara antara *transmitter* dan *receiver*.

Pada pandangan pertama akan terpikir bahwa penyambungan dua kabel secara serat optik bersama adalah seperti menghubungkan dua kawat. Padahal, syarat untuk sambungan serat optik dan sambungan kawat sangat berbeda. Dua sambungan tembaga dapat digabungkan dengan solder atau dengan konektor yang mempunyai kerut atau terpatris ke kawat. Tujuannya adalah untuk menciptakan kontak mendalam antara dua titik kontak untuk mendapatkan sedikit garis hambatan melintas persimpangan.

Di pihak lain, menghubungkan dua kabel serat optik memerlukan penjajaran yang tepat untuk pasangan inti serat atau titik di dalam kabel *single-mode fibers*. Hal ini diminta sehingga semua cahaya yang berdekatan dipasangkan dari satu kabel serat optik melintasi persimpangan ke kabel serat optik lainnya. Kebutuhan akan ketepatan penjajaran menciptakan tantangan bagi *desainer* sambungan (Sumber : Fadhila Hani : 2011).

#### d) *Receiver*

*Optical receiver* (penerima optik) seperti pelaut di dek kapal penerima sinyal. *Receiver* optik berfungsi mengambil sinyal cahaya digital yang masuk, menguraikannya dan mengirim sinyal listrik ke komputer lain, televisi atau telepon. *Receiver* menggunakan fotosel fotodiode untuk mendeteksi cahaya. Pada dasarnya *receiver* optik mengubah modulasi cahaya yang datang dari serat optik kembali ke bentuk asalnya.



Karena jumlah cahaya pada serat optik sangat kecil, *receiver* optik biasanya menggunakan penguat *internal* yang tinggi. Oleh karena itu *receiver* optik dapat dengan mudah diisi kembali. Untuk alasan ini maka penting dilakukan untuk hanya menggunakan ukuran serat yang sesuai dengan sistem yang diberikan. Sebagai contoh, pasangan *transmitter/receiver* didesain untuk penggunaan *single-mode fibers*, tetapi digunakan dengan *multi-mode fibers* sehingga sejumlah besar cahaya pada keluaran serat akan memenuhi *receiver* dan kemudian menyebabkan beberapa distorsi sinyal keluaran (kelebihan sumber cahaya). Begitu juga jika pasangan *transmitter/receiver* yang didesain untuk *multimode fibers* digunakan pada *single-mode fibers* maka tidak cukup cahaya yang dapat mencapai *receiver*. Hasil keluaran terlalu banyak atau tidak ada sinyal sama sekali. “Ketidaksesuaian” *receiver* baru dipertimbangkan jika ada cukup banyak kehilangan dalam serat dengan tambahan 5-10 dB pasangan cahaya ke dalam serat *multi-mode* hanya digunakan untuk memberikan kesempatan untuk mencapai operasi yang pantas. Meskipun begitu, ini merupakan kasus yang ekstrim dan tidak normal.

#### 4. Konsep Kerugian dalam Serat Optik

Kerugian di sini terjadi karena cahaya berjalan melewati serat. Mengingat cahaya menempuh jarak puluhan kilometer atau lebih, maka kemurnian kaca pada inti serat harus sangat tinggi. Inti serat optik terbuat dari kaca sangat murni yang memiliki sedikit kerugian. Untuk menilai kemurnian kaca digunakan sistem perbandingan dengan kaca jendela biasa. Kaca jendela yang bening, dapat melewatkan cahaya dengan bebas, memiliki ketebalan 0,25 samapai 0,5 cm. bagian tembus pandang.

Dalam kasus ini, cahaya yang melewati pinggiran dan masuk ke kaca, melewati beberapa centimeter. Jadi hanya sedikit cahaya yang mampu melewati puluhan kilometer kaca jendela.

Kerugian merupakan hasil utama dari perambatan acak dan penyerapan ketidakmurnian kaca. Sumber kerugian yang lain dalam serat disebabkan karena bengkok yang berlebihan yang mana menyebabkan cahaya meninggalkan area inti serat. Semakin kecil radius pembengkokan, semakin kecil kerugian. Oleh karena itu pembengkokan di sepanjang kabel serat optik harus memiliki radius sekecil mungkin.

#### 5. Lebar Jalur Serat Optik

Jenis lebar jalur untuk serat optik yang umum memiliki jangkauan sedikit MHz per km untuk inti serat yang sangat besar. Standart *multi-mode fibers* adalah ratusan MHz per km, sedangkan untuk *single-mode fibers* adalah ribuan MHz per km. Dengan bertambahnya panjang serat maka lebar jalurnya akan berkurang secara proporsional. Sebagai contoh, kabel serat yang dapat mendukung lebar jalur 500 MHz pada jarak 1km hanya mampu mendukung 250 MHz pada jarak 2 km dan 100 MHz pada jarak 5 km.

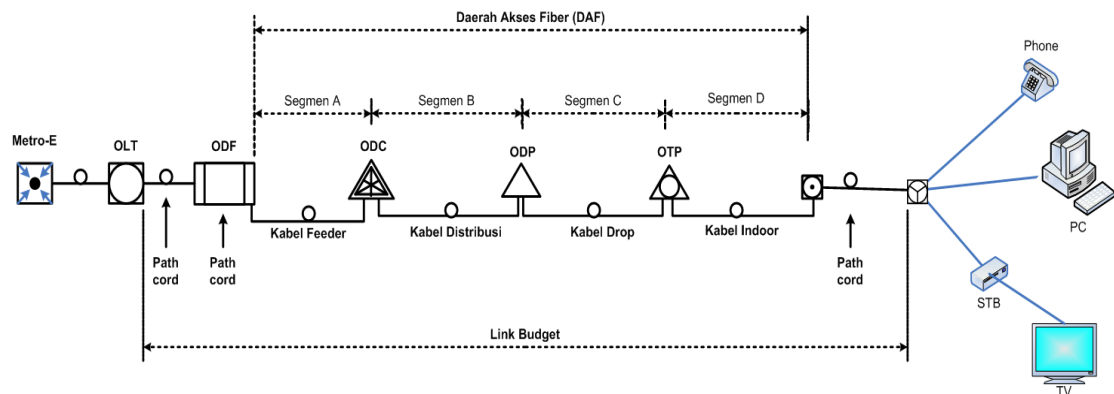
Karena *single-mode fibers* sebagai lebar jalur tinggi, faktor pengurangan lebar jalur sebagai fungsi panjang ini tidak menjadi masalah utama ketika menggunakan serat jenis ini. Meskipun demikian, harus diperhatikan ketika menggunakan *multi-mode fibers*, apakah digunakan sebagai lebar jalur maksimum atau digunakan dalam jangkauan sinyal sistem transmisi titik ke titik (Sumber : Fadhila Hani : 2011).

### **C. *Fiber To The Home (FTTH)***

*Fiber To The Home* merupakan penyelenggaraan jaringan dengan medium penghantaran kabel Serat optik hingga mencapai ke titik pelanggan (*customer premise*). Perkembangan teknologi ini tidak terlepas dari kemajuan perkembangan teknologi serat optik yang dapat menggantikan penggunaan kabel konvensional berupa kabel tembaga (Cu). Dan juga didorong oleh keinginan untuk mendapatkan layanan yang dikenal dengan istilah *Triple Play Services* yaitu layanan akan akses internet yang cepat, suara (jaringan telepon, PSTN) dan video (TV Kabel) dalam satu infrastruktur pada unit pelanggan.

Berbeda dengan jaringan kabel optik konvensional yang memerlukan dua core kabel optik untuk *transmit* (Tx) dan *receive* (Rx) data informasi yang dilewatkan, maka pada FTTH digunakan cukup satu core saja kabel optik untuk Tx dan Rx. Hal ini dimungkinkan dengan menggunakan perbedaan panjang gelombang cahaya yang digunakan pada Tx maupun Rx. Teknologi yang digunakan ini dikenal sebagai *Passive Optical Network* (PON). Dalam standarisasi teknologi PON terdapat dua institusi internasional ternama yang berbeda basis pengembangannya. *International Telecommunication Union* (ITU) dengan basis teknologi telekomunikasi menstandarkan pertama kali APON, A merefer dari *Asynchronous Transfer Model*

(ATM) dan berkembang hingga saat ini sebagai GPON. Sedangkan *Institute of Electrical and Electronic Engineering (IEEE)*.

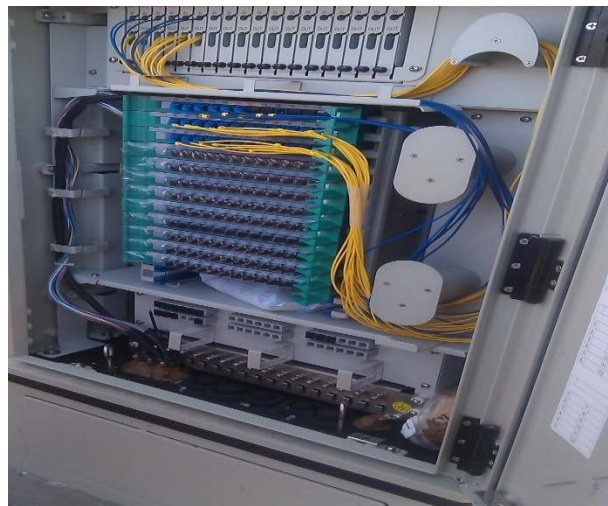


Gambar 2.2 *Network FTTH*

Teknologi FTTH ini dapat menghemat biaya dan mampu menekan biaya operasi dan memberikan layanan yang lebih baik (*Service excellent*) kepada pelanggan. Ciri-ciri jaringan serat optik membenarkan penghantaran isyarat telekomunikasi dengan lebar jalur yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan kabel konvensional (tembaga). Pusat penghantaran penyelenggara layanan (*service provider*) yang berada di kantor utama disebut juga dengan *central office (CO)*, disini terdapat peralatan yang disebut dengan OLT. Kemudian dari OLT ini dihubungkan kepada ONU yang ditempatkan di rumah-rumah pelanggan (*customer's*) melalui jaringan distribusi serat optik (*Optical Distribution Network, ODN*). Isyarat optik dengan panjang gelombang (*wavelength*) 1490 nm dari hilir (*downstream*) dan isyarat optik dengan panjang gelombang 1310 nm dari hulu (*upstream*) digunakan untuk mengirim data dan suara. Sedangkan layanan video dikonversi dahulu ke format optik dengan panjang gelombang 1550 nm oleh optik pemancar video (*optical video*

*transmitter*). Isyarat optik 1550 nm dan 1490 nm ini digabungkan oleh pengabung (*coupler*) dan ditransmisikan ke pelanggan secara bersama. Singkatnya, tiga panjang gelombang ini membawa informasi yang berbeda secara simultan dan dalam berbagai arah pada satu kabel serat optik yang sama.

#### **D. *Optical Distribution Cabinet (ODC)***



Gambar 2.3 *Optical Distribution Cabinet (ODC)*

(Sumber : PT. Telkom Kantor STO Panakukkang)

ODC merupakan suatu perangkat pasif yang diinstal di luar STO, bisa di luar ruangan (*outdoor*), dan bisa juga di dalam ruangan (*indoor*). ODC ini mempunyai fungsi yaitu sebagai berikut :

1. Sebagai titik transmisi ujung kabel *feeder* dan pangkal kabel distribusi
2. Sebagai titik distribusi kabel kapasitas besar (*feeder*) menjadi kabel yang kapasitasnya lebih kecil (distribusi).
3. Tempat *splitter*

#### 4. Tempat penyambungan kabel optik.

Kapasitas ODC ada bermacam-macam sesuai dengan kebutuhan, yaitu ODC berkapasitas 86, 144, 288, 576 *port*.

#### E. *Optical Distribution Point (ODP)*

ODP Merupakan suatu perangkat pasif yang diinstalasi di luar STO. Instalasi ODP ini bisa dilakukan di luar ruangan (*outdoor*) dan bisa juga dilakukan di dalam ruangan (*indoor*). *Optical Distribution Point (ODP)* memiliki fungsi sebagai berikut :

1. Sebagai titik terminasi ujung kabel distribusi dan titik tambat awal atau titik pangkal kabel drop.
2. Sebagai titik distribusi dari kabel distribusi menjadi beberapa saluran kabel drop.
3. Sebagai tempat *splitter*.
4. Sebagai tempat penyambungan kabel serat optik.

ODP harus dilengkapi dengan ruang untuk *splicing*, ruang untuk *splitter* dan sistem pentanahan. Kapasitas ODP ada berbagai macam, yaitu ODP berkapasitas 8, 12, 16, 24, dan 48 *port*.

Ditinjau dari lokasi atau tempat pemasangannya, ODP dapat dibagi menjadi tiga tipe yaitu :

1) ODP tipe *wall* atau *on pole*.



Gambar 2.4 ODP Tipe *Wall/ On Pole*

(Sumber : PT. Telkom Kantor STO Panakukkang)

Jenis ODP ini dipasang di dinding atau juga bisa dipasang di atas tiang. Tentunya ODP jenis ini digunakan untuk instalasi kabel *aerial* atau kabel udara.

2) ODP tipe *pedestal*

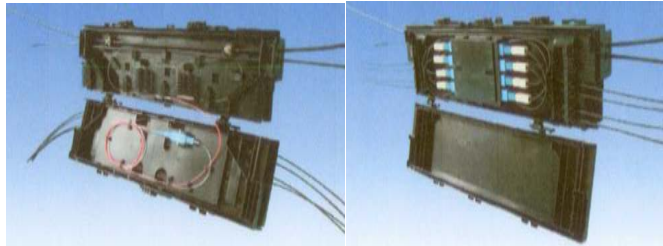


Gambar 2.5 ODP Tipe *Pedestal*

(Sumber : PT. Telkom Kantor STO Panakukkang)

Jenis ODP ini diinstalasi di atas permukaan tanah, dan ODP ini digunakan untuk instalasi kabel drop bawah tanah dengan menggunakan pelindung pipa.

### 3) ODP tipe *closure*



Gambar 2.6 ODP Tipe *Closure*

(Sumber : PT. Telkom Kantor STO Panakukkang)

Jenis ODP tipe *closure* ini sangat fleksibel dan bisa dipasang di bawah tanah atau di atas diantara dua tiang.

## F. Redaman Serat Optik

Tahanan dari konduktor tembaga menyebabkan hilangnya sebagian dari energi listrik yang mengalir dari suatu kabel. *Core* dari kabel serat optik menyerap sebagian dari energi cahaya. Hal ini dinyatakan dalam redaman kabel. Satuan yang digunakan untuk redaman serat optik adalah dB/km. Redaman yang terjadi pada jaringan serat optik tergantung dari beberapa keadaan. Tetapi yang utama adalah bahwa redaman tergantung pada panjang gelombang dari cahaya yang digunakan. Selain itu, koefisien redaman mungkin juga dipengaruhi spektrum panjang gelombang yang diperoleh dari hasil pengukuran pada panjang gelombang yang berbeda.

Menurut rekomendasi ITU-T G.0652, kabel serat optik harus mempunyai koefisien redaman 0,5 dB/km untuk panjang gelombang 1310 nm dan 0,4 dB/km untuk panjang gelombang 1550 nm. Tapi besarnya koefisien ini bukan merupakan nilai yang



mutlak, karena harus mempertimbangkan proses pabrikasi, desain & komposisi fiber, dan desain kabel. Untuk itu terdapat *range* redaman yang masih diizinkan yaitu 0,3 sampai 0,4 dB/km untuk panjang gelombang 1310 nm dan 0,17 sampai 0,25 dB/km, untuk panjang gelombang 1550. Selain itu, koefisien redaman mungkin juga dipengaruhi spektrum panjang gelombang yang diperoleh dari hasil pengukuran pada panjang gelombang yang berbeda. Redaman itu dapat terjadi karena adanya dua faktor yaitu faktor *intrinsik* dan faktor *ekstrinsik*, berikut faktor terjadinya redaman (Sumber : Fadhila Hani : 2011).

#### 1. Faktor *Intrinsik*

Ada beberapa faktor *intrinsik* dari serat optik yang menyebabkan redaman, yaitu :

- a) *Absorption* (penyerapan), peristiwa ini terjadi akibat ketidak murnian bahan fiber optik yang digunakan. Bila cahaya menabrak sebuah partikel dari unsur yang tidak murni maka sebagian dari cahaya tersebut akan terserap.
- b) *Scattering* (penghamburan) terjadi akibat adanya berkas cahaya yang merambat dalam materi dipancarkan/dihamburkan ke segala arah dikarenakan struktur materi yang tidak murni. Biasanya *scattering* ini terjadi pada lokasi-lokasi tertentu saja di dalam bahan, dan ukuran daerah yang terkena pengaruh perubahan efek terpecahnya cahaya sangat kecil, yaitu kurang dari satu panjang gelombang cahaya.
- c) *Microbending* (pembengkokan pada saat pembuatan serat optik) pada umumnya timbul di dalam proses manufaktur. Penyebab yang biasa dijumpai adalah

perbedaan laju pemuaian (dan penyusutan) antara serat optik dan lapisan-lapisan pelindung luarnya (jaket). Ketika kabel serat optik menjadi terlalu dingin, lapisan jaket maupun bagian inti/mantel akan mengalami penyusutan dan memendek sehingga dapat bergeser dari posisi relatifnya semula dan menimbulkan lekukan-lekukan yang disebut *microbend*.

## 2. Faktor *Ekstrinsik*

Ada beberapa faktor *ekstrinsik* dari serat optik yang menyebabkan redaman, yaitu :

- a) *Frasnel Reflection* terjadi karena ada celah udara sehingga cahaya harus melewati dua *interface* yang memantulkan sebagian karena perubahan index bias dari inti ke udara dan inti lagi.
- b) *Mode Copling* terjadi karena adanya sambungan antara sumber/detektor optik dengan serat optik.
- c) *Macrobending*, lekukan tajam pada sebuah kabel serat optik dapat menyebabkan timbulnya rugi daya yang cukup serius, dan lebih jauh lagi kemungkinan terjadinya kerusakan mekanis (pecahnya serat optik). Rugi daya yang ditimbulkan dengan melengkungkan sepotong pendek serat optik boleh jadi lebih besar dari rugi daya total yang timbul pada seluruh kabel serat optik sepanjang 1 km yang dipasang secara normal.

### G. *Link Power Budget*

Dalam suatu komunikasi serat optik, kita tidak akan lepas dari perhatian *power budget*. Sistem komunikasi optik akan berjalan baik dan lancar apabila tidak kekurangan *power budget* dan *Rise Time Budget*. *Rise Time Budget* (RTB) bertujuan untuk menjamin agar sistem transmisi dapat menyediakan *bandwidth* yang mencukupi pada bit rate yang diinginkan. RTB berkaitan erat dengan batasan dispersi suatu sinyal yang dilewatkan pada serat optik, dan tentunya berpengaruh pada kapasitas kanal yang diinginkan dari sistem optic.

*Power budget* merupakan suatu hal yang sangat menentukan apakah suatu sistem komunikasi optik dapat berjalan dengan baik atau tidak. Karena *power budget* menjamin agar penerima dapat menerima daya optik sinyal yang diperlukan untuk mendapatkan *bit error rate* (BER) yang diinginkan.

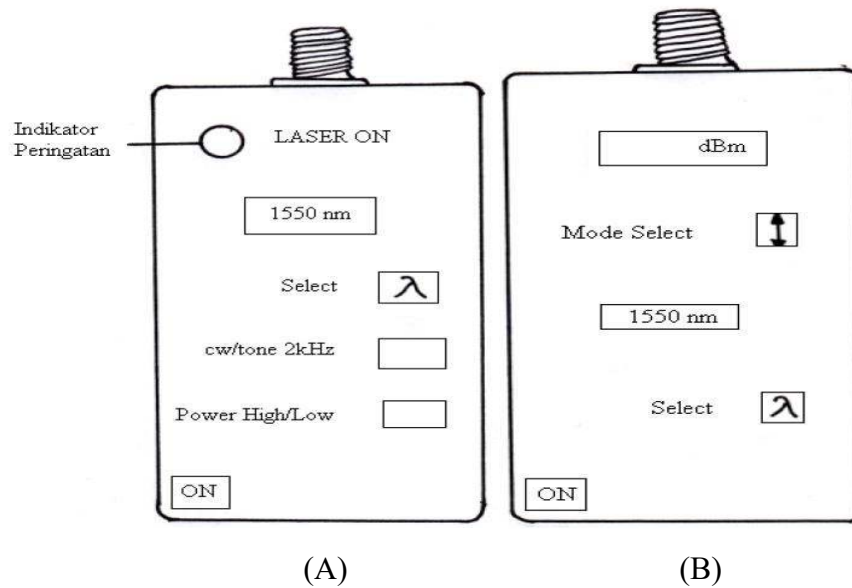
Perhitungan dan analisis *power budget* merupakan salah satu metode untuk mengetahui performansi suatu jaringan. Hal ini dikarenakan metode ini dapat digunakan untuk melihat kelayakan suatu jaringan untuk mengirimkan sinyal dari pengirim sampai ke penerima atau dari *central office terminal* (COT) sampai ke *remote terminal* (RT). Tujuan dilakukannya perhitungan *power budget* adalah untuk menentukan apakah komponen dan parameter desain yang dipilih dapat menghasilkan daya sinyal di penerima sesuai dengan tuntutan persyaratan performansi yang diinginkan.

Desain suatu sistem dapat memenuhi persyaratan apabila *System Gain* (Gs) lebih besar atau sama dengan total rugi-rugi. Daya yang diterima lebih kecil dari daya

saturasi yang dapat mengakibatkan distorsi di penerima. Desain *link* transmisi optik ditentukan oleh *bit rate* informasi yang ditransmisikan, panjang *link* total dan *bit error rate* (BER) yang diinginkan. *Bit rate* dan panjang *link* total menentukan karakteristik serat optik, tipe sumber optik (pengirim) dan tipe *detector* optik (penerima) yang digunakan. Dengan mengetahui ketiga komponen tersebut, *power budget* dapat dihitung sehingga dapat diperoleh jarak transmisi maksimum antara pengirim dan penerima.

Dalam melakukan perhitungan *Link power budget* PT. TELKOM memiliki standar untuk membatasi *loss* yang boleh ada pada suatu *link* transmisi. Standar tersebut merupakan acuan yang dipergunakan oleh PT. TELKOM pada saat awal perencanaan dan pembangunan jaringan. Standar ini menentukan batas maksimum untuk *fiber loss*, *splice loss* dan *connector loss*. Batas maksimum inilah yang dipakai oleh PT. TELKOM untuk redaman total adalah tidak lebih dari 13-28 dB. pada saat melakukan perencanaan suatu jaringan. Oleh karena itu, *loss* dari hasil pengukuran harus memiliki nilai di bawah batas maksimum tersebut untuk mendapatkan unjuk kerja yang baik (Sumber : Auzaiy : 2010).

## H. Power Meter



Gambar 2.7 (A) Sumber Cahaya

(B) Power Meter (Sumber : Fadhila Hani : 2011).

Power meter (alat ukur daya) jika dilihat sekilas nampak mirip dengan sumber cahaya, dari Gambar 2.7 A dan B keduanya sering dipasarkan sebagai pasangan kembar yang seolah-olah tidak menampilkan perbedaan antara sumber cahaya dan power meter yang digunakan bersama-sama, sehingga keduanya saling kompetibel, baik itu sumber cahaya maupun power meter memiliki perbedaan ada fisiknya, meskipun cara kerja dari keduanya adalah sama yaitu untuk mengukur daya yang terjadi pada suatu *link* tertentu dan biasanya hanya dapat mengukur total redaman dari suatu sistem yang sedang beroperasi berdasarkan spesifikasi yang digunakan.

Tampilan hasil pengukuran akan terlihat pada power meter, sebelum digunakan terlebih dahulu power meter ini dikalibrasi.

Tunggulah sampai pembacaan stabil. Pada tahap ini, power meter akan menunjukkan tingkat daya datang (*incoming power level*) dalam aturan dBm. Sumber cahaya dan power meter harus tetap hidup hingga seluruh pengukuran selesai dilakukan. Setelah itu putuskan *patchcord*.

Parameter yang dapat disetel antara lain jenis panjang gelombang yang digunakan apakah 1310 nm atau 1550 nm dan level daya yang digunakan apakah dalam satuan dB atau dBm. Keseluruhan parameter ini disetel sesuai keinginan dan kebutuhan.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

##### 1. Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan data pada penelitian ini dilakukan di PT. Telkom Kantor STO Panakukkang.

##### 2. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian mulai dari tanggal 9 April 2018 sampai semua proses pengambilan data selesai.

#### **B. Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### 1. Teknik Kepustakaan

Teknik kepustakaan dilakukan dengan melakukan pengumpulan materi-materi yang berkaitan dengan Fiber Optik, *Optical Distribution Cabinet* (ODC) dan *Optical Distribution Point* (ODP)

##### 2. Teknik Observasi

Teknik Observasi dilakukan pada PT. Telkom Kantor STO Panakukkang dengan cara mengumpulkan data redaman dari *Optical Distribution Cabinet* (ODC) menuju *Optical Distribution Point* (ODP).

##### 3. Teknik Wawancara

Teknik wawancara dilakukan secara tatap muka atau tanya langsung antara penulis dan pegawai PT. Telkom Kantor STO Panakukkang.

### C. Alat dan Bahan

1. Satu unit komputer

Komputer difungsikan sebagai media menganalisis data.

2. *Power Meter*

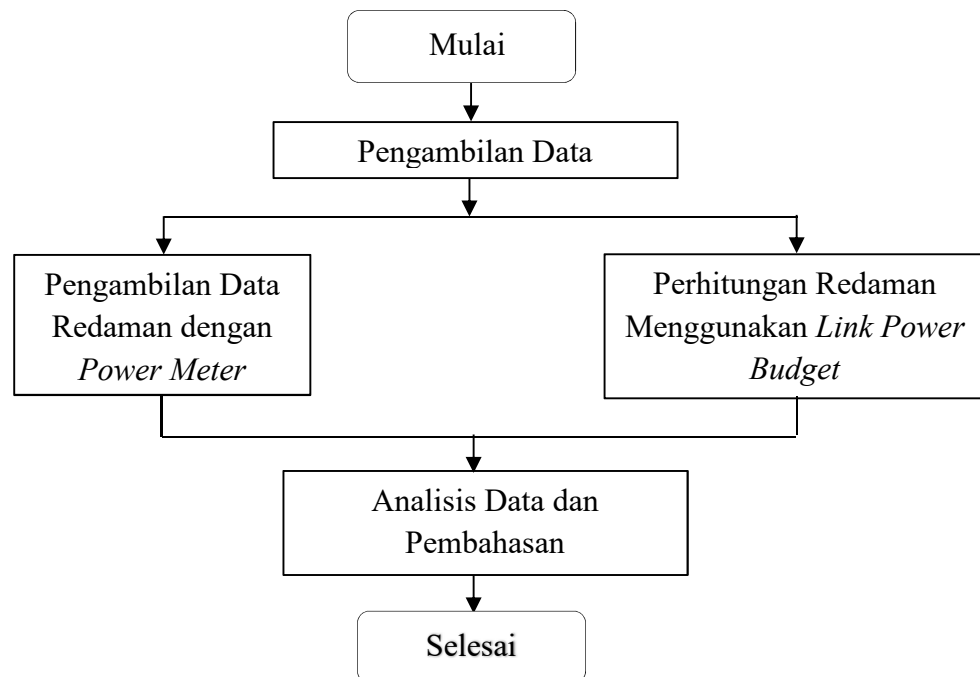
*Power Meter* digunakan untuk mengukur fiber optik (alat ukur daya).

3. Kalkulator

Kalkulator digunakan untuk melakukan penghitungan dalam proses pengolahan data berdasarkan persamaan yang telah ditentukan.

### D. Kerangka Pikir Penelitian

Dalam menjelaskan sebuah permasalahan kerangka pemikiran atau alur penelitian disajikan untuk mempermudah pemahaman dalam penelitian tersebut. Metode tersebut tersaji dalam diagram alir penelitian.



Gambar 3.1 Kerangka Pikir Penelitian



Berdasarkan Gambar 3.1, penelitian yang dilakukan memiliki beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Pengambilan data dilakukan di PT. Telkom Kantor STO Panakukkang
2. Pengumpulan data yang terdiri dari:
  - a. Jarak *Optical Distribution Cabinet (ODC)* menuju *Optical Distribution Point (ODP)*
  - b. Jumlah konektor
  - c. Jumlah adaptor
  - d. Jumlah splitter
  - e. Panjang kabel
3. Melakukan pengukuran redaman dengan menggunakan *Power Meter* pada *Optical Distribution Cabinet (ODP)* di PT. Telkom Kantor STO Panakukkang, untuk mendapatkan hasil redaman total dengan menggunakan *Power Meter* diperlukan input power dari kabel feeder di OLT dan output power dari kabel distribusi di ODP, kemudian dihitung dengan menggunakan rumus

$$\text{Redaman Total} = Tx - Rx \dots \dots \dots (3.1)$$

(Sumber: Fadhila Hani : 2011)

4. Melakukan perhitungan redaman pada *Optical Distribution Cabinet (ODC)* dengan menggunakan Metode *Link Power Budget*, dengan rumus:

$$\alpha_{total} = L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + N_a \cdot \alpha_a + Sp \dots \dots \dots (3.2)$$

(Sumber : Brilian Dermawan : 2016)

Keterangan :

- $\alpha_c$  : Redaman Konektor (dB)
- $\alpha_s$  : Redaman sambungan (dB / Km)
- $\alpha_{serat}$  : Redaman serat optik (dB /Km)
- $\alpha_{tot}$  : Redaman total sistem (dB)
- $\alpha_a$  : Redaman Adaptor (dB/buah)
- $N_c$  : Jumlah Konektor
- $N_a$  : Jumlah Adaptor
- $N_s$  : Jumlah sambungan
- $L$  : Jarak
- $S_p$  : Redaman Splitter

PT. Telkom memiliki standar membatasi redaman yang boleh ada pada suatu link transmisi. Standar ini menentukan batas maksimum untuk redaman konektor, redaman sambungan, redaman serat optik, serta redaman splitter.

5. Menganalisis perbandingan redaman berdasarkan pengukuran dengan menggunakan *Power Meter* dan redaman yang dihitung dengan menggunakan metode *Link Power Budget*.

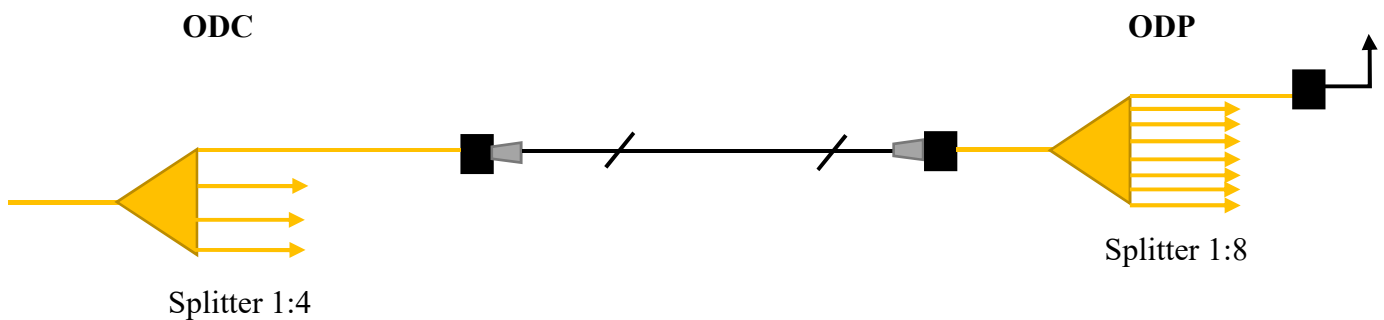
**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Waktu : 26 Maret – 04 Mei 2018





Tempat : Kantor STO Panakukkang

**B. Topologi ODC Menuju ODP**



Gambar 4.1 Topologi ODC Menuju ODP

Keterangan :

-  : Splitter
-  : Adaptor
-  : Konektor
-  : Sambungan

Berdasarkan gambar 4.1 Topologi ODC Menuju ODP dapat diketahui bahwa dalam transmisi ODC menuju ODP terdapat 1 Splitter 1:4 pada ODC, 3 Adaptor, 2 Konektor, 2 Sambungan, dan 1 Splitter 1:8 pada ODP.

### C. Hasil Pengukuran Redaman Menggunakan Power Meter

Dari pembahasan pada bab 3, maka dilakukan pengukuran redaman pada ODC-MAT-FAR Dan 10 ODP (*Optical Distribution Point*) yang berlokasi di Jl. Dangko, seperti terlampir di Lampiran Gambar 1, dengan menggunakan *Power Meter*, untuk mengetahui Redaman Total maka pengukuran yang diperlukan adalah Power Input (Tx) yang diambil dari kabel feeder OLT dan Power Output (Rx) yang diambil dari splitter ODP, kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan (3.1). Pengukuran ODP lain terlampir di Lampiran Data.

#### 1. ODC-MAT-FAR / ODP- MAT- FAR/061

$$\begin{aligned} \text{Redaman Total} &= \text{Tx} - \text{Rx} \\ &= -03,55 - (-21,98) \\ &= 18,43 \text{ dB} \end{aligned}$$

Hasil Redaman Total untuk Jalur ODC-MAT-FAR dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Redaman Menggunakan *Power Meter*

Nama Site ODC	Nama Site ODP	Jarak (Km)	Jumlah			Total Loss Cable (dB)
			Adaptor	Sambungan	Konektor	
ODC-MAT-FAR	ODP-MAT-FAR/061	0,1022	3 buah	2 buah	2 buah	18,43
	ODP-MAT-FAR/060	0,2784	3 buah	2 buah	2 buah	17,81
	ODP-MAT-FAR/059	0,3609	3 buah	2 buah	2 buah	18,28
	ODP-MAT-FAR/058	0,7055	3 buah	2 buah	2 buah	18,4
	ODP-MAT-FAR/057	0,5695	3 buah	2 buah	2 buah	17,24

#### D. Hasil Perhitungan menggunakan *Link Power Budget*

Untuk menghitung Redaman digunakan Persamaan (3.2)

Berikut hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan (3.2). Perhitungan ODP yang lain terlampir di lampiran data.

##### 1. Link ODC-MAT-FAR / ODP-MAT-FAR-061

$$\alpha_{total} = L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + N_a \cdot \alpha_a + Sp$$

Dik: Jarak = 0,1022 Km

$$\alpha_{serat} = 0,35 \text{ dB}$$

$$N_c = 2 \text{ Buah}$$

$$N_s = 2 \text{ Buah}$$

$$N_a = 1 \text{ Buah}$$

$$\alpha_c = 0,2 \text{ dB}$$

$$\alpha_s = 0,1 \text{ dB}$$

$$\alpha_a = 0,25 \text{ dB}$$

$$Sp = \text{Splitter } 1:4 = 7,25 \text{ dB}$$

$$\text{Splitter } 1:8 = 10,38 \text{ dB} +$$


---


$$17,63 \text{ dB}$$

Peny :

$$\begin{aligned} \alpha_{total} &= L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + N_a \cdot \alpha_a + Sp \\ &= (0,1022 \cdot 0,35) + (2 \cdot 0,2) + (2 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0,25) + 17,63 \\ &= 0,03577 + 0,4 + 0,2 + 0,25 + 17,63 \\ &= 18,51 \text{ dB} \end{aligned}$$

Tabel 4.2 Hasil perhitungan menggunakan *Link Power Budget*

Nama Site ODC	Nama Site ODP	Jarak	Redaman					Total Loss Cable
			Adaptor	Sambungan	Konektor	Serat Optik	Splitter	
ODC-MAT-FAR	ODP-MAT-FAR/061	0,1022 Km	0,2 dB	0,1 dB	0,25 dB	0,35 dB/km	17,63 dB	18,51 dB
	ODP-MAT-FAR/060	0,2784 Km	0,2 dB	0,1 dB	0,25 dB	0,35 dB/km	17,63 Db	18,57 dB
	ODP-MAT-FAR/059	0,3689 Km	0,2 dB	0,1 dB	0,25 dB	0,35 dB/km	17,63 dB	18,60 dB
	ODP-MAT-FAR/058	0,5698 Km	0,2 dB	0,1 dB	0,25 dB	0,35 dB/km	17,63 dB	18,67 dB
	ODP-MAT-FAR/057	0,7095 Km	0,2 dB	0,1 dB	0,25 dB	0,35 dB/km	17,63 dB	18,72 dB

### E. Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan mengukur redaman total menggunakan power meter dan dengan menghitung dengan menggunakan metode Link Power Budget dapat dilihat adanya perbedaan hasil pengukuran dan perhitungan. Hasil perbedaan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perbandingan Nilai Redaman

ODC	ODP	Jarak (Km)	Nilai Total Loss (dB)		% Perbedaan
			Pengukuran	Perhitungan	
ODC-MAT-FAR	ODP-MAT-FAR/061	0,1022	18,43	18,51	0,43
	ODP-MAT-FAR/060	0,2784	17,81	18,57	4,09
	ODP-MAT-FAR/059	0,3609	18,28	18,60	1,72
	ODP-MAT-FAR/058	0,7055	18,4	18,67	1,44
	ODP-MAT-FAR/057	0,5695	17,88	18,72	4,48

Untuk hasil pengukuran menggunakan *Power Meter* ada beberapa faktor yang tidak dapat di prediksi atau tidak dapat dilihat langsung terjadi pada saat dilakukan transmisi dari ODC menuju ODP yang menyebabkan terjadinya redaman. Misalnya, terjadi *Macrobending* atau lekukan tajam pada sebuah kabel serat optik, power input dan output juga dapat mempegaruhi redaman yang terjadi, dapat dilihat pada hasil pengkuran redaman dengan menggunakan *Power Meter* redaman paling besar terjadi pada ODP-MAT-FAR/061 dengan input power -03,55 dan output power sebesar -21,98.

Pada perhitungan dengan menggunakan *Link Power Budget* dimana jarak sangat mempengaruhi hasil akhir pada metode perhitungan ini, jadi dapat dilihat pada table 4.2 bahwa semakin jauh jarak *ODC (Optical Distribution Cabinet)* menuju *ODP (Optical Distribution Point)* maka semakin tinggi pula nilai redamannya.

Dari Tabel 4.1 tampak bahwa hasil pengukuran menggunakan *Power Meter*) hanya sekitar 17,24 sampai 18,43 *total loss cable*, dimana itu berarti konsep

kerugian serat optik tidak terlalu tinggi. Pada Tabel 4.3 akan terlihat perbandingan hasil pengukuran dengan *Power Meter* dengan perhitungan dengan metode *Link Power Budget*, dari hasil ini dapat dilihat tingkat kinerja dari suatu sistem komunikasi serat optik tersebut, untuk ODP MAT-FAR/061 memiliki jumlah redaman sebesar 18,43 dengan menggunakan *Power Meter* dan 18,51 dengan menggunakan *Link Power Budget* sehingga menghasilkan % perbedaan sebesar 0,43 %.

Tabel 4.4 Perhitungan Metode Link Power Budget

ODC	ODP	Jarak (Km)	Standar Redaman Menurut ITU-T (dB)	Hasil Perhitungan Metode Link Power Budget (dB)
ODC-MAT-FAR	ODP-MAT-FAR/061	0,1022	13-28	18,51
	ODP-MAT-FAR/060	0,2784	13-28	18,57
	ODP-MAT-FAR/059	0,3609	13-28	18,60
	ODP-MAT-FAR/058	0,7055	13-28	18,67
	ODP-MAT-FAR/057	0,5695	13-28	18,72

Tabel 4.4 adalah hasil perhitungan suatu redaman menggunakan *Link Power Budget* dimana metode ini digunakan untuk melihat layak tidaknya suatu jaringan, berdasarkan hasil perhitungan dan dengan standar redaman yang ditentukan, dapat dilihat bahwa redaman untuk lima ODP pada ODC-MAT-FAR dianggap baik dan dapat bekerja dengan normal karena semua memenuhi redaman standar.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kinerja sistem komunikasi serat optik ini dalam keadaan normal dan dapat digunakan untuk beroperasi.



## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan pengukuran dengan menggunakan Power Meter dan perhitungan dengan menggunakan Metode *Link Power Budget*, maka dapat disimpulkan :

1. Dari hasil pengukuran dan perhitungan dapat dilihat bahwa hasil pengukuran jauh lebih kecil dibanding dengan hasil perhitungan, maka dapat disimpulkan bahwa redaman pada ODC-MAT-FAR dengan 5 ODP dalam keadaan normal dan dapat bekerja dengan baik karena kelima ODP tersebut memenuhi standar redaman yang telah ditentukan.
2. Berdasarkan hasil dari perbandingan redaman antara pengukuran dengan *Power Meter* di lapangan didapatkan hasil redaman tertinggi terdapat pada ODP-MAT-FAR/061 dengan besar redaman 18,43 dB dengan power input pada OLT dengan kabel feeder sebesar -03,55 dan power output di ODP dengan kabel distribusi sebesar -21,98 dan dengan menggunakan Metode *Link Power Budget* redaman tertinggi terdapat pada ODP-MAT-FAR/057 dengan besar redaman 18,72 dB dengan jarak 0,5695 Km.
3. Adanya perbedaan antara pengukuran dan perhitungan disebabkan karena pada saat pengukuran di lapangan ada beberapa hal yang terjadi dan tidak di prediksi keadaanya, seperti terjadinya *Macrobending* pada saat dilakukan transmisi kabel serat optik atau adanya Scattering sepanjang kabel dari *Optical adaistribution Cabinet* ke *Optical Distribution Point*

## B. Saran

Untuk mendapatkan suatu redaman pada Optical Distribution Cabinet (ODP) maka dilakukan pengukuran langsung pada salah satu port ODP dengan menggunakan Power Meter dimana hasil input dan outputnya dijumlahkan sehingga mendapatkan total loss pada ODC menuju ODP sehingga ini menjadi tugas untuk para teknisi untuk menjaga kemurnian kable serat optik saat melakukan penyambungan kabel untuk menghindari faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya redaman. Untuk mendapatkan total loss dengan menggunakan link budget maka diperlukan rumus  $\alpha_{total} = L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + N_a \cdot \alpha_a + Sp$  yang menentukan layak tidaknya suatu jaringan serat optik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agung Ngurah, Gusti, Akhmad Hambali, I Putu Yasa, *Analisis Dan Perancangan Jaringan ODC menuju ODP untuk Implementasi Layanan Broadband (Study kasus PT.Telkom Gegerkalong Universitas Telkom)*
- Auzaiy, Rochmah N.S. 2010 *Analisis Power Budget Jaringan Komunikasi Serat Optik PT Telkom di STO Jatinegara.*
- Dermawan, Brilian, Imam Santoso, Teguh Prakoso, 2016. *Analisis Jaringan FTTH (Fiber To The Home) Berteknologi GPON (Gigabit Passive Optical Network).*
- Hani, Fadhila. 2011. *Analisis Serat Optik Terhadap Kinerja SKSO Menggunakan Metode Link Power Budget (Medan-Tebing Tinggi).*
- Rifki Arifandi, Iqbal. 2015. *Analisis dan Optimasi Jaringan ODC Menuju ODP Menggunakan Link Power Budget di Perumahan Argopuro Jember.*
- Situs Web. (2018, Februari 2015). Di Wikipedia, *Ensiklopedia Bebas*. Diakses pada 15:40, Februari 2018, dari [https://id.wikipedia.org/wiki/Fiber\\_to\\_the\\_Home](https://id.wikipedia.org/wiki/Fiber_to_the_Home).

## LAMPIRAN GAMBAR



Gambar Lampiran 1. Proses Pengambilan Data di ODC



JARAK



ODP/061



POWER INPUT



POWER OUTPUT

Gambar Lampiran 2. ODC-MAT FAR / ODP-MAT-FAR/061



JARAK



ODP/060



POWER INPUT



POWER OUTPUT

Gambar Lampiran 2. ODC-MAT-FAR / ODP-MAT-FAR/060



JARAK



ODP/059



POWER INPUT



POWER OUTPUT

Gambar Lampiran 3. ODC-MAT-FAR / ODP-MAT-FAR-059



JARAK



ODP/058



POWER INPUT



POWER OUTPUT

Gambar Lampiran 4. ODC-MAT-FAR / ODP-MAT-FAR-058



JARAK



ODP/057



POWER INPUT



POWER OUTPUT

Gambar Lampiran 5. ODC-MAT-FAR / ODP-MAT-FAR-057

## LAMPIRAN DATA

### 1. Hasil Pengukuran dengan Menggunakan Power Meter

#### 1. ODC-MAT-FAR / ODP-MAT-FAR/060

$$\begin{aligned}\text{Redaman Total} &= T_x - R_x \\ &= -03,55 - (-21,36) \\ &= 17,81 \text{ dB}\end{aligned}$$

#### 2. ODC-MAT-FAR / ODP-MAT-FAR/059

$$\begin{aligned}\text{Redaman Total} &= T_x - R_x \\ &= -03,55 - (-21,83) \\ &= 18,28 \text{ dB}\end{aligned}$$

#### 3. ODC-MAT-FAR / ODP-MAT-FAR/058

$$\begin{aligned}\text{Redaman Total} &= T_x - R_x \\ &= -03,55 - (-21,95) \\ &= 18,4 \text{ dB}\end{aligned}$$

#### 4. ODC-MAT-FAR / ODP-MAT-FAR/062

$$\begin{aligned}\text{Redaman Total} &= T_x - R_x \\ &= -03,34 - (-21,22) \\ &= 17,88 \text{ Db}\end{aligned}$$

## 2. Hasil Perhitungan Menggunakan Metode *Link Power Budget*

### 1. Link ODC-MAT-FAR / ODP-MAT-FAR-060

$$\alpha_{total} = L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + N_a \cdot \alpha_a + Sp$$

Dik: Jarak = 0,2784 Km

$$\alpha_{serat} = 0,35 \text{ dB}$$

$$N_c = 2 \text{ Buah}$$

$$N_s = 2 \text{ Buah}$$

$$N_a = 1 \text{ Buah}$$

$$\alpha_c = 0,2 \text{ dB}$$

$$\alpha_s = 0,1 \text{ dB}$$

$$\alpha_a = 0,25 \text{ dB}$$

$$Sp = \text{Splitter } 1:4 = 7,25 \text{ dB}$$

$$\text{Splitter } 1:8 = 10,38 \text{ dB} +$$


---


$$17,63 \text{ dB}$$

Peny :

$$\begin{aligned} \alpha_{total} &= L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + N_a \cdot \alpha_a + Sp \\ &= (0,2784 \cdot 0,35) + (2 \cdot 0,2) + (2 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0,25) + 17,63 \\ &= 0,0975 + 0,4 + 0,2 + 0,25 + 17,63 \\ &= 18,57 \text{ dB} \end{aligned}$$

### 2. Link ODC-MAT-FAR / ODP-MAT-FAR-059

$$\alpha_{total} = L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + N_a \cdot \alpha_a + Sp$$

Dik: Jarak = 0,3689 Km

$$\alpha_{serat} = 0,35 \text{ dB}$$



$$N_c = 2 \text{ Buah}$$

$$N_s = 2 \text{ Buah}$$

$$N_a = 1 \text{ Buah}$$

$$\alpha_c = 0,2 \text{ dB}$$

$$\alpha_s = 0,1 \text{ dB}$$

$$\alpha_a = 0,25 \text{ dB}$$

$$Sp = \text{Splitter } 1:4 = 7,25 \text{ dB}$$

$$\begin{aligned} \text{Splitter } 1:8 &= 10,38 \text{ dB} + \\ &\underline{\hspace{1.5cm}} \\ &17,63 \text{ dB} \end{aligned}$$

Peny :

$$\begin{aligned} \alpha_{total} &= L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + N_a \cdot \alpha_a + Sp \\ &= 0,3689 \cdot 0,35 + (2 \cdot 0,2) + (2 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0,25) + 17,63 \\ &= 0,1291 + 0,4 + 0,2 + 0,25 + 17,63 \\ &= 18,60 \text{ dB} \end{aligned}$$

### 3. Link ODC-MAT-FAR / ODP-MAT-FAR-058

$$\alpha_{total} = L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + N_a \cdot \alpha_a + Sp$$

Dik: Jarak = 0,5695

$$\alpha_{serat} = 0,35 \text{ dB}$$

$$N_c = 2 \text{ Buah}$$

$$N_s = 2 \text{ Buah}$$

$$N_a = 1 \text{ Buah}$$

$$\alpha_c = 0,2 \text{ dB}$$

$$\alpha_s = 0,1 \text{ dB}$$

$$\alpha_a = 0,25 \text{ dB}$$

$$Sp = \text{Splitter 1:4} = 7,25 \text{ dB}$$

$$\text{Splitter 1:8} = 10,38 \text{ dB} +$$


---


$$17,63 \text{ dB}$$

Peny :

$$\begin{aligned} \alpha_{total} &= L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + N_a \cdot \alpha_a + Sp \\ &= (0,5695 \cdot 0,35) + (2 \cdot 0,2) + (2 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0,25) + 17,63 \\ &= 0,1993 + 0,4 + 0,2 + 0,25 + 17,63 \\ &= 18,67 \text{ dB} \end{aligned}$$

#### 4. Link ODC-MAT-FAR / ODP-MAT-FAR-057

$$\alpha_{total} = L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + N_a \cdot \alpha_a + Sp$$

Dik: Jarak = 0,7095 Km

$$\alpha_{serat} = 0,35 \text{ dB}$$

$$N_c = 2 \text{ Buah}$$

$$N_s = 2 \text{ Buah}$$

$$N_a = 1 \text{ Buah}$$

$$\alpha_c = 0,2 \text{ dB}$$

$$\alpha_s = 0,1 \text{ dB}$$

$$\alpha_a = 0,25 \text{ dB}$$

$$Sp = \text{Splitter 1:4} = 7,25 \text{ dB}$$

$$\text{Splitter 1:8} = 10,38 \text{ dB} +$$


---


$$17,63 \text{ dB}$$

Peny :

$$\begin{aligned}\alpha_{total} &= L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + N_a \cdot \alpha_a + Sp \\ &= (0,7095 \cdot 0,35) + (2 \cdot 0,2) + (2 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0,25) + 17,63 \\ &= 0,2483 + 0,4 + 0,2 + 0,25 + 17,63 \\ &= 18,72 \text{ dB}\end{aligned}$$