

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENGARUH RUGI – RUGI FIBER OPTIK  
TERHADAP KUALITAS JARINGAN *INDIHOME*  
DI PT. TELKOM AKSES MAKASSAR**

**Disusun dan diajukan oleh**

**NURUL HIKMAH  
D041 18 1015**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI****ANALISIS PENGARUH RUGI – RUGI FIBER OPTIK  
TERHADAP KUALITAS JARINGAN *INDIHOME*****DI PT. TELKOM AKSES MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh:

**NURUL HIKMAH  
D041181015**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada Tanggal 29 Maret 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Merna Baharuddin, S.T., M.Tel.Eng., Ph.D.  
Nip. 19751205 200501 2 002



Andini Dani Achmad, S.T., MT.  
Nip. 19880621 201504 2 003

Ketua Departemen Teknik Elektro,



Dr. Eng. I. Dewiani, M.T.  
NIPs 19691026 199412 2 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Nurul Hikmah  
NIM : D041181015  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### ANALISIS PENGARUH RUGI – RUGI FIBER OPTIK TERHADAP KUALITAS JARINGAN *INDIHOME* DI PT. TELKOM AKSES MAKASSAR

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 30 Maret 2023

Yang menyatakan



Nurul Hikmah

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat dan nikmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “ANALISIS PENGARUH RUGI – RUGI FIBER OPTIK TERHADAP KUALITAS JARINGAN *INDIHOME* DI PT. TELKOM AKSES MAKASSAR”. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Melalui pengerjaan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak dukungan, bantuan serta bimbingan dari beberapa pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala karunia, hidayah, kesempatan dan Kesehatan serta segala kemudahan yang dilimpahkan kepada penulis.
2. Ayah, Ibu, Ayi dan Zahra dengan tulus memberikan doa dan semangat serta segala bentuk dukungan yang tak terhingga dalam setiap langkah hidup penulis.
3. Ibu Merna Baharuddin, S.T., M.Tel.Eng., Ph.D. dan Ibu Andini Dani Achmad, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing terbaik yang rela membagi waktunya dalam membimbing penulis dari awal hingga akhir.
4. Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T. dan Prof. Dr. Ir. Syafruddin Syarif, MT. selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk menguji penulis, memberikan kritik dan saran yang sangat berguna dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak/Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat berharga serta seluruh Staff Departemen Teknik Elektro yang telah membantu penulis selama menempuh pendidikan di kampus ini.
6. Bapak Sandi selaku pembimbing lapangan yang rela meluangkan waktunya untuk mendampingi, membimbing serta memberikan arahan pada penulis dari awal hingga akhir penelitian tugas akhir ini.

7. Bapak Rivaldy selaku Menager Assurance & Maintenance Makassar serta seluruh karyawan PT. Telkom Akses Makassar yang telah membantu penulis dalam proses pengambilan data pada tugas akhir ini.
8. Sahabat-sahabat penulis “Sisiba” yang selalu ada dalam suka duka penulis dari awal perkuliahan hingga saat ini.
9. Teman-teman di Laboratorium Antena dan Propagasi Gelombang, di Laboratorium Jaringan Komputer, dan Laboratorium Telematika yang selalu menemani dan membantu penulis baik selama masa perkuliahan maupun masa pengerjaan tugas akhir ini.
10. Keluarga besar “CAL18RATOR” yang telah menemani penulis dari hari pertama hingga hari ini.
11. Keluarga besar Paware dan Safina yang telah memberikan dukungan, semangat dan cinta kepada penulis.
12. Zucy Fasmarani Lihin dan Mohammad Adzan Alfauzan, terima kasih atas segala bentuk dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
13. Seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini, Terima Kasih.

Gowa, 06 Maret 2023

Penulis

## ABSTRAK

**NURUL HIKMAH.** *Analisis Pengaruh Rugi – Rugi Fiber Optik Terhadap Kualitas Jaringan Indihome di PT. Telkom Akses Makassar* (dibimbing oleh Merna Baharuddin dan Andini Dani Achmad).

Berdasarkan data Infomedia dari PT. Telkom Akses Makassar untuk layanan *Indihome* pada bulan Januari hingga Juni 2022 diperoleh sebanyak 10.328 responden. Dari jumlah keseluruhan terdapat 39,9 % respon negatif dari pelanggan. angka terbesar dari respon negatif tersebut yaitu pada kondisi sering terjadi gangguan dan internet yang tidak stabil dengan persentase mencapai 66,9 %. Dampak negatif yang ditimbulkan oleh faktor penyebab adanya gangguan pada jaringan *Indihome* akan berdampak buruk terhadap pelanggan. Turunnya kualitas jaringan dapat menyebabkan perusahaan mengalami kerugian pendapatan serta peluang bisnis akibat menurunnya tingkat kepuasan pelanggan. Salah satu yang menjadi gangguan pada jaringan *Indihome* yaitu adanya rugi-rugi fiber optik. Dalam penelitian ini dilakukan analisis terkait rugi-rugi fiber optik (*macrobending*, *coupling* dan *rayleigh*) serta pengaruh yang ditimbulkan terhadap kualitas jaringan *indihome* di PT. Telkom Akses Makassar. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode *power link budget* dengan parameter redaman dan level daya terima. Adapun hasil penelitian yang diperoleh pada link dengan diameter *macrobending* sebesar 3 cm, 2 cm, 1,5 cm, 1 cm, dan 0,5 cm diperoleh daya terima berturut-turut -28,39 dBm, -28,39 dBm, -28,40 dBm, -28,73 dBm, dan -29,45 dBm. Untuk link yang mengalami rugi-rugi *coupling* diperoleh daya terima sebesar -28,936 dBm. Sementara untuk link yang mengalami rugi-rugi *rayleigh* diperoleh daya terima sebesar -30,833 dBm. Rugi-rugi fiber optik mempengaruhi kualitas jaringan. Adanya *macrobending*, *coupling* dan *rayleigh* menimbulkan redaman yang menyebabkan terjadinya penurunan daya pada titik gangguan sehingga redaman dan daya terima melebihi standar yang telah ditetapkan PT. Telkom Indonesia dan ITU-T.

Kata Kunci: Fiber Optik, *Indihome*, Kualitas Jaringan, Rugi-rugi, *Macrobending*, *Coupling*, *Rayleigh*, *Power Link Budget*.

## ABSTRACT

**NURUL HIKMAH.** Analysis of the Effect of Fiber Optic Loss on Indihome Network Quality at PT. Telkom Access Makassar (Supervised by Merna Baharuddin and Andini Dani Achmad)

Based on Infomedia data from PT. Telkom Access Makassar for indihome services from January to June 2022 was obtained by 10,328 respondents. Of the total, there were 39.9% negative responses from customers. The largest number of negative responses is in conditions of frequent disruptions and unstable internet with a percentage reaching 66.9%. The negative impact caused by the factors causing disruptions to the Indihome network will harm customers. The decline in network quality can cause companies to experience losses in revenue and business opportunities due to decreased customer satisfaction. One of the disturbances in the indihome network is the loss of fiber optics. This study conducted an analysis of fiber optic losses (macrobending, coupling, and rayleigh) and the influence caused by the quality of the indihome network at PT. Telkom Access Makassar. The analysis was carried out using the power link budget method with damping parameters and acceptability levels. The results of the study obtained on links with macro bending diameters of 3 cm, 2 cm, 1.5 cm, 1 cm, and 0.5 cm obtained receiving the power of -28.39 dBm, -28.39 dBm, -28.40 dBm, -28.73 dBm, and -29.45 dBm, respectively. For links that experience coupling losses, a receiving power of -28.936 dBm is obtained. Meanwhile, for links that experience rayleigh losses, a receptivity of -30.833 dBm is obtained. Fiber optic losses affect network quality. The presence of macro bending, coupling, and rayleigh causes damping which causes a decrease in power at the point of interference so that attenuation and acceptability exceed the standards set by PT. Telkom Indonesia and ITU-T.

**Keywords:** Fiber Optic, IndiHome, Network Quality, Loss, Macrobending, Coupling, Rayleigh, Power Link Budget.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Batasan Masalah .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Metode Penelitian .....	5
1.7. Sistematika Penulisan .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1. Pengertian Serat Optik (Fiber Optik) .....	7
2.2. Jenis – Jenis Serat Optik (Fiber Optik) .....	7
2.2.1 Multimode Step Index .....	7
2.2.2 Multimode Graded Index .....	8
2.2.3 Single Mode Step Index .....	8
2.3. Struktur Serat Optik (Fiber Optik) .....	9
2.3.1 Core .....	9
2.3.2 Cladding .....	10
2.3.3 Coating .....	10
2.4. Optical Power Meter (OPM) .....	10
2.5. Perambatan Cahaya Dalam Serat Optik (Fiber Optik) .....	11
2.6. Rugi – Rugi Fiber Optik .....	13
2.6.1 Rugi-Rugi Pembengkokan ( <i>Bending Losses</i> ) .....	13
2.6.2 Rugi – Rugi <i>Coupling</i> .....	14
2.6.3 Rugi – Rugi Rayleigh .....	15
2.7. <i>Optical Time – Domain Reflectometer</i> (OTDR) .....	15
2.8. Konfigurasi Jaringan .....	16
2.8.1 ME (Metro Ethernet) .....	16
2.8.2 OLT (Optical Line Terminal) .....	17
2.8.3 FTM (Fiber Termination Management) .....	17
2.8.4 ODC ( <i>Optical Distribution Cabinet</i> ) .....	17
2.8.5 ODP ( <i>Optical Distribution Point</i> ) .....	17
2.8.6 ONT ( <i>Optical Network Terminal</i> ) .....	17
2.8.7 <i>Patch Cord</i> .....	17
2.8.8 Kabel Feeder .....	18

2.8.9	Kabel Distribusi .....	18
2.8.10	Kabel Drop Core .....	18
2.9.	Parameter Kualitas Jaringan.....	18
2.9.1	Power Link Budget .....	18
2.9.2	Level Daya Terima ( <i>Rx Power</i> ) .....	20
2.10.	Penelitian Terkait .....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		22
3.1.	Jenis Penelitian.....	22
3.2.	Waktu Penelitian .....	22
3.3.	Lokasi Penelitian.....	22
3.4.	Teknik Pengumpulan Data.....	22
3.5.	Teknik Analisis Data.....	23
3.6.	Alur Penelitian .....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		26
4.1.	Rugi – Rugi Bending (Macrobending).....	27
4.1.1	Diagram Blok Pengukuran.....	27
4.1.2	Rugi – Rugi Akibat Macrobending.....	29
4.1.3	Hasil Pengukuran Daya.....	34
4.2.	Rugi – Rugi Coupling .....	34
4.2.1	Diagram Blok Pengukuran.....	35
4.2.2	Hasil Pengukuran Menggunakan OTDR .....	36
4.2.3	Hasil Pengukuran Daya.....	37
4.3.	Rugi – Rugi Rayleigh.....	38
4.3.1	Diagram Blok Pengukuran.....	38
4.3.2	Hasil Pengukuran Menggunakan OTDR .....	40
4.3.3	Hasil Pengukuran Daya.....	41
4.4.	Hasil Perhitungan Secara Teori.....	41
4.4.1	Perhitungan Total Redaman.....	41
4.4.2	Perhitungan Level Daya Terima (PRx).....	42
4.5.	Hasil Pengukuran Lapangan .....	43
4.5.1	Hasil Pengukuran Level Daya Terima (PRx) pada OPM .....	44
4.5.2	Redaman Total Hasil Pengukuran pada OPM .....	44
4.5.3	Perbandingan Hasil Perhitungan Teori dan Lapangan.....	45
4.6.	Analisis Kualitas Jaringan.....	47
4.6.1	Analisis Redaman.....	47
4.6.2	Analisis Level Daya Terima.....	48
BAB V PENUTUP.....		52
5.1.	Kesimpulan .....	52
5.2.	Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA .....		55
LAMPIRAN.....		57

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Pengklasifikasian nilai level daya terima.....	20
Tabel 2 Penelitian Terkait .....	21
Tabel 3 Spesifikasi Tipe kabel G.657A2 .....	26
Tabel 4 Spesifikasi Link .....	27
Tabel 5 Event Table Pengukuran OTDR diameter Macrobending 3 cm.....	29
Tabel 6 Event Table Pengukuran OTDR diameter Macrobending 2 cm.....	30
Tabel 7 Event Table Pengukuran OTDR diameter Macrobending 1,5 cm.....	31
Tabel 8 Event Table Pengukuran OTDR diameter Macrobending 1 cm.....	32
Tabel 9 Event Table Pengukuran OTDR diameter Macrobending 0,5 cm.....	33
Tabel 10 Hasil Pengukuran Daya pada Penggunaan lamda 1490 nm.....	34
Tabel 11 Spesifikasi Link.....	35
Tabel 12 Event table fiber optik yang dikopel .....	37
Tabel 13 Hasil Pengukuran Daya.....	37
Tabel 14 Spesifikasi Link.....	38
Tabel 15 Event Table Rugi – Rugi Rayleigh .....	40
Tabel 16 Hasil Pengukuran Daya.....	41
Tabel 17 PRx pada Fiber Optik yang Mengalami Macrobending .....	44
Tabel 18 PRx pada Fiber Optik yang Dikopel .....	44
Tabel 19 PRx pada Fiber Optik yang Mengalami Hamburan Rayleigh .....	44
Tabel 20 Redaman Total pada Fiber Optik yang Mengalami Macrobending Berdasarkan Hasil Pengukuran OPM.....	45
Tabel 21 Redaman Total pada Fiber Optik yang Dikopel Berdasarkan Hasil Pengukuran OPM.....	45
Tabel 22 Redaman Total pada Fiber Optik yang Mengalami Hamburan Rayleigh Berdasarkan Hasil Pengukuran OPM .....	45
Tabel 23 Perbandingan Hasil Perhitungan Teori dan Lapangan pada Fiber Optik yang Mengalami Macrobending .....	46
Tabel 24 Perbandingan Hasil Perhitungan Teori dan Lapangan pada Fiber Optik yang dikopel.....	46
Tabel 25 Perbandingan Hasil Perhitungan Teori dan Lapangan pada Fiber Optik yang Mengalami Hamburan Rayleigh.....	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Perbandingan Jenis Serat Optik.....	9
Gambar 2 Struktur Fiber Optik .....	10
Gambar 3 Optical Power Meter (OPM) .....	11
Gambar 4 Proses Perambatan Cahaya pada Fiber Optik .....	12
Gambar 5 Skema Macrobending.....	14
Gambar 6 Penggandengan Ragam (Mode Coupling) .....	14
Gambar 7 Penyebaran Rayleigh.....	15
Gambar 8 Konfigurasi Jaringan FTTH .....	16
Gambar 9 Gambaran Pengukuran .....	23
Gambar 10 Alur Penelitian.....	24
Gambar 11 Diagram Blok Pengukuran Redaman .....	28
Gambar 12 Diagram Blok Pengukuran Daya Pancar (PTx) pada ODP.....	28
Gambar 13 Diagram Blok Pengukuran Daya Terima (PRx) pada ONT.....	28
Gambar 14 Grafik Pengukuran OTDR diameter Macrobending 3 cm .....	29
Gambar 15 Grafik Pengukuran OTDR diameter Macrobending 2 cm .....	30
Gambar 16 Grafik Pengukuran OTDR diameter Macrobending 1,5 cm .....	31
Gambar 17 Grafik Pengukuran OTDR diameter Macrobending 1 cm .....	32
Gambar 18 Grafik Pengukuran OTDR diameter Macrobending 0,5 cm .....	33
Gambar 19 Diagram Blok Pengukuran Redaman.....	35
Gambar 20 Diagram Blok Pengukuran Daya Pancar (PTx) pada ODP.....	36
Gambar 21 Diagram Blok Pengukuran Daya Terima (PRx) pada ONT.....	36
Gambar 22 Grafik pengukuran OTDR pada fiber optik yang dikopel.....	36
Gambar 23 Diagram Blok Pengukuran Redaman.....	39
Gambar 24 Diagram Blok Pengukuran Daya Pancar (PTx) pada ODP.....	39
Gambar 25 Diagram Blok Pengukuran Daya Terima (PRx) pada ONT.....	39
Gambar 26 Grafik pengukuran rugi – rugi rayleigh pada OTDR .....	40

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Infomedia PT. Telkom Akses Makassar .....	57
---	----

## DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
ITU-T	International Telecommunication Union
FTTH	Fiber To The Home
NTE	Network Terminal Equipment
GPON	Gigabit Passive Optical Network
OTDR	Optical Time Domain Reflectometer
OPM	Optical Power Meter
STO	Sentral Telepon Otomatis
ME	Metro Ethernet
OLT	Optical Line Terminal
FTM	Fiber Termination Management
ODC	Optical Distribution Cabinet
ODP	Optical Distribution Point
ONT	Optical Network Terminal
Mbps	Megabit Per Second
dB	Desibel
dBm	dBmilliwatt
$\mu\text{m}$	Mikro Meter
nm	Nano Meter
km	Kilometer
m	Meter
cm	Centimeter
NA	Numerical Aperture
$\theta_{\text{Maks}}$	Sudut ( $^{\circ}$ ) Maksimum
n	Indeks Bias
$n_1$	Indeks Bias Inti
$n_2$	Indeks Bias Cladding
$\alpha$	Redaman (dB)

$\alpha_f$	Redaman Total Kabel (dB)
$\alpha_c$	Redaman Total Konektor (dB)
$\alpha_s$	Redaman Total Sambungan (dB)
$\alpha_{tot}$	Redaman Total (dB)
$l_f$	Redaman Kabel per km (dB/km)
L	Panjang Kabel (km)
$N_c$	Jumlah Konektor
$l_c$	Redaman Konektor (dB)
$N_s$	Jumlah Sambungan
$l_s$	Redaman Sambungan (dB)
$PT_x$	Power Transmitter / Daya Pancar (dBm)
$PR_x$	Power Receiver / Daya Terima (dBm)

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Fiber optik merupakan salah satu media transmisi data dengan kecepatan akses yang tinggi, *bandwidth* yang besar, serta lebih resisten dan tahan terhadap gangguan elektromagnetik seperti cuaca dan lainnya (Anonymous,2022). Sehingga sebagian besar industri atau perusahaan telekomunikasi telah beralih ke teknologi fiber optik. Salah satu dari banyak perusahaan yang menggunakan teknologi fiber optik yaitu PT. Telkom Akses.

PT Telkom Akses didirikan untuk mendukung percepatan pembangunan jaringan fiber optik dan modernisasi jaringan *copper to fiber*. Telkom Akses merupakan anak perusahaan PT. Telkom Indonesia yang bergerak dibidang bisnis penyediaan layanan instalasi jaringan akses, pembangunan infrastruktur jaringan, pengelola *Network Terminal Equipment* (NTE), serta operasi dan pemeliharaan jaringan akses (Anonymous,2022). Salah satu yang menjadi tanggung jawab PT. Telkom Akses adalah pembangunan jaringan *Indihome*. *Indihome* adalah layanan digital yang menyediakan Internet Rumah, Telepon Rumah dan TV Interaktif (*Indihome* TV) dengan beragam pilihan paket. Saat ini, jaringan *Indihome* sudah tersebar di seluruh wilayah Indonesia, dan terus berinovasi untuk memenuhi kebutuhan internet yang lebih baik bagi masyarakat (Anonymous,2022). Meskipun jaringan *Indihome* menggunakan teknologi fiber optik yang mana telah diketahui memiliki banyak keunggulan, namun bukan berarti bahwa jaringan *Indihome* tidak pernah mengalami gangguan.

Berdasarkan data Infomedia dari PT. Telkom Akses Makassar (Lampiran 1) untuk layanan *indihome* pada bulan Januari hingga Juni 2022 diperoleh sebanyak 10.328 responden. Dari jumlah keseluruhan terdapat 39,9 % respon negatif dari pelanggan. angka terbesar dari respon negatif tersebut yaitu pada kondisi sering terjadi gangguan dan internet yang tidak stabil dengan persentase mencapai 66,9 %.

Dampak negatif yang ditimbulkan oleh faktor penyebab adanya gangguan pada jaringan *Indihome* akan berdampak buruk terhadap pelanggan. Turunnya performansi jaringan dapat menyebabkan perusahaan mengalami kerugian pendapatan serta peluang bisnis akibat menurunnya tingkat kepuasan pelanggan. Sehingga jaringan akses *Indihome* harus tetap handal dan berkualitas tinggi agar dapat mempertahankan dan meningkatkan jumlah pelanggan. Maka dari itu penelitian terkait rugi rugi fiber optik dilakukan untuk mengetahui pengaruh beberapa parameter penyebab rugi – rugi fiber optik terhadap kualitas jaringan akses *Indihome*.

Penelitian terkait rugi rugi fiber optik bukan pertama kali dilakukan oleh penulis. Peneliti peneliti lain telah lebih dahulu melakukan penelitian terkait rugi – rugi pada fiber optik. Beberapa penelitian diantaranya yaitu penelitian dengan judul “Analisis Perhitungan Rugi-Rugi Pada Serat Optik”, penelitian ini mengkaji mengenai rugi – rugi dengan menggunakan satu tipe serat optik *single mode* dan dua sumber cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda. Pengukuran dilakukan menggunakan OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*) dimana hasil yang diperoleh dari OTDR dibandingkan dengan hasil perhitungan secara teori. Penelitian ini dilakukan untuk memperkirakan kemungkinan rugi – rugi yang terjadi pada serat optik (Siswanto, 2005).

Penelitian lain terkait rugi – rugi fiber optik yaitu “Analisa Rugi-Rugi Serat Optik Menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer* Dengan Aplikasi *AQ77932 Emulation*”, penelitian ini memperhitungkan rugi-rugi dari *link* Pontianak - Sungai raya dan *link* GCC (Jalan Purnama) - GI (Jalan Karya) dengan membandingkan parameter baku dari pabrikan mengenai karakteristik core (inti) dan struktur serat optik yang lainnya dengan hasil pengukuran dilapangan (Habib dkk., 2015).

Penelitian selanjutnya yaitu “Studi Kasus Rugi-Rugi Serat Optik dan Analisis Daya dengan Metoda *Link Budget* Pada Jaringan Serat Optik STO Ahmad Yani”, penelitian ini menganalisis rugi-rugi serat optik terhadap sistem komunikasi serat optik di PT. Telkom ARNET 1 Bandung Timur, menggunakan kabel serat

optik *multimode* tipe G655 C dan G652 D dengan menggunakan alat ukur OTDR. Rugi – rugi yang dianalisis pada penelitian ini yaitu rugi – rugi kabel beserta rugi – rugi akibat peyambungan (Novriyanto dkk., 2013).

Penurunan kualitas jaringan biasanya disebabkan oleh adanya gangguan pada jaringan tembaga maupun fiber optik (Adi Nugroho dkk., 2021). Buruknya kualitas jaringan *Indihome* disebabkan berbagai macam faktor gangguan, misalnya panjang kabel optik yang terlalu panjang mengakibatkan redaman semakin besar; penggunaan konektor yang salah; kualitas modem/ONT (*Optical Network Terminal*); serta kualitas instalasi kabel rumah (IKR) yang kurang bagus (Ananda, 2019).

Dari beberapa penelitian sebelumnya memiliki kesamaan yakni membahas mengenai rugi – rugi fiber optik dengan menggunakan alat ukur yang sama, hanya saja jenis rugi – rugi yang diperhitungkan atau dianalisis berbeda, penelitian terdahulu juga hanya membahas perhitungan dan analisis rugi – rugi saja. Maka dari itu penulis akan melakukan penelitian terkait rugi – rugi fiber optik yakni : rugi - rugi *bending*, *coupling*, dan *rayleigh* untuk melihat seberapa besar pengaruh yang ditimbulkan rugi – rugi fiber optik tersebut, dan bagaimana pengaruh yang di timbulkan terhadap kualitas jaringan *Indihome*. Adapun judul penelitian pada tugas akhir ini yaitu **ANALISIS PENGARUH RUGI – RUGI FIBER OPTIK TERHADAP KUALITAS JARINGAN INDIHOME DI PT. TELKOM AKSES MAKASSAR.**

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat di rumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh rugi – rugi *bending* (*macrobending*) terhadap kualitas jaringan *Indihome* di PT. Telkom Akses Makassar ?
2. Bagaimana pengaruh rugi – rugi *coupling* pada fiber optik terhadap kualitas jaringan *Indihome* di PT. Telkom Akses Makassar ?

3. Bagaimana pengaruh rugi – rugi *rayleigh* pada fiber optik terhadap kualitas jaringan *Indihome* di PT. Telkom Akses Makassar ?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah :

1. Untuk menganalisis dan mengevaluasi pengaruh rugi – rugi *bending* (*macrobending*) terhadap kualitas jaringan *Indihome* di PT. Telkom Akses Makassar.
2. Untuk menganalisis dan mengevaluasi pengaruh rugi - rugi *coupling* pada fiber optik terhadap kualitas jaringan *Indihome* di PT. Telkom Akses Makassar.
3. Untuk menganalisis dan mengevaluasi pengaruh rugi - rugi *rayleigh* pada fiber optik terhadap kualitas jaringan *Indihome* di PT. Telkom Akses Makassar.

### 1.4. Batasan Masalah

Untuk mengoptimalkan hasil penelitian, maka dalam penelitian ini diberikan batasan masalah yaitu hanya berfokus / berpusat pada pengaruh rugi – rugi fiber optik yang disebabkan oleh *bending* (*macrobending*), *coupling* dan hamburan *rayleigh* serta bagaimana pengaruhnya terhadap kualitas jaringan *Indihome* di PT. Telkom Akses Makassar.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Penulis, penelitian ini sangat berguna untuk menambah wawasan serta pengetahuan penulis terkait pengaruh rugi – rugi fiber optik terhadap kualitas jaringan.
2. Bagi Institusi Pendidikan Departemen Teknik Elektro khususnya konsentrasi Telekomunikasi, penelitian ini dapat menjadi referensi ilmiah terkait pengaruh rugi – rugi fiber optik terhadap kualitas jaringan *Indihome*.

3. Bagi Masyarakat, penelitian ini dapat memberikan pengetahuan serta informasi terkait rugi – rugi fiber optik yang dapat mempengaruhi kualitas jaringan pelanggan *Indihome*.

## 1.6. Metode Penelitian

Metode penelitian yang di lakukan pada tugas akhir ini adalah :

1. Studi literatur

Studi literatur merupakan metode penelitian yang berisi kajian penulis atas referensi-referensi yang ada dengan cara pengadaan studi dari buku, jurnal, internet dan sumber bahan pustaka, dan informasi lain yang dapat menunjang penulisan laporan penelitian ini.

2. Pengambilan data

Dilakukan pengambilan data dimana data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer berupa data yang diperoleh sendiri. Data inilah sebagai penunjang dari penelitian yang dilakukan. Pengumpulan data dilakukan berdasarkan hasil pengukuran dan pengamatan dilapangan.

3. Pengolahan data

Pengolahan data penelitian ini yaitu dengan melakukan perhitungan berdasarkan teori dengan menggunakan rumus power link budget, dengan parameter redaman dan daya terima, selain perhitungan teori, data juga diolah dengan melakukan perhitungan pada hasil pengukuran dilapangan.

4. Analisa hasil pengolahan data.

Dilakukan proses analisis terhadap data yang telah diolah pada tahap sebelumnya, sehingga dapat ditarik kesimpulan untuk diolah lebih lanjut.

5. Simpulan

Simpulan diperoleh setelah dilakukan korelasi antara hasil pengolahan data dan masalah yang diteliti sehingga simpulan merupakan hasil akhir dari penelitian ini dan mampu menjawab semua masalah yang telah diuraikan sebelumnya.

## **1.7. Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi uraian tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan teori-teori penunjang materi penelitian yang diambil dari berbagai sumber ilmiah yang digunakan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas jenis penelitian, waktu dan lokasi penelitian, teknik pengumpulan data, teknik analisis data, serta alur penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini.

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

Bab ini membahas tentang hasil penelitian, permasalahan serta pemecahan masalah.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi simpulan yang telah diperoleh dari bab – bab sebelumnya serta saran dari penulis yang perlu untuk ditingkatkan dan dikembangkan pada penelitian - penelitian selanjutnya.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pengertian Serat Optik (Fiber Optik)**

Serat optik merupakan sebuah teknologi pengirim data yang menggunakan benang (kaca/plastik) sebagai media transmisinya. Kabel serat optik memiliki koneksi yang sangat stabil serta tidak dipengaruhi oleh cuaca yang sedang terjadi. Kabel ini memiliki kecepatan dalam mentransfer data mencapai 100 Mbps. Serat optik ialah saluran transmisi yang terdiri dari helaian optik murni yang sangat tipis dan dapat mengirim informasi digital dalam jarak yang cukup jauh (Zhafirah, 2020).

Serat optik adalah suatu dielektrik *waveguide* yang beroperasi pada frekuensi optik atau cahaya. Serat optik berbentuk silinder dan menyalurkan energi gelombang elektromagnetik dalam bentuk cahaya di dalam permukaannya dan mengarahkan cahaya pada sumbu axisnya. Hal-hal yang mempengaruhi transmisi dengan *waveguide* ditentukan oleh karakteristik bahannya, yang merupakan faktor penting dalam penyaluran suatu sinyal sepanjang serat optik (Habib dkk., 2015).

Serat optik adalah salah satu media transmisi yang mampu menyalurkan data dengan kapasitas besar dengan kehandalan tinggi. Kehandalan serat optik (fiber optic) ini diperoleh karena serat optik (fiber optic) menggunakan gelombang optik (cahaya laser) sebagai gelombang pembawanya. Kecepatan transfer data yang mampu dilakukan melalui serat optik ini dapat mencapai 200.000 Mbps (Habib dkk., 2015).

#### **2.2. Jenis – Jenis Serat Optik (Fiber Optik)**

Serat optik terdiri dari 3 jenis, yaitu :

##### **2.2.1 Multimode Step Index**

Pada jenis multimode step index ini, diameter core lebih besar dari diameter cladding. Dampak dari besarnya diameter core menyebabkan

rugi-rugi dispersi waktu transmitnya besar. Penambahan prosentase bahan silica pada waktu pembuatan. Tidak terlalu berpengaruh dalam menekan rugi - rugi dispersi waktu transmit (Hariyadi, 2018).

### **2.2.2 Multimode Graded Index**

Pada jenis serat optik multimode graded index ini. Core terdiri dari sejumlah lapisan gelas yang memiliki indeks bias yang berbeda, indeks bias tertinggi terdapat pada pusat core dan berangsur-angsur turun sampai ke batas core-cladding. Akibatnya dispersi waktu berbagai mode cahaya yang merambat berkurang sehingga cahaya akan tiba pada waktu yang bersamaan. Multimode Graded Index mempunyai karakteristik sebagai berikut :

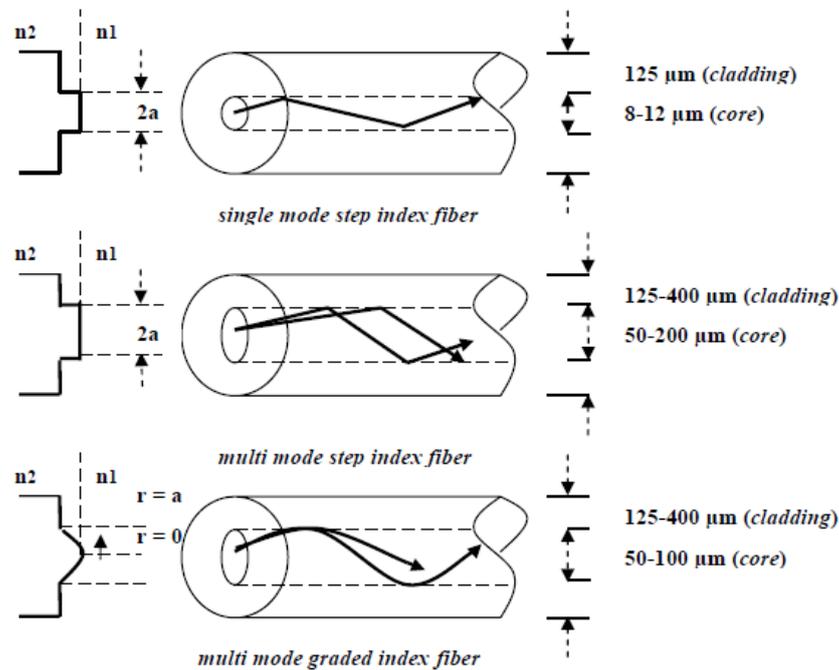
- a. Cahaya merambat karena difraksi yang terjadi pada core sehingga rambatan cahaya sejajar dengan sumbu serat.
- b. Dispersi minimum sehingga baik jika digunakan untuk jarak menengah.
- c. Ukuran diameter core antara  $30\ \mu\text{m}$  –  $60\ \mu\text{m}$ . lebih kecil dari multimode step Index dan dibuat dari bahan silica glass.
- d. Harganya lebih mahal dari serat optik Multimode Step Index karena proses pembuatannya lebih sulit (Hariyadi, 2018).

### **2.2.3 Single Mode Step Index**

Pada jenis single mode step index. Baik core maupun claddingnya dibuat dari bahan silica glass. Ukuran core yang jauh lebih kecil dari cladding dibuat demikian agar rugi-rugi transmisi berkurang akibat fading. Singlemode Step Index mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- a. Serat optik Singlemode Step Index memiliki diameter core yang sangat kecil dibandingkan ukuran claddingnya.
- b. Ukuran diameter core antara  $2\ \mu\text{m}$  –  $10\ \mu\text{m}$ .
- c. Cahaya hanya merambat dalam satu mode saja yaitu sejajar dengan sumbu serat optik.

- d. Memiliki redaman yang sangat kecil.
- e. Memiliki bandwidth yang lebar.
- f. Digunakan untuk transmisi data dengan bit rate tinggi.
- g. Dapat digunakan untuk transmisi jarak dekat, menengah dan jauh (Hariyadi, 2018).



Gambar 1 Perbandingan single mode step index, multi mode step index, dan multi mode graded index serat optik

### 2.3. Struktur Serat Optik (Fiber Optik)

Struktur fiber optik terdiri menjadi 3 bagian, yaitu :

#### 2.3.1 Core

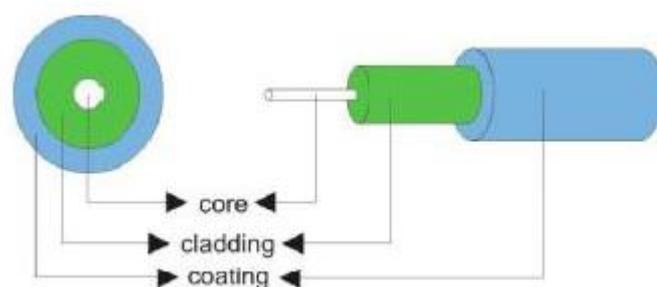
Bagian yang paling utama dinamakan inti (core). Gelombang cahaya yang dikirim akan merambat dan mempunyai indeks bias lebih besar dari lapisan kedua, dan terbuat dari kaca. Inti (core) mempunyai diameter yang bervariasi antara 5 – 50  $\mu\text{m}$  tergantung jenis serat optiknya (Hariyadi, 2018).

### 2.3.2 Cladding

Bagian kedua dinamakan lapisan selimut/selubung (cladding). Bagian ini mengelilingi bagian inti dan mempunyai indeks bias lebih kecil dibanding dengan bagian inti, dan terbuat dari kaca (Hariyadi, 2018).

### 2.3.3 Coating

Bagian ketiga dinamakan jacket (coating). Bagian ini merupakan pelindung lapisan inti dan selimut yang terbuat dari bahan plastik elastis (Hariyadi, 2018).



Gambar 2 Struktur fiber optik

## 2.4. Optical Power Meter (OPM)

Alat ukur ini dipakai untuk mengukur total loss dalam sebuah link optik baik saat instalasi (uji akhir) atau pemeliharaan. Redaman diukur dalam satuan decibel (dB). *Loss* atau redaman dinyatakan dalam  $L(\text{dB}) = P_{\text{in}}(\text{dBm}) - P_{\text{out}}(\text{dBm})$  atau  $L(\text{dB}) = 10 \times \log(P_{\text{in}}/P_{\text{out}})$ . Pada saat melakukan pengukuran atau pengetesan sering menggunakan *patchcord*, sehingga kondisi *patchcord* ini harus terjamin performansi dan kualitasnya. Setiap *patchcord* yang akan dipakai harus dites, hasil ukur *patchcord* dibandingkan dengan spesifikasi teknis pabrik, dan bersihkan seluruh konektor sebelum pengetesan dengan menggunakan kapas/tissue atau udara semprot seperti *dush off*. Beberapa hal yang harus diperhatikan saat mengoperasikan alat ukur *Optical Power Meter* yaitu dengan menggunakan panjang gelombang yang tepat, konektor yang tepat, jenis fiber yang dapat diukur adalah *Single Mode* dan *Multi Mode*. Setelah itu yang terakhir adalah melakukan

kalibrasi (Firdaus dkk., 2016). Gambar *Optical Power Meter* terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Optical Power Meter (OPM)

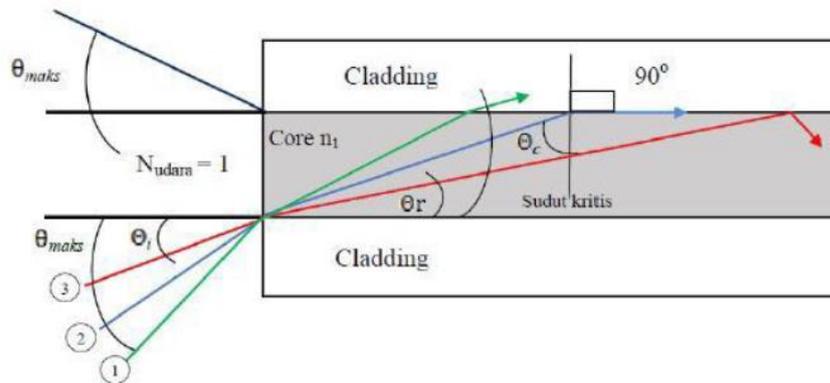
## 2.5. Perambatan Cahaya Dalam Serat Optik (Fiber Optik)

Sistem komunikasi serat optik terkait dengan perambatan energi cahaya pada serat optik. Cara serat optik melewatkan cahaya bergantung dari sifat cahaya dan struktur serat optik yang dilewati. Dari sudut pandang telekomunikasi, cahaya adalah suatu bentuk energi yang merambat dalam bentuk gelombang. Itulah sebabnya, serat optik juga disebut *optical waveguide*, karena berfungsi sebagai pembimbing gelombang cahaya (Hariyadi, 2018).

Cahaya merambat dalam dua medium berbeda dengan tiga cara yaitu merambat lurus, dibiaskan dan dipantulkan. Saat cahaya melintasi dua media yang berbeda, ada bagian cahaya yang dipantulkan kembali ke medium pertama dan sebagian lainnya dibiaskan (Hariyadi, 2018).

Perambatan cahaya di sepanjang serat optik terjadi karena pemantulan internal sinar optik yang terjadi pada perbatasan *core* dan pembungkusnya. Pemantulan ini disebabkan oleh adanya perbedaan indeks bias antara *core* dan *cladding*. Jika seberkas cahaya memasuki suatu medium dengan indeks bias yang berbeda, proses pembiasan atau pemantulan cahaya yang terjadi dapat dijelaskan menggunakan Hukum Snellius (Nugroho, 2005).

Penerapan Hukum Snellius dilakukan pada proses pemantulan dan pembiasan sinar pada bidang batas antara dua medium yang berbeda. Sinar yang datang dari medium rapat ( $n_1$ ) ke medium kurang rapat ( $n_2$ ) akan dibiaskan menjauhi garis normal (Sakinah, 2016).



Gambar 4 Proses perambatan cahaya pada fiber optik

Keterangan gambar : 1. Cahaya masuk kedalam cladding; 2. Cahaya yang masuk dengan sudut kritis; 3. Cahaya yang merambat kedalam inti.

Banyak cahaya yang dapat merambat dalam serat optik ditentukan oleh besar *Numerical Aperture* (NA). Sinar cahaya merambat melalui jalur diskrit pada serat. Setiap jalur yang berbeda disebut mode dan sesuai dengan sudut kejadian tertentu. Akibatnya, mode yang berbeda membutuhkan waktu yang berbeda untuk menempuh perjalanan sepanjang fiber. *Numerical Aperture* dibatasi oleh perbedaan indeks bias antara cladding dan inti (Sibuea, 2020).

Gambar 4 menunjukkan adanya sudut  $\theta_{maks}$  yang merupakan sudut maksimum penerimaan agar cahaya dapat masuk kedalam serat optik. Cahaya tidak dapat masuk apabila melebihi wilayah  $\theta_{maks}$  karena cahaya yang masuk dengan sudut datang lebih besar daripada  $\theta_{maks}$  akan menyebabkan cahaya yang masuk tidak dapat berlanjut keluar. Sedangkan semua cahaya yang berada dalam wilayah  $\theta_{maks}$  dapat masuk dalam serat optik dengan batas kritis sejauh  $\theta_{maks}$  (Sibuea, 2020).

Besarnya nilai *Numerical Aperture* (NA) ditentukan dengan persamaan berikut:

$$NA = n \sin \theta_{maks} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (1)$$

Dimana :  $n$  = indeks bias; bias udara =1;  $n_1$ = indeks bias inti; dan  $n_2$  = indeks bias selubung (cladding).

## 2.6. Rugi – Rugi Fiber Optik

Rugi-rugi serat optik adalah melemahnya cahaya akibat adanya kebocoran atau hilang. Besaran pelemahan daya pada serat optik dinyatakan sebagai perbandingan antara daya pancaran awal terhadap daya yang diterima dan dinyatakan dalam decibel (dB). Rugi-rugi serat optik/*attenuasi* sangat berpengaruh pada kinerja sistem transmisi serat optik (Murjiono, 2019).

### 2.6.1 Rugi-Rugi Pembengkokan (*Bending Losses*)

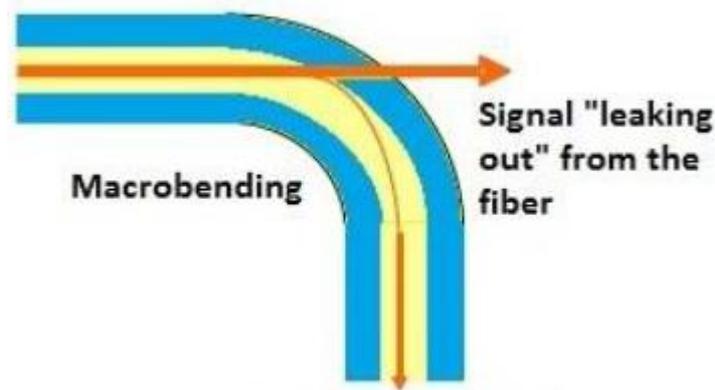
Pembengkokan (*bending*) terdapat dua jenis yaitu *makrobending* dan *mikrobending*. Penyebab timbulnya kedua pembengkokan tersebut sangat berbeda serta menimbulkan rugi – rugi dengan mekanisme yang berbeda pula.

Pembengkokan mikro adalah suatu pembengkokan mikroskopis dari inti fiber yang disebabkan oleh laju penyusutan (*contraction*) thermal yang sedikit berbeda antara bahan inti dan bahan pelapis. Pembengkokan mikro dapat juga timbul bila fiber berulang kali digulung menjadi suatu kabel fiber majemuk (*multifiber cable*), atau bila digulung pada kelos-kelos untuk memudahkan pengangkutannya. Makin tajam belokan itu dibuat, makin banyak pula ragam-ragam yang terlepas pada belokan. Pembengkokan makro adalah pelengkungan fiber optik (Siswanto, 2005). Lekukan-makro adalah lekukan kabel optik dengan radius lekukan yang mempengaruhi banyaknya pelemahan sinyal yang berpropagasi dalam inti. Adanya lekukan dengan radius lekukan lebih besar dari radius inti serat optik mengakibatkan sebagian sinyal hilang terutama dalam lekukan serat optik. Jari-jari lekukan ketika mulai terjadi perubahan signifikan pada besar rugi-rugi *macrobending* disebut dengan *critical radius* (Sakinah, 2016).

Apabila serat optik melengkung, maka bagian luar menjadi tertarik lebih panjang sehingga kepadatan material berubah. Hal tersebut mengakibatkan

berubahnya indeks bias dan akan mengakibatkan perubahan lintasan penjalaran suatu sinyal. Sudut pemantulan total akan berubah ketika serat optik di lekukan dan akan terjadi rugi-rugi dimana sudut datang sinar lebih kecil dari pada sudut kritis sehingga sinar tidak dipantulkan sempurna tapi dibiaskan (Sakinah, 2016).

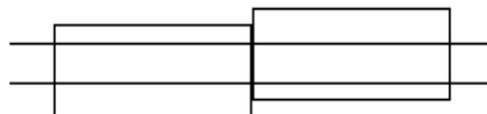
Perubahan proses penjalaran cahaya pada serat optik karena *macrobending losses* akan mengakibatkan perubahan pada performansi sistem komunikasi serat optik (Buwana dkk., 2014).



Gambar 5 Skema macrobending

### 2.6.2 Rugi – Rugi *Coupling*

Daya yang sudah dilepaskan dengan baik ke dalam suatu ragam yang merambat mungkin kemudian digandengkan ke dalam suatu ragam bocor atau ragam radiasi pada sebuah titik yang agak jauh pada fiber. Efek penggandengan ini dapat terjadi karena rugi-rugi ini timbul pada saat serat optik dikopel/disambungkan dengan sumber cahaya atau *photodetector* (Siswanto, 2005).

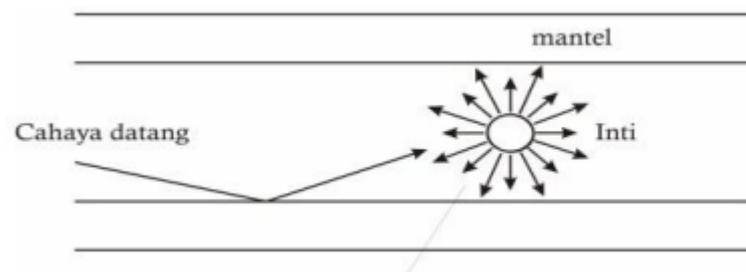


Gambar 6 Penggandengan (*Coupling*)

### 2.6.3 Rugi – Rugi Rayleigh

Penyebaran *Rayleigh* terjadi sebagai akibat tidak homogenya indeks bias pada core serat optik. Bilamana pada core serat optik terjadi perubahan indeks bias yang lebih pendek daripada panjang gelombang sinar yang dirambatkan, maka akan terjadi hamburan (Anonymous,2022).

Pencaran *Rayleigh* (*Rayleigh scatter*) adalah efek terpencarnya cahaya akibat terjadinya perubahan kecil yang bersifat lokal pada indeks bias bahan inti dan bahan mantel. Dikatakan bersifat lokal karena perubahan hanya terjadi di lokasi-lokasi tertentu saja di dalam bahan (Sari, 2010).



Gambar 7 Penyebaran rayleigh

Dalam Gambar 7 diperlihatkan bahwa cahaya terpecah dan terpancar ke segala arah. Semua komponen pancaran sinar yang kini merambat dengan sudut datang kurang dari sudut kritis akan dapat menembus mantel dan hilang sebagai rugi daya. Intensitas pancaran *Rayleigh* bergantung pada ukuran daerah perubahan relatif terhadap panjang gelombang cahaya yang bersangkutan. Oleh karena itu cahaya dengan panjang gelombang paling kecil, atau frekuensi tertinggi, akan paling besar terkena dampak pancaran ini (Z & Fausiah, 2019).

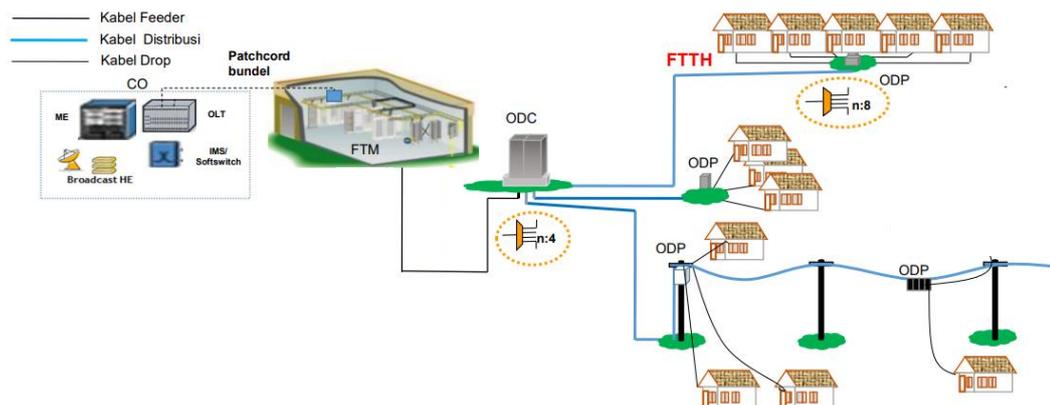
## 2.7 *Optical Time – Domain Reflectometer (OTDR)*

OTDR atau *Optical Time Domain Reflection* merupakan alat yang digunakan untuk mengevaluasi suatu serat optik pada domain waktu. OTDR dapat menganalisis setiap dari jarak akan insertion loss, reflection dan rugi-rugi yang muncul pada setiap titik, serta dapat menampilkan informasi pada layar tampilan.

Prinsip kerja OTDR yaitu OTDR mengirimkan pulsa pendek berupa cahaya (antara  $5\mu\text{s}$  s/d  $20\mu\text{s}$ ) pulsa yang semakin lebar bisa mengukur fiber optik yang lebih panjang tetapi dengan resolusi yang rendah, pulsa yang lebih sempit bisa mengukur dengan resolusi yang lebih tinggi tetapi hanya valid untuk jarak pengukuran optik yang lebih pendek (Z & Fausiah, 2019).

OTDR akan menghitung waktu pengiriman pulsa dan waktu kedatangan cahaya yang kembali untuk menentukan jarak antara titik pengukuran dan event. Cahaya yang kembali diterima karena adanya ketidakseragaman karakteristik fiber optik karena adanya konektor, sambungan, tekukan, dan kerusakan fiber. OTDR kemudian mendeteksi dan menganalisa kekuatan cahaya yang kembali (*backscatter signal*) pada rentang waktu kirim dan terima untuk menentukan redaman pada fiber sekaligus mengkararakteristikan jenis event (konektor, sambungan, tekukan, dan kerusakan fiber). (Z & Fausiah, 2019).

## 2.8 Konfigurasi Jaringan



Gambar 8 Konfigurasi jaringan

### 2.8.1 ME (Metro Ethernet)

ME adalah jaringan area metropolitan yang didasarkan pada standar Ethernet. Biasanya digunakan untuk menghubungkan pelanggan ke jaringan layanan yang lebih besar atau Internet.

### **2.8.2 OLT (Optical Line Terminal)**

OLT adalah suatu perangkat aktif yang berfungsi untuk mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal optik serta sebagai alat multiplex.

### **2.8.3 FTM (Fiber Termination Management)**

Adalah suatu perangkat yang digunakan untuk terminasi, interkoneksi dan cross connect fisik kabel optik baik dari outside plant (OSP), maupun dari perangkat aktif, serta merupakan tempat melakukan fungsi monitoring dan pengukuran fiber optik.(sesuai STEL L-055-2011) versi 1

### **2.8.4 ODC (Optical Distribution Cabinet)**

ODC adalah suatu perangkat pasif yang diinstalasi diluar STO baik *outdoor* maupun *indoor* yang memiliki fungsi sebagai titik terminasi ujung kabel feeder dan pangkal kabel distribusi, sebagai titik distribusi untuk fleksibilitas, tempat splitter, dan tempat penyambungan.

### **2.8.5 ODP (Optical Distribution Point)**

ODP adalah suatu perangkat pasif yang diinstalasi diluar STO baik *outdoor* maupun *indoor* yang memiliki fungsi sebagai titik terminasi ujung kabel distribusi dan titik awal/pangkal kabel drop, sebagai titik pembagi dari kabel distribusi menjadi beberapa saluran penangkal (kabel drop), sebagai tempat splitter (1:8), serta sebagai tempat penyambungan (*splice*).

### **2.8.6 ONT (Optical Network Terminal)**

ONT adalah suatu perangkat aktif yang dipasang disisi pelanggan dan mempunyai fungsi untuk mengubah sinyal optik menjadi sinyal elektrik serta sebagai demultiplex.

### **2.8.7 Patch Cord**

Utas penyambung / kabel interkoneksi dimana kedua ujungnya telah terpasang konektor, yang dapat digunakan untuk menghubungkan port dengan port atau menghubungkan perangkat dengan terminal.

### **2.8.8 Kabel Feeder**

Kabel serat optik yang menghubungkan antara *central office* sampai ODC.

### **2.8.9 Kabel Distribusi**

Kabel distribusi adalah kabel serat optik yang menghubungkan antara ODC hingga ODP.

### **2.8.10 Kabel Drop Core**

Kabel Drop Core adalah kabel serat optik yang menghubungkan port ODP hingga port ONT.

## **2.9 Parameter Kualitas Jaringan**

### **2.9.1 Power Link Budget**

Power Link Budget adalah hasil dari total redaman optik yang diizinkan sepanjang sumber titik optik sampai di titik penerima, hasil yang didapat dari redaman kabel. Perhitungan redaman total, daya terima, serta margin daya tersebut yang dikenal sebagai analisa Power Link Budget. Link Budget dilakukan untuk mendapatkan jaringan yang optimal pada perancangan ini. Perhitungan dilakukan berdasarkan standarisasi ITU-T G.984 dan juga peraturan yang diterapkan oleh PT. Telkom, yaitu jarak tidak lebih dari 20 km dan redaman total tidak lebih dari 28 dB. Tujuan menghitung Link Budget untuk memastikan daya yang cukup agar sampai ke penerima untuk mempertahankan kualitas yang optimal selama pemakaian sistem. Untuk menghitung redaman berdasarkan daya yang telah diketahui dalam pengukuran redaman menggunakan Optical Power Meter, maka digunakan persamaan (2) sebagai berikut (Safitri dkk., 2016) :

$$\alpha = P_{Tx} - P_{Rx} \quad (2)$$

Dimana :

$\alpha$  = *attenuation* (dB)

$P_{Tx}$  = Daya yang dipancarkan (dBm)

$P_{Rx}$  = Daya yang diterima (dBm)

Untuk menghitung total *loss* pada kabel fiber optik digunakan persamaan (3) sebagai berikut :

$$\alpha_f = L * l_f \quad (3)$$

Dimana :

$\alpha_f$  = Redaman total pada kabel (dB)

$L$  = Panjang kabel fiber optik (km)

$l_f$  = Redaman yang timbul per km (dB/Km)

Untuk menghitung *loss* konektor digunakan persamaan (4) sebagai berikut

$$\alpha_c = N_c * l_c \quad (4)$$

Dimana :

$\alpha_c$  = Redaman total yang ditimbulkan oleh konektor (dB)

$N_c$  = Total konektor yang dipakai

$l_c$  = Redaman konektor (dB)

Untuk menghitung *loss splice* digunakan persamaan (5) sebagai berikut

$$\alpha_s = N_s * l_s \quad (5)$$

Dimana :

$\alpha_s$  = Redaman total yang ditimbulkan oleh *splice* (dB)

$N_s$  = Total *splice*/sambungan

$l_s$  = Redaman *splice*/sambungan (dB)

Untuk mencari perhitungan *Power Link Budget* digunakan persamaan (6) sebagai berikut (Andhina dkk., 2019) :

$$\alpha_{tot} = (L * l_f) + (N_c * l_c) + (N_s * l_s) + \text{Other Losses} + \text{System Margin} \quad (6)$$

Dimana :

$\alpha_{tot}$  = Redaman total (dB)

$L$  = Panjang kabel fiber optik (Km)

$l_f$  = Redaman yang timbul per km (dB/Km)

$N_c$  = Total konektor yang dipakai (dB)

$l_c$  = Redaman yang ditimbulkan oleh konektor (dB)

$N_s$  = Total *splice*/sambungan (dB)

$l_s$  = Redaman yang ditimbulkan oleh *splice* (dB)

SP = Redaman *splitter* (dB)

### 2.9.2 Level Daya Terima (*Rx Power*)

*Gigabit Passive Optical Network* (GPON) merupakan teknologi jaringan yang menggunakan fiber optik seluruhnya dengan parameter kualitas jaringannya adalah *Rx Power*. *Rx Power* merupakan nilai daya terima yang akan di hasilkan dari pengukuran secara total. *Rx Power* satuan pengukurannya adalah dBm (dB milliwatt) merupakan satuan kekuatan sinyal/daya pancar. Menurut peraturan dari PT. Telkom Indonesia jarak yang telah ditentukan tidak lebih dari 20 km sedangkan untuk total redaman tidak boleh lebih dari 28 dB dan sinyal yang diterima tidak boleh kurang dari -28 dBm (Safitri dkk., 2016).

Tabel 1 Pengklasifikasian nilai level daya terima PT. Telkom Indonesia

Level Daya Terima (dBm)	Keterangan
-13 sampai dengan – 19	Sangat Baik
-19 sampai dengan – 25	Baik
-25 sampai dengan – 28	Lambat <i>Loading</i>
Di bawah -28	Putus/Buruk

Sumber : PT. Telkom Indonesia

## 2.10 Penelitian Terkait

Tabel 2 Penelitian terkait

No	Judul	Metode	Hasil	Perbedaan
1	Analisis Perhitungan Rugi-Rugi Pada Serat Optik	Power link budget	Hasil penelitian ini berupa tampilan grafis nilai rugi-rugi terhadap jarak kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan (berdasarkan teori) dengan bantuan software visual basic versi 6.	Fokus pada pembahasan perhitungan rugi – rugi optik dengan melakukan analisis menggunakan software Visual Basic versi 6
2	Analisa Rugi-Rugi Serat Optik Menggunakan Optical Time Domain Reflectometer Dengan Aplikasi AQ77932 Emulation	Power link budget	Rugi-rugi akan mempengaruhi performansi sistem komunikasi serat optik jika nilai rugi-rugi dari hasil pengukuran melebihi nilai hasil perhitungan link power budget, nilai rugi-rugi yang melebihi nilai perhitungan link power budget akan membuat core tersebut tidak layak sebagai media transmisi serat optik.	Penelitian ini memfokuskan pada rugi – rugi intrinsik dan ekstrinsik.
3	Studi Kasus Rugi-Rugi Serat Optik dan Analisis Daya dengan Metoda Link Budget Pada Jaringan Serat Optik STO Ahmad Yani	Power link budget	Pada penelitian ini diperoleh hasil dari pengukuran rugi - rugi kabel dan penyambungan dengan menggunakan OTDR dan hasil analisis perhitungan menggunakan metode power link budget pada enam link STO Ahmad Yani. Dimana 2 diantaranya dikatakan tidak layak karena rugi - rugi yang diperoleh melebihi standarisasi yang telah di tetapkan PT. Telkom. hal tersebut dikarenakan kabel yang digunakan pada link tersebut merupakan kabel lama.	Memfokuskan pada rugi-rugi serat optik terhadap sistem komunikasi serat optik di PT. Telkom ARNET 1 Bandung Timur, menggunakan kabel serat optik multimode tipe G 655 C dan G652 D. B dengan menggunakan alat ukur OTDR. Rugi – rugi yang dianalisis pada penelitian ini yaitu rugi – rugi kabel beserta rugi – rugi akibat peyambungan.