

**ANALISIS KUALITAS SAMBUNGAN KABEL *FIBER OPTIC*
MENGUNAKAN METODE *MECHANICAL SPLICING* DAN
*FUSION SPLICING***

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Fajar**

Oleh

YEHESKIEL M

1720221060



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

MAKASSAR

2022



**Analisis Analisis Kualitas Sambungan Kabel *Fiber Optic* Menggunakan
Metode *Mechanical Splicing* Dan *Fusion Splicing***

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Fajar

YEHESKIEL M

1720221060

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS FAJAR**

MAKASSAR

2022

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KUALITAS SAMBUNGAN KABEL *FIBER OPTIC*
MENGUNAKAN METODE *MECHANICAL SPLICING*
DAN *FUSION SPLICING*

Disusun oleh :

Yehekiel M
1720221060

Telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing

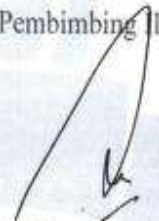
Makassar, Mei 2022

Pembimbing I



Ika Puspista, ST., MT
NIDN. 0927098801

Pembimbing II



Zaryanti Zainuddin, ST., MT
NIDN.0907048004

Mengetahui,

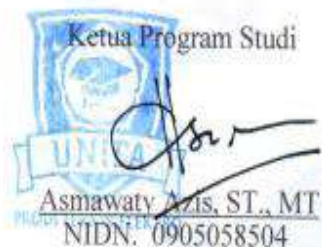
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Enniati, S.T., M.T.
NIDN. 0906107701

UNIVERSITAS
DEKAN FAKULTAS
TEKNIK

Ketua Program Studi



Asmawaty Azis, ST., MT
NIDN. 0905058504

UNIFA

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yeheskiel M

Stambuk : 1720221060

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tugas akhir ini yang berjudul “Analisis Kualitas Sambungan Kabel *Fiber Optic* Menggunakan Metode *Mechanical Splicing* Dan *Fusion Splicing*” benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tugas akhir ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 20 Mei 2022

Yang Menyatakan



METERAI
10.000
METERAI
TEMPEL
00206A X970627561
Yeheskiel M

KATA PENGANTAR


Assalamu‘alaikum Warahmatullahi Wabarakatuuuh

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan YME atas beribu nikmat ataupun karunia-Nya yang telah diberikan, sehingga terselesaikan tepat waktu, proposal skripsi yang berjudul “Analisis Kualitas Sambungan Kabel *Fiber Optic* Menggunakan Metode *Mechanical Splicing* Dan *Fusion Splicing*”. Meskipun terdapat beberapa hambatan yang dilalui oleh penulis selama penyusunan proposal skripsi ini, tanpa adanya dukungan bantuan dan partisipasi dari berbagai pihak, proposal skripsi ini tidak akan pernah terselesaikan. Sehingga penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Erniati, ST.MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar.
2. Ibu Asmawaty Azis, ST.,MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Fajar.
3. Ibu Asmawaty Azis, ST.,MT. selaku penasehat akademik yang telah membimbing dalam segala proses.
4. Ibu Ika Puspista, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ibu Zaryanti Zainuddin, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II.
6. Orang tua yang telah memberikan dukungan dan motivasi serta pengorbanan materi dan doa dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
7. Dosen-dosen Prodi Teknik Elektro Universitas Fajar.
8. Teman-teman Program Studi Teknik Elektro 2017. Terima kasih atas kebersamaan, cerita selama ini dan memberi masukan serta arahan dalam penulisan proposal skripsi .
9. HME FT-UNIFA yang telah memberikan kami kesempatan berlembaga.
10. KBMFT-UNIFA yang telah menerima kami menjadi keluarga.
11. Senior serta adik-adik yang telah melengkapi perjalanan dalam penulisan tugas akhir yang kami buat.
12. Seluruh orang-orang yang telah membantu kami selama proses pengerjaan tugas akhir ini.

Akhirnya, kepada Tuhan YME jualah penulis kembalikan semua permasalahan yang berada di luar kemampuan. Semoga Tuhan YME senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kami atas usaha, perjuangan dan pengorbanan yang dilakukan.

Makassar, 20 Mei 2022



Penulis

ABSTRAK

Analisis Kualitas Sambungan Kabel *Fiber Optic* Menggunakan Metode *Mechanical Splicing* dan *Fusion Splicing*, Yeheskiel M. *Fiber Optic* merupakan media transmisi yang beroperasi pada frekuensi optik atau cahaya, yang banyak digunakan untuk jaringan lokal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan *loss* redaman dan *loss* total redaman *Fiber Optic* dengan menggunakan Metode *Mechanical Splicing* dan *Fusion Splicing*. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisa Kualitas Sambungan Kabel *Fiber Optic* menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) dan perhitungan standar ITU-T. Untuk mengetahui kualitas jaringan yang baik, perlu dilakukan analisa perbandingan pengukuran dilapangan dan perhitungan sesuai standar ITU-T. Pada penyambungan kabel *Fiber Optic* dari ODP ke ONT menggunakan jenis kabel yang sama dan juga titik penyambungan yang sama, bertujuan agar mendapatkan hasil yang lebih akurat. Adapun *Fiber Optic* yang diamati menggunakan kabel *Fiber Optic* Single Mode pada titik penyambungan 56m, 87m, 150m, 143m dan 293m. Hasil yang diperoleh berupa tabel kerugian dari penyambungan *Fiber Optic*. Pada pengukuran dilapangan dengan metode penyambungan *Mechanical Splicing* didapatkan hasil redaman sambungan 0.017dB, 0.026dB, 0.047dB dan total loss redaman 0.226dB, 0.364dB dan 0.421dB. Pada pengukuran dilapangan dengan metode penyambungan *Fusion Splicing* didapatkan hasil redaman sambungan 0.012dB, 0.015dB, 0.013dB dan total loss redaman 0.214dB, 0.271dB dan 0.308dB. Dari hasil yang diperoleh maka dianalisis bahwa penyambungan menggunakan metode *Fusion Splicing* menghasilkan redaman yang lebih kecil dibandingkan dengan penyambungan menggunakan metode *Mechanical Splicing*.

Kata Kunci : *Fiber Optic*, *Mechanical Splicing*, *Fusion Splicing*, *Optical Distribution Point*(ODP), *Optical Network Termination* (ONT), OTDR, standar ITU-T.

ABSTRACT

Quality Analysis of Fiber Optic Cable Connections Using Mechanical Splicing and Fusion Splicing Methods, Yeheskiel M. Fiber Optic is a transmission medium that operates at optical or light frequencies, which are widely used for local networks. This study aims to compare the attenuation loss and total fiber attenuation loss using Mechanical Splicing and Fusion Splicing methods. This research was conducted by analyzing the Quality of Fiber Optic Cable Connections using an Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) and calculating the ITU-T standard. To find out a good network quality, it is necessary to do a comparative analysis of measurements in the field and calculations according to the ITU-T standard. In splicing Fiber Optic cables from ODP to ONT using the same type of cable and also the same connection point, aiming to get more accurate results. The Fiber Optic observed using Single Mode Fiber Optic cable at connection points 56m, 87m, 150m, 143m and 293m. The results obtained are in the form of a table of losses from fiber optic splicing. In field measurements using the Mechanical Splicing method, the connection attenuation results are 0.017dB, 0.026dB, 0.047dB and the total loss attenuation is 0.226dB, 0.364dB and 0.421dB. In the field measurements using the Fusion Splicing method, the connection attenuation results are 0.012dB, 0.015dB, 0.013dB and the total loss attenuation is 0.214dB, 0.271dB and 0.308dB. From the results obtained, it is analyzed that the splicing using the Fusion Splicing method produces a smaller attenuation than the splicing using the Mechanical Splicing method.

Keywords: *Fiber Optic, Mechanical Splicing, Fusion Splicing, Optical Distribution Point (ODP), Optical Network Termination (ONT), OTDR, ITU-T standard.*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Metode Pengumpulan Data.....	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Teori	5
2.1.1. Fiber optic	5
2.1.2. Jenis-Jenis <i>Fiber Optic</i>	7
2.1.3. Cara Kerja <i>Fiber Optic</i>	11
2.1.4. Sambungan <i>Fiber Optic</i>	11
2.1.5. Redaman <i>Fiber Optic</i>	15
2.1.6. Optical Time Domain Reflection (OTDR).....	17
2.1.7. Optical Power Meter (OPM).....	20
2.1.8. Standar ITU-T	21
2.2. <i>State Of The Art</i>	22
2.3. Kerangka Berfikir.....	27

BAB III.....	28
METODE PENELITIAN	28
3.1. Tahap Penelitian.....	28
3.2. Rancangan Sistem	29
3.3. Tempat dan Waktu Penelitian	32
3.4. Alat dan Bahan yang Digunakan.....	32
3.5. Metode Pengumpulan Data.....	33
3.5.1. Data Primer	33
3.5.2. Data Sekunder	33
3.6. Metode Analisa Data	33
BAB IV	35
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1. Hasil Penelitian	35
4.1.1. Data Hasil Pengukuran	37
4.1.2. Data Hasil Perhitungan	39
4.1.3. Data Hasil Perbandingan Pengukuran Dan Perhitungan	44
4.2. Pembahasan	46
4.2.1. Perbandingan nilai redaman sambungan pengukuran dan standar	46
4.2.2. Perbandingan Nilai Pengukuran Dan Perhitungan Redaman Total Antar Alat Sambung <i>Fast Connector</i> Dan Alat Sambung <i>Splicer</i>	48
4.2.3. Perbandingan Nilai Pengukuran Dan Perhitungan Redaman Total Antar Alat Sambung <i>Fast Connector</i> Dan Alat Sambung <i>Splicer</i>	50
4.2.4. Perbandingan Selisi Nilai Pengukuran Antar Alat Sambung <i>Fast Connector</i> Dan Alat Sambung <i>Splicer</i>	52
4.2.5. <i>Connector</i> Dan Alat Sambung <i>Splicer</i>	53
BAB V.....	54
SIMPULAN DAN SARAN	54
5.1. Simpulan.....	54
5.2. Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	xii
LAMPIRAN	xiv

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Standart redaman	22
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu (<i>State of The Art</i>)	22
Tabel 3. 1 Parameter yang akan diuji:.....	30
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran <i>loss</i> redaman dari ODP-TMA-FG/46 ke ONT menggunakan alat sambung <i>Fast Connector</i> dan sambung <i>Spliser</i> tahap ke 1 38	
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Total <i>Loss</i> redaman dari ODP ke ONT menggunakan alat sambung <i>Fast Connector</i> dan alat sambung <i>Spliser</i> tahap ke 2	38
Tabel 4. 3 Standar Perhitungan Pengukuran ODP ke ONT menggunakan alat sambung <i>Fast Connector</i> dan alat sambung <i>Spliser</i>	40
Tabel 4. 4 Standar Perhitungan redaman pada jumlah sambungan yang berbeda menggunakan alat sambung <i>Fast Connector</i> dan alat sambung <i>Spliser</i>	41
Tabel 4. 5 Standar Hasil Perhitungan ODP ke ONT antara alat sambung <i>Fast Connector</i> dan alat sambung <i>Spliser</i>	43
Tabel 4. 6 Standar hasil Perhitungan redaman pada jumlah sambungan yang berbeda menggunakan alat sambung <i>Fast Connector</i> dan alat sambung <i>Spliser</i>	43
Tabel 4. 7 Hasil perbandingan pengukuran redaman sambungan dan standar ITU-T	44
Tabel 4. 8 Hasil perbandingan pengukuran dan perhitungan redaman total antar alat sambung <i>Fast Connector</i> dan alat sambung <i>Spliser</i>	44
Tabel 4. 9 Hasil perbandingan pengukuran dan perhitungan redaman total antar alat sambung <i>Fast Connector</i> dan alat sambung <i>Spliser</i> pada jumlah sambungan yang berbeda	45
Tabel 4. 10 Hasil perbandingan pengukuran redaman sambungan dan standar ITU-T ...	46
Tabel 4. 11 Perbandingan akumulasi nilai redaman total hasil pengukuran dan perhitungan.....	48
Tabel 4. 12 Hasil perbandingan pengukuran dan perhitungan redaman total antar alat sambung <i>Fast Connector</i> dan alat sambung <i>Spliser</i> pada jumlah sambungan yang berbeda	50
Tabel 4. 13 Hasil perbandingan Selisi pengukuran antar alat sambung <i>Fast Connector</i> dan alat sambung <i>Spliser</i> tahap 1	52
Tabel 4. 14 Hasil perbandingan Selisi pengukuran antar alat sambung <i>Fast Connector</i> dan alat sambung <i>Spliser</i> tahap 2	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1. Struktur <i>Fiber Optic</i>	5
Gambar 2. 2. Kabel <i>Single Mode</i>	7
Gambar 2. 3. Kabel <i>Multi Mode</i>	7
Gambar 2. 4. Kabel <i>Single Mode Step Index</i>	8
Gambar 2. 5. Kabel <i>Multi Mode Step Index</i>	9
Gambar 2. 6. Kabel <i>Multi Mode Graded Index</i>	10
Gambar 2. 7. Alat Sambungan <i>Fast Connector</i>	12
Gambar 2. 8. Alat Sambung <i>Splicer</i>	13
Gambar 2. 9. <i>Optical Time Domain Reflection (OTDR)</i>	17
Gambar 2. 10. <i>Optical Power Meter (OPM)</i>	20
Gambar 2. 11. Kerangka Berfikir.....	27
Gambar 3. 1. Tahapan Penelitian	28
Gambar 3. 2. Skenario Pengujian Penyambungan <i>Fusion Splicing</i> Serat Optik dari ODP ke ONT	30
Gambar 3. 3. Skenario Pengujian Penyambungan <i>Mechanical Splicing</i> Serat Optik dari ODP ke ONT	30

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Pada jaringan komputer terdapat komponen-komponen pendukung seperti host/komputer pengguna, server, *switch* serta kabel sebagai penghubung dan penyalur data. Sampai saat ini terdapat beberapa jenis kabel yang biasanya digunakan dalam instalasi jaringan komputer seperti kabel *coaxial* dan kabel *twisted*. Seiring kemajuan zaman, masyarakat menginginkan akses kecepatan yang lebih tinggi serta kemampuan transfer data lebih maksimal.

Kabel *coaxial* dan *twisted* sudah cukup memenuhi standard tetapi tetap memerlukan adanya inovasi terbaru dengan berbagai macam kelebihan. Kecepatan akses yang tinggi terhadap suatu jaringan pastinya menjadi hal yang paling utama untuk keperluan *browsing* di internet. Hal inilah yang melatarbelakangi kemunculan kabel *fiber optic*. Dengan keperluan internet yang semakin meningkat membuat *fiber optic* tidak membutuhkan waktu lama untuk mendapatkan tempat tersendiri di masyarakat.

Fiber optic merupakan suatu media transmisi dielektrik *waveguide* yang beroperasi pada frekuensi optik atau cahaya, terbuat dari serat kaca dan plastik yang menggunakan bias cahaya dalam mentransmisikan data. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser karena memiliki *spectrum* yang sangat sempit. Cahaya yang ada di dalam serat optik tidak keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar dari pada indeks bias dari udara, karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi *fiber optic* sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi (Darmawan, 2017).

Kualitas jaringan *fiber optic* ditentukan oleh kualitas instalasi. Dalam suatu instalasi kabel *fiber optic* tidak bisa lepas dari proses penyambungan. Ketika sambungan *fiber optic* memiliki kualitas yang bagus maka performa jaringan tersebut akan juga bagus, namun bila kualitas sambungan buruk maka akan muncul suatu gangguan seperti lambat pada jaringan internet. Gangguan tersebut biasa terjadi karena adanya peningkatan nilai redaman yang melewati batas wajar redaman yang ditentukan.

Terdapat dua Teknik yang dapat dilakukan dalam menyambungkan

serat optik, yaitu *mechanical splicing* dan *Fusion splicing*. *Mechanical splicing* adalah teknik yang tidak menggunakan mesin *Fusion splicer* melainkan menggunakan Fibrlok II 2529 dan *Jelly*. Pada prinsipnya penyambungan yang dilakukan adalah mengepres serat optik dengan fibrlok II 2529 dengan bahan *jelly (fast connector)* tanpa menggunakan mesin seperti *Fusion splicer*.

Sedangkan *Fusion splicing* adalah metode penyambungan serat optik yang memberikan hasil paling permanen dan menimbulkan daya rugi paling rendah. Dalam teknik penyambungan *Fusion* terdapat urutan langkah-langkah proses pengerjaannya. Pada prinsipnya penyambungan yang dilakukan adalah menyolder ujung-ujung kedua serat optik yang telah disesuaikan posisinya. (Dzulkiflih, 2016 : 03).

Menurut penelitian sebelumnya Firman & Julian (2020), melakukan analisis pengaruh penyambungan kabel *fiber optic* terhadap kecepatan jaringan internet. Pada penelitian tersebut pengukuran dilakukan dengan menggunakan *optical line terminal (OLT)*, *Fiber Termination Management (FTM)*, dan *Optical Distribution Cabinet (ODC)* dan hasilnya akan dibandingkan dengan hasil hitungan matematis.

Mohammad & Dzulkiflih (2016), melakukan analisis penyambungan *fiber optic* dengan metode *Fusion splicing* pada jaringan telekomunikasi di Kampus Universitas Negeri Surabaya Ketintang. Pada penelitian tersebut digunakan metode *Fusion splicing* untuk penyambungan serat optik dan mengukur adanya *splicing loss* dan *loss* (redaman).

PT. Cendekia Global Solusi telah menerapkan Teknologi GPON (*Gigabit Passive Optical Network*). GPON merupakan teknologi yang dipilih oleh PT Cendekia Global Solusi untuk menanggulangi jaringan *fiber to the home* dan juga perusahaan tersebut memiliki keunggulan tersendiri dengan layanan *dedicated* dan *point to point (PTP)*. Namun Pada perancangan konfigurasi *fiber to the home (FTTH)* atau pun *point to point (PTP)*, para pengguna jaringan ini sering mengalami peningkatan redaman yang melewati batas wajar redaman yang ditentukan. Panjang span *fiber* dan banyaknya *splicing* di sepanjang span *fiber* dapat menjadi salah satu factor gangguan peningkatan

redaman ini. Jarak juga merupakan salah satu faktor penyebab redaman, karena pada sistem komunikasi serat *optik*, redaman terjadi dalam jarak tertentu. Semakin besar jarak antara pemancar dan penerima, semakin besar redaman yang dihasilkan. (Muharor, Asmara, & Bonok, 2019)

Dengan adanya permasalahan di atas maka dilakukan “**Analisis Kualitas Sambungan Kabel *Fiber Optic* Dengan Menggunakan Metode *Mechanical Splicing* Dan *Fusion Splicing*”**. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas sambungan kabel *fiber optic* yang paling ideal antara alat sambungan *fast connector* dan alat sambungan *splicer* serta dapat juga dijadikan bahan evaluasi PT. Cendekia Global Solusi terhadap kualitas jaringan *fiber optik* yang dimiliki oleh perusahaan ini.

1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi acuan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a) Bagaimana hasil perbandingan *loss* redaman dan *loss total* redaman *fiber optic* dengan menggunakan alat sambung *fast connector* dan alat sambung *splicer*?
- b) Bagaimana cara menentukan batas jarak dan jumlah penyambungan kabel *fiber optic* dengan menggunakan alat sambung *fast connector* dan alat sambung *splicer*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai pada penulisan tugas akhir ini adalah :

- a) Mengetahui dan memahami hasil perbandingan *loss* redaman dan *loss total* redaman *fiber optic* dengan menggunakan alat sambung *fast connector* dan alat sambung *splicer*.
- b) Mengetahui dan memahami cara menentukan batas jarak dan jumlah penyambungan kabel *fiber optic* dengan menggunakan alat sambung *fast connector* dan alat sambung *splicer*.

1.4. Batasan masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a) Melakukan pengukuran pada parameter serat optik, seperti *loss* redamandan *loss* total redaman kabel serat optik.
- b) Perangkat yang digunakan adalah OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*) dan OPM (*Optical Power Meter*).
- c) Menganalisa dampak yang terjadi dari penyambungan *fiber optic*.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan adanya tugas akhir ini dapat dipakai sebagai masukan dan referensi bagi PT. Cendekia Global Solusi Makassar, dalam melakukan sambungan kabel *fiber optic* terkait perbedaan hasil pengukuran sambungan kabel *fiber optic* menggunakan alat sambung *fast connector* dan alat sambung *splicer*.

1.6. Metode Pengumpulan Data

Adapun teknik-teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data oleh peneliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Studi literatur. Mempelajari dan mencari referensi mengenai penyambungan kabel *fiber optic* dengan menggunakan alat sambung *fast connector* dan alat sambung *splicer*.
- b) pengukuran lapangan. Dalam hal ini melakukan pengukuran pada kabel *fiber optic* dengan menggunakan alat sambung *fast connector* dan alat sambung *splicer*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

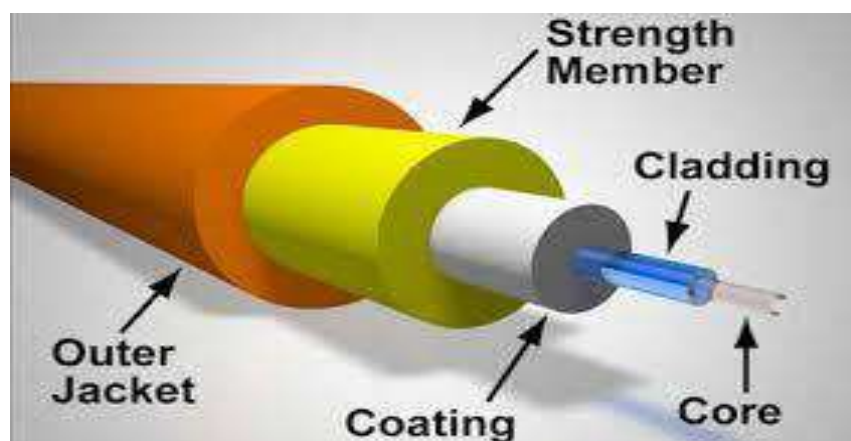
2.1. Tinjauan Teori

2.1.1. Fiber optic

Fiber optic adalah saluran *transmisi* atau kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus lebih kecil dari rambut, dan dapat digunakan untuk mengirimkan sinyal cahaya dari satu tempat ke tempat lain. (Hidayati & Nuryadi, 2019).

Dikarena sistem kerjanya menggunakan pembiasan cahaya maka transmisi dapat dilakukan dengan kecepatan tinggi. Sedangkan cahaya yang digunakan pada proses transmisi yaitu cahaya yang bersumber dari LED atau laser. Karena memiliki kecepatan yang tinggi, *fiber optic* banyak dijumpai sebagai saluran komunikasi, sehingga pengguna bisa menjangkau berbagai hal dengan kecepatan yang optimal pula. Sementara kelemahan serat optik, yaitu terjadinya loss atau rugi serat optik yang mengakibatkan data hilang atau terhambat dalam pengirimannya. (Rambe, 2003).

Pada umumnya penggunaan kabel *fiber optic* pada jaringan telekomunikasi yaitu, sebagai *backbone*, misalnya untuk menghubungkan jaringan antar pulau, atau menghubungkan antara kantor cabang, gedung dan lainnya. Kabel *fiber optic* sangat bermanfaat untuk mentransmisikan jutaan data dari kantor ke kantor dan pulau ke pulau.



Gambar 2. 1. Struktur *Fiber Optic*

(Sumber: <https://socs.binus.ac.id/2018/12/06/kabel-fiber-optic/>)

Berikut beberapa komponen utama yang membentuk kabel *fiber optic*:

1. Pelindung yang menyelimuti bagian inti, yaitu bagian *cladding*. Biasanya berukuran mulai dari 5 μ m hingga 250 μ m. Komponennya terbuat dari silikon yang berfungsi untuk melindungi *core* dan pemandu gelombang cahaya.
2. Terbuat dari bahan kaca dengan ukuran yang sangat kecil, disebut bagian inti (*core*). Biasanya bagian ini berdiameter 2 μ m hingga 50 μ m. Sehingga semakin besar diameter *fiber optic*, maka semakin baik pula performanya.
3. Bagian terluar dari *fiber optic* yaitu bagian *strength member & outer jacket*. Bagian ini berfungsi untuk melindungi 3 lapisan terdalam dari gangguan fisik secara langsung.
4. Mantel yang terbuat dari serat optik berbeda dari *cladding* dan *core* disebut bagian *coating*. *Coating* berfungsi sebagai lapisan pelindung, yang melindungi inti dan *cladding* dari lengkungan dan kelembaban udara pada kabel. *Coating* terbuat dari bahan plastik dan juga untuk tempat kode warna dari tiap- tiap *tube*. (Hilman,2018).

A. Keunggulan *Fiber Optic*

Keunggulan pada penggunaan *fiber optic*, diantaranya:

1. Lebarnya pita frekuensi (*bandwidht*)
2. Dibandingkan kabel tembaga redaman *fiber optic* sangat rendah
3. Tahan terhadap gangguan gelombang elektromagnetik
4. Dapat menyalurkan informasi digital dengan kecepatan tinggi dan berat serat optik kecil dan juga ringan.
5. Tidak mengalirkan arus listrik
6. Terjaminnya kerahasiaan informasi dengan keamanan yang tinggi
7. *Crosstalk* yang disebabkan lebih rendah
8. Tahan terhadap temperatur tinggi
9. Tahan terhadap oksidasi

B. Kelemahan *Fiber Optic*

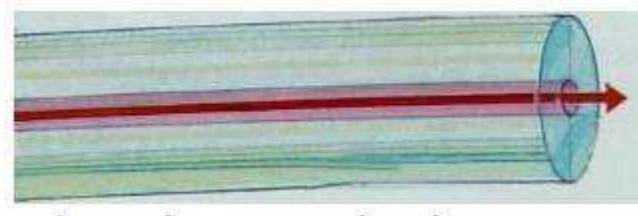
Beberapa kelemahan yang juga dimiliki oleh *fiber optic* adalah sebagai berikut:

1. Lemah dan rentannya konstruksi yang dimiliki serat optik
2. Bila terjadi tekanan dari luar yang berlebihan maka karakteristik transmisi dapat berubah
3. Tidak dapat memberikan catuan pada pemasangan *repeater* karena *fiber optic* tidak dapat dialiri arus listrik secara langsung.
4. Instalasi *fiber optic* lebih kompleks

2.1.2. Jenis-Jenis *Fiber Optic*

Fiber optic memiliki beberapa jenis, jika kita melihat berdasarkan *mode* transmisinya, kita mengenal dua jenis teknologi serat *optic* yaitu:

a. *Fiber Optic Mode Tunggal (Single Mode)*

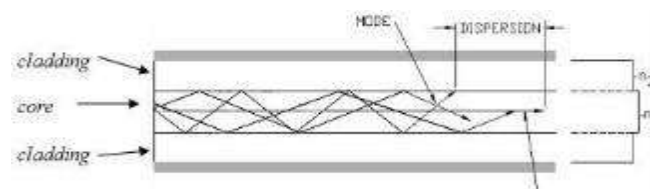


Gambar 2. 2. Kabel *Single Mode*

(Sumber: Andhina, Waluyo, & Darmono, 2019)

Jenis kabel *fiber optic* ini memiliki transmisi tunggal, jadi hanya bisa mentransmisikan cahaya melalui satu inti dalam satu waktu. *Fiber optic mode* tunggal ini memiliki kabel berukuran sangat kecil, yaitu sekitar 9 mikrometer. Biasanya digunakan untuk transmisi jarak jauh dengan kecepatan tinggi, dan paket *loss* lebih kecil dari pada serat *multimode*. (Andhina, Waluyo, & Darmono, 2019).

b. *Fiber Optic Mode Multi (Multi Mode)*



Gambar 2. 3. Kabel *Multi Mode*

(Sumber: Andhina, Waluyo, & Darmono, 2019)

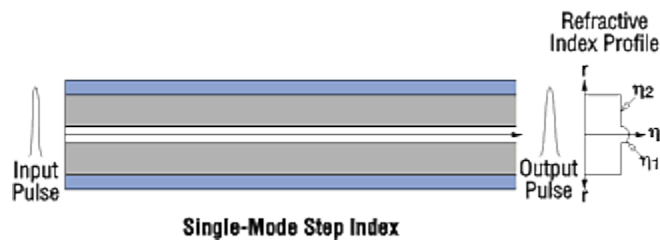
Fiber optic mode multi adalah kebalikan dari *fiber optic mode* tunggal, yaitu memiliki inti yang lebih besar, dengan ukuran kurang lebih 625

mikrometer. Ukurannya yang lebih besar membuat *diber optic mode* multi bisa mentransmisikan banyak cahaya dalam satu waktu / secara bersamaan. Karena kapasitasnya yang besar, jenis kabel ini sering digunakan untuk tujuan komersil, untuk mengakomodasi pengguna yang jumlahnya juga banyak.

Berbeda dengan *fiber optic mode* tunggal, jenis kabel ini bisa mengirimkan sinar infrared dengan panjang gelombang 850 hingga 1300 nanometer. Serat ini mempunyai inti yang relatif besar (berdiameter 1 mm) dan mentransmisikan cahaya tampak warna merah dari LED. (Andi Rahman, 2006).

Berdasarkan susunan indeks biasanya serat optik memiliki profil indeks bias dan *mode* gelombang yang berbeda terjadi pada perambatan cahaya, maka jenis susunan indeks bias dapat dibedakan menjadi 3 jenis:

a. *Single Mode Step Index*



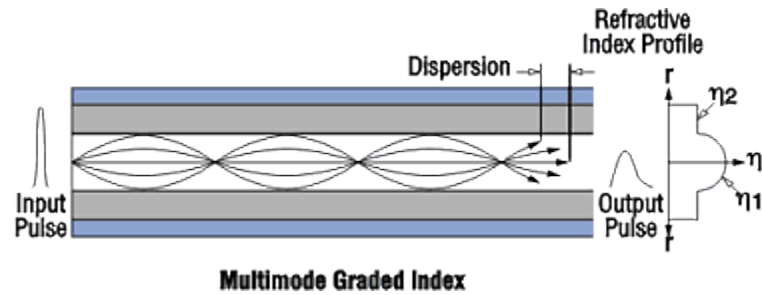
Gambar 2. 4. Kabel *Single Mode Step Index*

(Sumber: www.occfiber.com)

Pada jenis *single mode step index* baik *core* maupun *cladding* nya dibuat dari bahan silica glass. Ukuran *core* yang jauh lebih kecil dari *cladding*-nya dibuat demikian agar rugirugi transmisi berkurang akibat *fading*. *Single mode step index* mempunyai karakteristik sebagai berikut :

1. Dibandingkan dengan *cladding*nya, serat optik *single mode step index* memiliki diameter *core* yang sangat kecil
2. Sekitar $8\ \mu\text{m} - 12\ \mu\text{m}$ ukuran diameter yang dimiliki *core*nya
3. Cahaya hanya merambat dalam satu *mode* saja yaitu sejajar dengan serat sumbu optik, sehingga memiliki redaman yang sangat kecil.
4. Memiliki *bandwidth* yang lebar.
5. Sangat disarankan untuk transmisi data dengan *bit rate* tinggi.

b. Multi Mode Step Index



Gambar 2. 5. Kabel *Multi Mode Step Index*

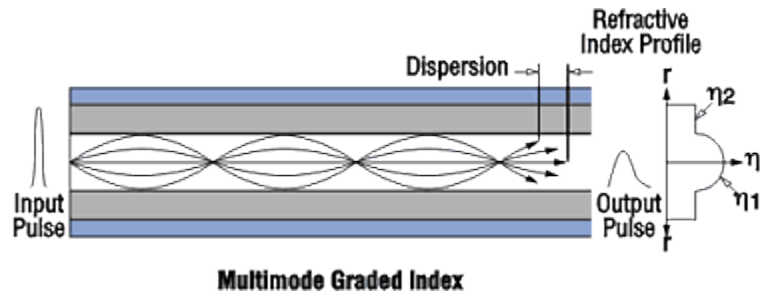
(Sumber: www.occfiber.com)

Pulsa disisi terima akan lebih besar dibandingkan dengan pulsa disisi kirim hal ini berlaku pada serat optik multi *mode step index*. Pelebaran pulsa mengakibatkan adanya perbedaan *bit-bit* data yang ditransmisikan. Diameter *core* pada jenis multi *mode step index*, lebih besar daripada diameter *cladding*-nya. Sehingga dampak yang diberikan dari lebih besarnya diameter *core* yaitu terjadi kerugian dispersi waktu transmitter yang besar pula. Untuk transmisi jarak pendek dengan laju data yang rendah dan memiliki *loss* yang besar sangat disarankan untuk menggunakan serat optik multi *mode graded index*.

Adapun karakteristik yang dimiliki oleh *multi mode step index* sebagai berikut:

1. Indeks bias *core* konstan.
2. Core yang dilapisi *cladding* tipis dan ukuran *core* antara 50 – 125 mm.
3. Core yang besar membuat penyambungan kabel lebih mudah
4. Terjadi banyak dispersi.
5. Terbatas/sempitnya lebar pita frekuensi *multi mode step index*
6. Sebaiknya digunakan pada jarak pendek dan transmisi data *bit rate* rendah.
7. Harga relatif murah.

c. *Multi Mode Graded Index*



Gambar 2. 6. Kabel *Multi Mode Graded Index*

(Sumber: www.occfiber.com)

Core pada jenis serat optik *multi mode graded index* ini terdiri dari sejumlah lapisan gelas yang memiliki indeks bias yang berbeda. Indeks bias yang tertinggi pada pusat *core* dan berangsur-angsur turun hingga yang terendah pada batas antar *core* dan *cladding*. Berbagai *mode* cahaya yang merambat berkurang sehingga cahaya akan tiba pada waktu yang sama hal ini diakibatkan adanya dispersi waktu pada jenis serat optik ini. Gambar diatas ini menunjukkan perambatan gelombang dalam *multimode graded index*. Adapun karakteristik dari *multi mode graded index* yaitu sebagai berikut :

1. Adanya cahaya yang merambat karena difraksi yang terjadi pada *core* sehingga rambatan cahaya sejajar dengan sumbu serat.
2. Terdapat dispersi minimum sehingga baik untuk digunakan untuk jarak menengah.
3. Ukuran diameter *core* yang berada pada $50 \mu\text{m} - 100 \mu\text{m}$, lebih kecil dari *multi mode step index* dan dibuat dari bahan *silica glass*.
4. *Core* yang terdiri dari sejumlah lapisan gelas dan memiliki indeks bias yang berbeda, indeks bias tertinggi terdapat pada pusat *core* dan berangsur angsur turun sampai ke batas *core cladding*
5. Digunakan untuk jarak menengah dan lebar pita frekuensi besar.
6. Harga relatif mahal dari Standar International, karena faktor pembuatannya lebih sulit.

2.1.3. Cara Kerja *Fiber Optic*

Prinsip kerja *fiber optic* adalah dengan mentransmisikan informasi dalam bentuk gelombang cahaya atau photon (foton). *Fiber* atau serat optik menggunakan sinyal cahaya yang telah dikonversikan dari aliran listrik untuk mentransmisikan datanya hal ini tentunya berbeda dengan kabel yang terbuat dari bahan tembaga yang mentransmisikan data dengan menggunakan aliran listrik.

Serat optik mengirimkan data berbentuk denyutan pulsa digital melalui kabel serat optik dimana data ini berupa partikel cahaya atau foton. Indeks bias yang berbeda yang membelokkan cahaya yang masuk pada sudut tertentu dimiliki oleh *core* dan *cladding* pada *fiber optic* masing-masing. Sehingga ketika sinyal cahaya dikirimkan oleh kabel serat optik, sinyal ini akan memantul *core* dan *cladding* dalam serangkaian bouncing zig-zag, mengikuti proses yang dinamakan refleksi internal total.

Sinyal cahaya yang dimiliki oleh *fiber optic* tidak dapat bergerak sesuai dengan kecepatan cahayanya, hal ini dikarenakan lapisan kaca pada *fiber optic* yang lebih padat. Sinyal cahaya pada *fiber optic* ini hanya dapat bergerak sekitar 30% lebih lambat dari kecepatan cahayanya. Untuk memperbaiki dan meningkatkan sinyal sepanjang perjalanannya, transmisi *fiber optic* kadang-kadang membutuhkan repeater pada interval jarak tertentu. *Repeater* ini digunakan untuk mengubah sinyal optik yang berbentuk cahaya menjadi sinyal listrik dan kemudian memproses sinyal listrik tersebut dan mentransmisikan kembali sinyal optik tersebut.

2.1.4. Sambungan *Fiber Optic*

Dalam setiap instalasi kabel *fiber optic*, hasil proses penyambungan merupakan faktor yang paling penting untuk menentukan kualitas transmisi sinyal, karena setiap titik sambungan mempunyai rugi daya signal transmisi (*loss attenuation*) yang bervariasi. Besar kecilnya *loss attenuation* (rugi redaman) diakibatkan oleh kurang sempurnanya hasil proses penyambungan ataupun metode penyambungan yang dipilih oleh instalatir di lapangan. Sebagai gambaran, untuk rugi redaman pada salah satu titik sambungan sebesar 0.15 dB akan bisa mengurangi jarak transmisi sampai dengan ratusan

meter. Jika ingin mendapatkan kualitas penyambungan yang baik maka terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan:

1. Kualitas kabel yang dipilih harus sesuai spesifikasi
2. Alat sambung yang dipilih baik.
3. Lingkungan penyambungan harus bersih.
4. Joints yang melakukan penyambungan harus berpengalaman
5. Pada saat melakukan penyambungan diharapkan bisa memperoleh redaman yang sekecil mungkin

Terdapat dua Teknik yang dapat dilakukan dalam menyambungkan serat optik, yaitu *mechanical splicing* dan *fusion splicing*. Berikut penjelasan terkait kedua metode ini:

a. *Mechanical Splicing*



Gambar 2. 7. Alat Sambungan *Fast Connector*

(Sumber : <https://thorbroadcast.com>)

Metode *mechanical splicing* adalah metode penyambungan dengan cara mekanik. Untuk melakukan penyambungan dengan sistem mekanik ini, diperlukan alat sambungan *fast connector*. *Fast connector* merupakan tipe konektor *fiber optic* yang menggunakan gel sebagai perekat embeded *fiber* dengan *fiber* yang akan disambung. Pada penyambungan mekanik/ manual posibilitas kegagalan pada sambungan cukup tinggi, tetapi dalam implementasinya *fast connector* dapat digunakan kembali ketika terjadi kegagalan penyambungan.

Untuk melakukan penyambungan dengan sistem mekanik ini, diperlukan *mechanical splice assembly* serta perangkat *tool kit set*. Sambungan dengan sistem *mechanical splice* ini relatif mudah dan tidak memerlukan catuan

listrik seperti yang ada pada *Fusion splicer*, namun hasil ukur dari sambungan ini berkisar pada 0.2 dB. Tahapan-tahapan yang digunakan dalam melakukan instalasi *mechanical splicing* sebagai berikut:

1. Terlebih dahulu memasukkan pengunci *fast connector* pada kedua sisi kabel *fiber optic* yang akan disambung
2. Kemudian, kupas kedua *core* dari jaketnya dengan menggunakan tang pengupas dan memposisikan tang agak miring, ditahan lalu ditarik ke ujung *core* secara perlahan-lahan.
3. Setelah terkupas, bersihkan *core* dengan *tissue* yang sudah dibasahi oleh alkohol.
4. Kemudian pengunci *core* pada *fast connector* di buka, lalu mengukur *core* yang akan di potong
5. Kemudian *core* yang akan di potong dimasukkan pada pemotong *core* (*fiber cleaver*).
6. *Core* yang telah dipotong kemudian di masukkan pada *fast connector* secara perlahan lalu di kunci menggunakan pengunci yang ada pada *fast connector*.
7. Kemudian sambung kedua *fast connector* dengan adapter (barel).

b. *Fusion Splicing*



Gambar 2. 8. Alat Sambung *Splicer*

(Sumber : www.optcore.net)

Fusion Splicing merupakan metode penyambungan serat optic yang memberikan hasil permanen dan menimbulkan daya rugi rendah. Dalam

teknik penyambungan *Fusion* terdapat urutan langkah-langkah proses pengerjaannya. Pada prinsipnya penyambungan yang dilakukan adalah menyolder ujung-ujung kedua serat optic yang telah disesuaikan posisinya (Inoed & Dzulkih, 2016).

Dengan menggunakan metode ini dibutuhkan sumber daya yang sudah berkompeten di bidangnya, serta memerlukan ketelitian dan kesabaran yang tinggi. Terdapat beberapa hal penting agar dapat berhasilnya teknik *splicing ini*, yaitu ketika akan melakukan *splicing* diusahakan semua peralatan dan bahan yang digunakan serta tangan kita harus bersih, sebab jika terdapat kotoran atau debu pada serat optik dapat mengakibatkan sumbangan berlebihan redaman terhadap serat, tangan kita harus selalu diletakkan di belakang *cutter* ketika melakukan tindakan pengupasan pelindung serat, dan tentunya tidak diperbolehkan menginjak tube *fiber optic* karena akan merusak *core* yang ada. Jika kita menginjak tube *fiber* maka dapat menyebabkan *core* pecah atau retak, perlunya juga menjauhkan cairan alkohol dari mata sebab cairan alkohol bisa menguap ke udara, tak lupa untuk menggulung *core* dengan diameter yang sangat kecil akan membuat *core* putus, dan kemudian sisa potongan *core* dibuang pada tempatnya, karena jika membuang *core* sembarangan bisa mengakibatkan *core* akan menembus kulit jika di injakan atau tersentuh kulit. Hal ini dikhawatirkan bisa masuk ke aliran darah dan mengganggu kesehatan. Selalu memperhatikan perlindungan pada kaset agar air tidak dapat masuk ke dalam kaset dan bisa merusak serat tersebut dan mengikuti prosedur atau langkah-langkah yang ada. Tahapan-tahapan yang dilalui dalam melakukan instalasi *Fusion splicing* sebagai berikut:

1. Terlebih dahulu masukkan pelindung serat untuk melindungi *core* yang telah disambung
2. Kemudian kupas *core* dari jaketnya menggunakan tang pengupas dengan cara memosisikan tang agak miring, ditahan lalu ditarik ke ujung *core* secara perlahan.
3. Setelah terkupas, membersihkan *core* dengan tissue yang sudah dibasahi oleh alkohol.
4. Lalu *core* dimasukkan ke dalam pemotong *core (fiber cleaver)*. Pada saat

memotong, pisau harus dijalankan dengan kecepatan yang sesuai dan konstan.

5. Untuk menyambung *core* dengan *fusion splicing* lakukanlah pemasukkan serat optik ke dalam *splicer*.
6. Ketika akan meleburkan kedua *core* dan menyambunginya, tekan tombol set maka secara otomatis *splicer* akan melebur dan tersambung. kemudian tunggu sampai layar menunjukkan estimasi redaman lalu menekan reset maka layar akan kembali ke tampilan awal.
7. Jangan lupa untuk mengeluarkan *core* tersebut lalu memindahkan plastik khusus yang digunakan sebelumnya ke sisi *core* yang sudah mengalami proses *splice*. Kemudian untuk memanaskan plastik tersebut masukkan ke bagian *splicer*. Lalu tunggu sampai *splicer* mengeluarkan bunyi dan keluarkan plastik pelindung yang digunakan.
8. Agar serat optic pada kaset tetap aman, tidak kotor dan tidak mengenai tanah, gulunglah serat optik tersebut dengan bentuk melingkar.

2.1.5. Redaman Fiber Optic

Redaman adalah sifat yang paling dasar pada sebuah serat optik. Redaman serat optik adalah karakteristik penting dalam menentukan jarak penguat. Redaman serat biasa diakibatkan oleh adanya penyerapan (*absorpsi*) dan pengaruh pembengkokan (*bending*) kabel serat optik. Kabel *fiber optic* ini akan semakin besar jumlah redaman dan akan semakin sedikit cahaya yang dapat mencapai detektor, sehingga akan semakin dekat dengan jarak penguat sinyal optik. Selain itu, koefisien redaman mungkin juga dipengaruhi spektrum panjang gelombang yang diperoleh dari hasil pengukuran pada panjang gelombang yang berbeda. (Arham & Syarif, 2019.)

Faktor gangguan yang dapat mempengaruhi *loss* (redaman), yaitu adanya gangguan yang diakibatkan oleh panjang span *fiber* dan banyaknya *splicing* di sepanjang span *fiber* tersebut. Jarak juga merupakan salah satu faktor penyebab redaman. Sistem komunikasi serat *optik* mengalami redaman pada jarak tertentu. Semakin besar jarak antara pemancar dan penerima, semakin besar redaman yang dihasilkan. (Muharor, Asmara, & Bonok, 2019).

Besarnya *loss* dari suatu span *fiber* dapat dihitung dengan menggunakan OTDR. Dispersi, seiring dengan bertambahnya usia *fiber* maka dispersi pada *fiber optic* tersebut semakin sulit untuk digunakan. Salah satu dispersi yang ada yaitu, *Chromatic Dispersion* (CD), dispersi yang diakibatkan oleh berbagai *fiber index* (karakteristik *fiber*) dengan panjang gelombang, hal ini menimbulkan *delay* antara panjang gelombang dengan pulsa transmisi cahaya sehingga sinyal yang ditransmisikan menjadi cacat dan menimbulkan distorsi dan naiknya BER (*Bit Error Ratio*).

Dalam pengukuran redaman pada serat optik maka harus terlebih dahulu mengenal tipe-tipe serat kabel optik yang digunakan. Dalam penggunaan jaringan yang menggunakan kabel serat optik antara satu sambungan dengan sambungan yang lain yang dihubungkan dengan *Joint Box* (JB) terdapat redaman pada setiap titik penyambungan.

Redaman serat optik ini mempunyai kegunaan sebagai panjang gelombang dimana pengukuran yang dilakukan harus sesuai dengan panjang gelombang yang dipakai pada perangkat transmisinya. Pentingnya juga mengetahui sistem transmisi yang menggunakan serat optik, cahaya yang merambat disepanjang kabel optik terpasang pasti mengalami redaman. Khususnya pada ujung kabel dapat dipastikan mengalami penurunan kekuatan cahaya. Pada sisi lain kekuatan cahaya dari dioda laser terbatas dan *photodetector* dapat mempunyai nilai sensitivitas tersendiri untuk dapat mendeteksi sinyal optik yang akan dipancarkan.

2.1.6. Optical Time Domain Reflection (OTDR)



Gambar 2. 9. *Optical Time Domain Reflection (OTDR)*

(Sumber: www.optcore.net)

Optical time domain reflection merupakan alat ukur kabel serat optic yang paling penting dalam instalasi ataupun pemeliharaan jaringan kabel serat optic. Alat OTDR dapat difungsikan untuk melakukan pengukuran atenuasi. Keuntungan menggunakan OTDR yaitu cara penggunaannya yang mudah, hanya memerlukan akses ke salah satu ujung serat optic untuk melakukan pengukuran (Kuswoyo, 2001).

OTDR berfungsi untuk menentukan panjang kabel serat optic, jarak lokasi dan kemampuannya mengukur dalam rentang yang cukup jauh, menggambarkan semua jenis kerusakan yang terjadi sepanjang kabel serat optic berdasarkan pada jenis kejadian, mengukur redaman total kabel serat optic dan mengukur panjang kabel serat optic (Kuswoyo, 2001).

a. Prinsip kerja *optical time domain reflectometer (OTDR)*

Prinsip kerja OTDR merupakan dimana sinyal-sinyal cahaya dimasukan kedalam salah satu serat optik baik transmitter ataupun *receiver* yang akan diukur saja. Sinyal cahaya yang dimasukan kedalam serat optik, sebagian kecil sinyal dipantulkan kembali dan diterima oleh penerima. Sinyal balik yang diterima dinyatakan dengan *loss*, dengan mengetahui indeks biasan (*Index of Refraction, IoR*) serat optik dan waktu pantulan balik yang diperlukan. OTDR dapat menghitung jarak yang dilalui oleh pantulan denyutan cahaya tadi, selanjutnya pantulan denyutan cahaya dan memberi paparan hasil pelemahan melawan jarak serat optik

yang diuji.

OTDR juga dapat mengukur redaman sebelum dan setelah instalasi sehingga dapat memeriksa adanya ketidak normalan seperti lekukan (*bending*) atau beban yang tidak diinginkan. Dapat mengevaluasi sambungan dan konektor pada saat instalasi, OTDR dapat memastikan apakah redaman sambungan dan konektor masih berada dalam batas wajar yang telah ditentukan. *Fault location* seperti letaknya serat optik atau sambungan dapat terjadi pada saat instalasi atau setelah instalasi, OTDR dapat menunjukkan lokasi *faultnya* atau ketidak normalan tersebut. (Fausiah, 2019).

b. Kegunaan umum OTDR

Berdasarkan dari prinsip kerja OTDR yang dipaparkan diatas, maka dengan menggunakan alat tersebut dapat dilakukan serangkaian pengukuran sebagai berikut:

1. *Loss* (dB/km)

Pengukuran *loss* ini dapat menghasilkan data dari tiap *splice* (sambungan) ataupun *loss* total dari titik awal hingga titik akhir pada suatu lintasan.

2. Jarak (Km)

Pengukuran titik lokasi pada suatu lintasan, dari titik awal mulai hingga akhir. Dan juga dapat mengetahui minimal dan maksimal nilai jarak untuk dilakukanya sambungan atau terjadinya patahan.

3. Refleksi atau pemantulan

Pengukuran besar refleksi (*return*) *loss* dari suatu event dan adanya gangguan serat optik seperti halnya patahan, lekukan, splice serta hal-hal yang berkaitan dengan kerugian serat optik.

4. Attenuation (Redaman)

Pengukuran attenuasi dari suatu serat optik pada suatu lintasan.

c. Cara kerja *optical time domain reflectometer* (OTDR)

Optical time domain reflectometer merupakan salah satu peralatan utama yang perlu digunakan dalam uji akhir kabel serat optik. Dengan OTDR memungkinkan sebuah lintasan serat optik bisa diukur dari satu

ujung, OTDR dipakai untuk mendapatkan gambaran visual dari rugi-rugi serat optik sepanjang sebuah lintasan yang diplot pada sebuah layar OTDR dengan jarak digambarkan pada sumbu X dan rugi-rugi pada sumbu Y pada layar OTDR.

Parameter-parameter yang akan diukur, yaitu parameter-parameter jarak, attenuasi (rugi-rugi), *loss*, refleksi dari *event-event* yang ditampilkan, *event-event* tersebut ditampilkan dalam bentuk lengkungan-lengkungan, maupun perubahan-perubahan yang terjadi pada gelombang semula dari serat optik yang normal. Jika penurunan, hal itu dikategorikan sebagai *event-event*. *Event* terakhir (*end*) ditandai dengan lengkungan terakhir sebelum derau, derau dapat juga dikatakan tampilan yang menandakan titik akhir dari serat optik.

d. Hal-hal yang harus diperhatikan pada saat melakukan pengukuran.

Ketika akan menggunakan OTDR terdapat hal-hal penting yang harus diperhatikan untuk terhindar dari tingkat kesalahan pengukuran, berikut hal-hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan OTDR :

1. Untuk melindungi mata, usahakan jangan melihat laser secara langsung.
2. Untuk mendapatkan hasil yang optimal maka konektor yang digunakan untuk menghubungkan OTDR ke OTB harus bersih.
3. Gunakan tegangan catuan yang telah diperbolehkan.
4. Penanganan kabel konektor harus sesuai standar yang telah diterapkan.
5. Kondisi lingkungan disekitar alat harus bersih.
6. Untuk jarak alat yang diatur 1,5 lebih jauh dari jarak sebenarnya. Untuk itu perlu ketelitian dalam mengatur alat sesuai dengan jarak yang akan kita ukur.

2.1.7. *Optical Power Meter (OPM)*



Gambar 2. 10. *Optical Power Meter (OPM)*

(Sumber : www.fiberlinktech.com)

Optical power meter adalah alat yang digunakan untuk melakukan test *fiber optic* saat melakukan instalasi dan pemeliharaan jaringan *fiber* atau serat. *Optical power meter* Memiliki fungsi mengukur redaman pada jalur optik yang dilalui. *Optical power meter* berfungsi sebagai penerima sinyal dari sinyal yang dikirim oleh *optical light source*. *Optical power* digunakan untuk mengukur nilai total *loss* pada sebuah link optik baik saat melakukan tindakan instalasi (uji akhir) atau tindakan pemeliharaan. Redaman diukur dengan satuan *decibel* (dB). *Loss* atau redaman dinyatakan dengan $L(\text{dB}) = \text{pin}(\text{dBm}) - \text{pout}(\text{dBm})$ atau $L(\text{dB}) = 10 \times \text{Log}(\text{pin}/\text{pout})$.

Pada saat melakukan pengukuran atau pengetesan *fiber optic* sering memakai *patchcord*, sehingga kondisi *patchcord* ini harus terjamin performa dan kualitasnya. Setiap *patchcord* yang akan digunakan harus ditest terlebih dahulu, nilai hasil ukur *patchcord* ini akan disandingkan dengan spesifikasi teknis pabrik. Sebelum melakukan pengetesan perlu dibersihkan seluruh area konektor dengan memakai kapas/tissue atau udara semprot seperti *dush off*. Beberapa hal yang harus diperhatikan pada saat pengoperasian alat ukur *optical power meter* yaitu dengan memakai panjang gelombang yang tepat, konektor yang tepat pula, serta jenis *fiber* yang dapat diukur adalah *single mode* dan *multi mode*. Setelah itu diakhiri dengan melakukan tindakan kalibrasi.

2.1.8. Standar ITU-T

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, hal ini didasarkan oleh rekomendasi ITU-T. Tapi besarnya nilai koefisien ini bukan merupakan nilai tetap, karena harus mempertimbangkan beberapa hal terkait pabrikasi, desain komposisi *fiber*, dan desain kabel. Untuk itu, diberikan range nilai redaman yang masih diperbolehkann yaitu 0.4 dB/km untuk panjang gelombang 1310 nm dan 0.3 dB/km untuk panjang gelombang 1550 nm.

Dengan memakai data-data maka perhitungan total redaman untuk standarisasi redaman yang digunakan oleh PT. TELKOM sebagai pedoman pengukuran dan penyambungan. Untuk perhitungan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$\alpha F (\text{Loss total}) \text{ dB} = (L \cdot \alpha) + (\alpha_{ST} + \alpha_{CT}) \quad (2)$$

$$\alpha_{ST} \text{ (dB)} = \alpha_S \cdot Y \quad (3)$$

$$\alpha_{CT} \text{ (dB)} = \alpha_C \cdot X \quad (4)$$

Keterangan:

- αF = Redaman total (dB)
- L = Panjang kabel (km)
- α = Redaman serat optik (dB/km)
- α_S = Redaman *splicing* (dB)
- Y = Jumlah *splicing*
- α_{ST} = Redaman total *splicing*(dB)
- α_C = Redaman konektor (dB)
- X = Jumlah konektor
- α_{CT} = Redaman total konektor (dB)

Adapun standart redaman yang di terapkan oleh PT. Cendekia Global Solusi Sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Standart redaman

Uraian		Satuan	Standar Redaman dB
SFP/ MC/ PON		Dbm	3.00
Kabel FO		Km	0.35
Splitter	1:2	Pcs	3.70
	1:4	Pcs	7.25
	1:8	Pcs	10.38
	1:16	Pcs	14.10
	1:32	Pcs	17.45
Connector	SC/ UPC	Pcs	0.25
	SC/ APC	Pcs	0.35
Splice/ Event	Backbone	Pcs	0.10
	Fishbone	Pcs	0.10
	Akses	Pcs	0.10

Sumber : PT. Cendikia Global Solusi, 2020

2.2. State Of The Art

Tabel 2. 2. Penelitian Terdahulu (State of The Art)

Nama Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
Firman Syah & Julian Atmajaya	2020	Analisis Pengaruh Penyambungan Kabel <i>Fiber Optic</i> Terhadap Keccepatan Jaringan Internet	Melakukan pengukuran redaman menggunakan <i>Optical Line Terminal (OLT)</i> , <i>Fiber Termination Management (FTM)</i> , dan	Terdapat hasil pengukuran yang sangat berbeda antara hasil dilapangan dan hasil hitungan matematis. Dan juga ditemukan

			<p><i>Optical Distribution Cabinet (ODC)</i> dan hasilnya akan dibandingkan dengan hasil hitungan matematis nantinya</p>	<p>bahwa semakin banyak jumlah sambungan dan semakin tinggi <i>loss</i> tiap hasil sambungan maka akan mengurangi total power ODC dan apabila total power pada ODC telah melebihi -03,00 dBm maka akan berpengaruh besar pada kecepatan internet yang akan melambat</p>
Irfan Hanif & Defiana Arnaldy	2017	Analisis Penyambungan Kabel <i>Fiber Optic</i> Akses Dengan Kabel <i>Fiber Optic Backbone</i> Pada	Menggunakan metode <i>Splicing Fusion</i> dan mengukur redaman dengan alat OLS dan OLP, OTDR, dan patch cord.	Penyambungan FO <i>Backbone</i> pada FO Akses menghasilkan nilai redaman yang bagus pada rute jalur yang diukur

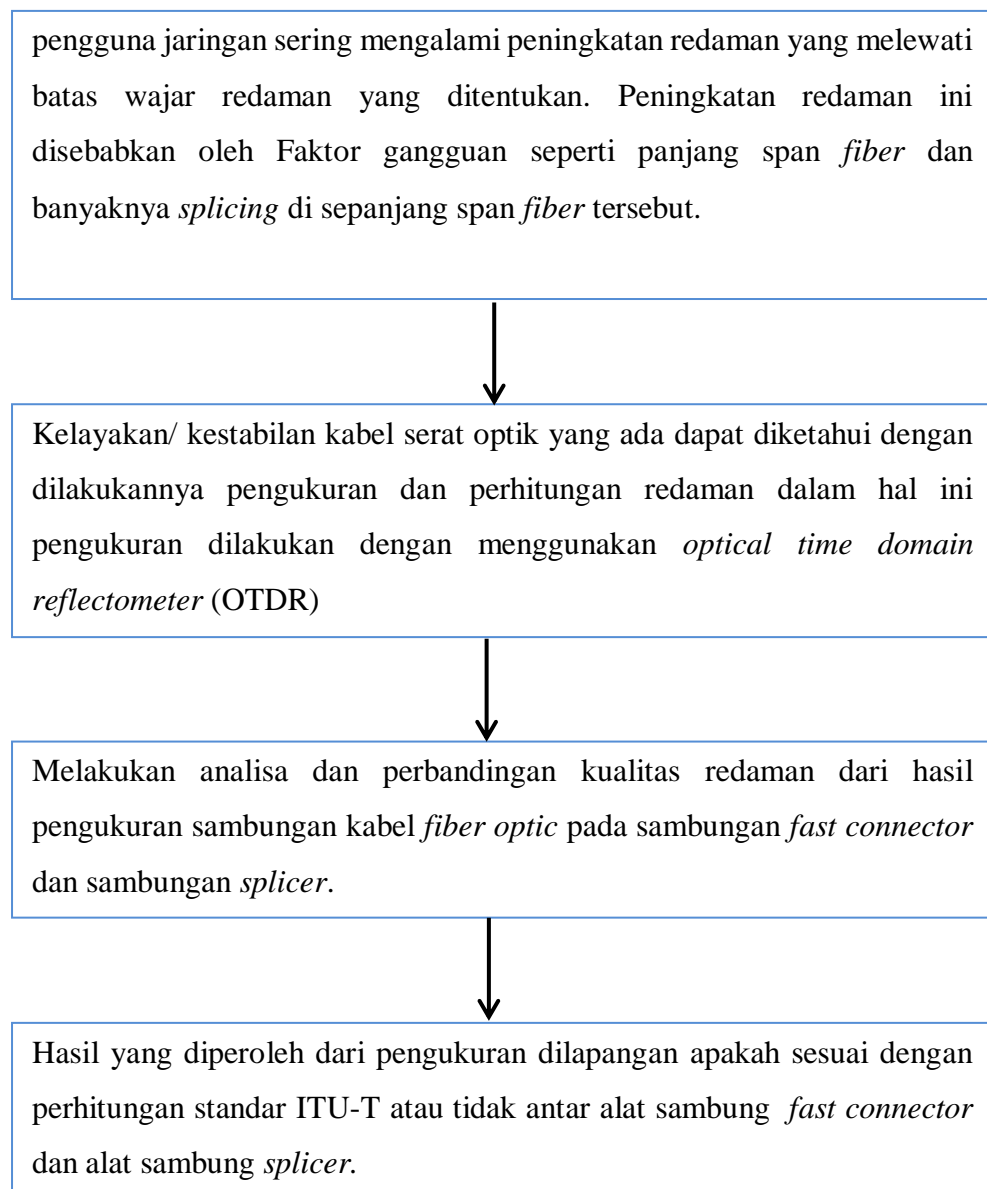
		Indosat Area Jabodetabek		sebesar 0,23 dBm/Km jika dilihat pada apa yang ditetapkan oleh ITU.
Yosi Wismaya & Lucia Jambola	2018	Analisis Kinerja Sistem Penyambungan Serat Optik Menggunakan Metode <i>Fusion Splicing</i> pada ruas Soreang-Nanjung	Metode yang digunakan yaitu melakukan pengecekan dan penyambungan serat optic pada daerah rawan terjadi titik putus	Hasil penelitian yang terjadi redaman yang dihasilkan rendah, sambungan yang dihasilkan kuat, dan permanen. Hasil pengukuran menggunakan OTDR dipakai sebagai referensi untuk mencari lokasi putusnya kabel dengan melihat jarak yang terdeteksi pada alat.
Angga Budi Setiawan	2019	Penentuan Status Kualitas	Penyambungan dilakukan	Semakin baik hasil dari

		<p>Sambungan <i>Fiber Optic</i> Dengan Parameter <i>Loss</i> Dan <i>Quality Of Service</i> Menggunakan Metode <i>Fuzzy</i></p>	<p>dengan menggunakan metode <i>Fusion Splicer</i> dengan menerapkannya pada dua kondisi yaitu, dalam ruangan dan luar ruangan.</p>	<p>proses penyambungan maka nilai redaman semakin kecil dan nilai <i>Quality of Service</i> semakin baik. Hal ini dapat dilihat ketika, kualitas sambungan yang dihasilkan 90,9%, maka redaman yang dihasilkan 17,25 dB dan nilai <i>Quality of Service</i> adalah 4. Dan Ketika kualitas sambungan 64,5% maka redaman yang dihasilkan sebesar 30,13dB dan nilai <i>Quality of Service</i> sebesar 3,6.</p>
--	--	--	---	---

Mohammad Ahied & Dzulkiiflih	2016	Analisis Penyambungan <i>Fiber</i> Optik (FO) Dengan Metode Fusi Pada Jaringan Telekomunikasi Di Kampus Universitas Negeri Surabaya Ketintang	Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan menerapkan metode fusi dan mengukur <i>splicing loss</i> dan <i>loss</i> (redaman) .	Didapatkan penyambungan serat <i>optic</i> di kampus Universitas Negeri Surabaya menghasilkan <i>splicing loss</i> 0 dB dan menghasilkan redaman per Km maksimal 0,1630 dB, dengan hasil tersebut masih memenuhi standar yaitu maksimum 0,2 dB sebagai acuan <i>splicing loss</i> dan maksimum 0,3 dB sebagai acuan <i>loss</i> (redaman)
------------------------------	------	---	--	---

2.3. Kerangka Berfikir

Kerangka pemikiran merupakan suatu diagram yang menjelaskan secara garis besar alur logika berjalannya sebuah penelitian. Kerangka pemikiran dibuat berdasarkan pertanyaan penelitian (*research question*), dan merepresentasikan suatu himpunan dari beberapa konsep serta hubungan diantara konsep-konsep tersebut (Wahono, 2012). Berikut adalah kerangka berfikir yang digunakan dalam penelitian ini:

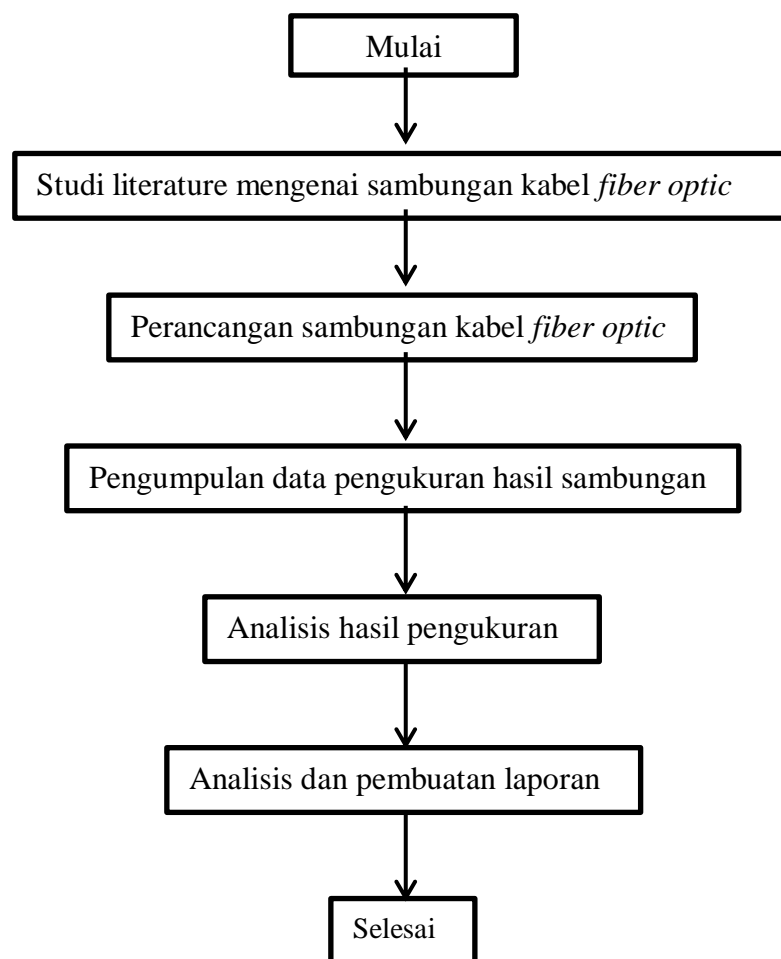


Gambar 2. 11. Kerangka Berfikir

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tahap Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan agar peneliti dapat menyelesaikan penelitian dengan baik dan lancar. Berikut tahapan penelitian untuk “**Analisis Kualitas Sambungan Kabel *Fiber optic* Menggunakan Metode *Mechanical Splicing* dan *Fusion Splicing*”:**



Gambar 3. 1. Tahapan Penelitian

Tahap penelitian dijelaskan sebagai berikut:

a. Studi literature

Studi literatur merupakan tahapan awal pada penelitian ini dengan mencari sejumlah referensi dari jurnal nasional maupun internasional, buku, artikel, dan laporan penelitian mengenai alat sambung *fast connector* dan alat sambung *splicer* pada kabel serat optic.

b. Perancangan

Melakukan perancangan sambungan kabel *fiber optic* pada titik yang akan dilakukan sambungan, dengan menggunakan alat sambung *fast connector* dan alat sambung *splicer*.

c. Pengumpulan data

Melakukan pengukuran hasil sambungan *core* yang akan diteliti menggunakan OTDR dan. Adapun jumlah *core* yang diteliti sebanyak 8 *core*. Empat *core* menggunakan sambungan *fast connector* dan empat *core* menggunakan sambungan *splicer* pada jarak yang berbeda.

d. Analisa data

Setelah dilakukan perancangan sambungan dan pengukuran langkah selanjutnya adalah menganalisa hasil perbandingan dari pengukuran sambungan kabel serat optic antara sambungan *fast connector* dan sambungan *splicer*.

e. Analisis dan pembuatan laporan

Setelah dilakukan analisa perbandingan kedua hasil sambungan, kemudian mengukur dan menghitung redaman total dari kedua sambungan. maka dari penelitian tersebut akan dilakukan penarikan kesimpulan dan pembuatan laporan hasil penelitian.

3.2. Rancangan Sistem

Pada penelitian ini, skenario pengujian dilakukan dengan menemukan nilai akurasi dari kabel serat optik setelah dilakukan penyambungan. Variable yang digunakan yaitu teknik *splice fusion* dan teknik *splice* mekanik dimana peneliti ingin melihat sejauh mana pengaruh teknik *splice* mekanik dan *splice fusion fiber optic* pada redaman (db), dengan melakukan perbandingan *loss* redaman dari teknik penyambungan *splice fusion* dan teknik penyambungan

splice mekanik. Selain itu, peneliti juga ingin membandingkan dan mengetahui mana yang lebih baik digunakan dari kedua teknik penyambungan *fiber optic* yang ada.

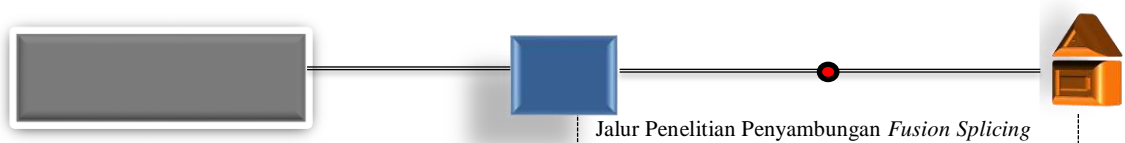
Skema yang digunakan untuk mengukur nilai redaman dari serat optik dapat direncanakan menggunakan standar yang harus dibuat sama didalam setiap pengujiannya. Sehingga hasil akhir yang didapatkan merupakan hasil yang konsisten dan objektif. Standar yang digunakan adalah parameter nilai redaman dari ODP yang sama agar dapat diketahui nilai *loss* redaman setelah melakukan pengujian.

Tabel 3. 1. Parameter yang akan diuji:

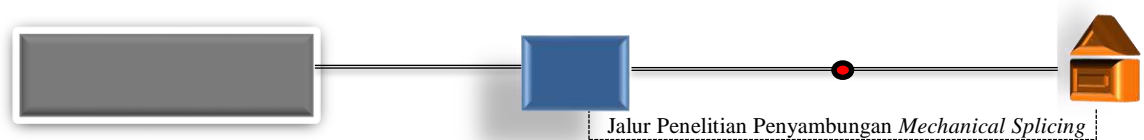
Jarak Antara ODP ke ONT	320 meter
Target loss redaman pada <i>mechanical splice</i>	Maks 0,10 dB
Target loss redaman pada <i>fusion splice</i>	Maks 0,10 dB

Sumber : Tabel 2.1.

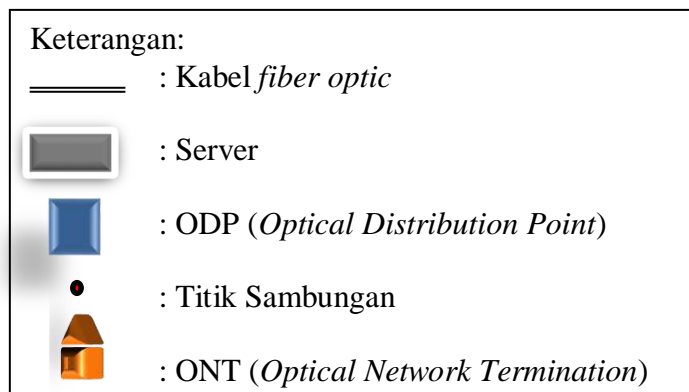
Adapun gambaran rancangan sistem dalam penelitian ini sebagai berikut :



Gambar 3. 2. Skenario Pengujian Penyambungan *Fusion Splicing* Serat Optik dari ODP ke ONT



Gambar 3. 3. Skenario Pengujian Penyambungan *Mechanical Splicing* Serat Optik dari ODP ke ONT



Pada gambar di atas bisa dilihat skenario pengujian yang dilakukan pada kabel serat optik dari ODP ke ONT dengan panjang kabel yang sama dengan bertujuan agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.

Berdasarkan gambar 3.2. dan gambar 3.3 rancangan sistem dapat diketahui bahwa dalam transmisi ODP ke ONT terdapat panjang kabel sekitar 0.300 Km (300m). Adapun kabel yang digunakan pada PT. Cendekia Global Solusi dalam transmisi ODP ke ONT yaitu bertipe *Adss Singlemode 1 Core*. Pada Penelitian ini akan melakukan 2 kali tahap penyambungan, tahap yang pertama dilakukan 6 kali penyambungan. 3 kali penyambungan menggunakan splice *Fusion* dititik penyambungan 56m, 87m, dan 150m. 3 kali lagi menggunakan splice mekanik dititik penyambungan yang sama yaitu 56m, 87m, dan 150m.

Tahap yang kedua, dilakukan 3 kali penyambungan menggunakan splice mekanik pada titik penyambungan 56, 143, dan 293m pada panjang kabel FO 320m. dan 3 kali penyambungan menggunakan splice fusion pada titik penyambungan 56, 143, dan 293m pada panjang kabel FO 320m.

Berikut langkah awal yang dilakukan yaitu :

1. Melakukan sambungan pada jalur transmisi antara ODP-TMA-FG/46 ke ONT dengan jarak yang sudah ditentukan
2. Kemudian melakukan pengukuran *loss* redaman dan *loss* total redaman kabel *fiber optic* menggunakan *optical time domain reflectometer* (OTDR) pada setiap *core* yang telah dilakukan penyambungan.
3. Lalu pengumpulan data dari setiap hasil pengukuran redaman sambungan.
4. Melakukan perhitungan standar redaman sebagai pedoman saat

mekakukan pengukuran.

5. Analisa hasil perbandingan yang didapatkan dari penelitian tersebut, apakah redaman sesuai dengan standarsasi atau terdapat perbedaan antara pengukuran dan perhitungan loss redaman dan loss total edaman yang dilakukan.

3.3. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian mengenai tugas akhir ini dilakukan di kantor PT. CENDEKIA GLOBAL SOLUSI (CGS) pada titik penyambungan serat optik dari ODP-TMA-FG/46 ke ONT yang berlokasi di Jl. Bung, Kelurahan Tamalanrea Jaya, Kecamatan Tamalanrera, Kota Makassar. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2022 – Maret 2022.

3.4. Alat dan Bahan yang Digunakan

Perangkat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas perangkat keras dan perangkat lunak yaitu:

1. Perangkat keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Laptop merek asus,
- b. Handphone,
- c. *Optical Time Domain Meter (OTDR)*,
- d. *Optical Fiber Fusion Splicer*

2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, Windows 10 dan Microsoft Word 2010.

3. Alat dan bahan melakukan sambungan

Peralatan dan bahan yang digunakan untuk penyambungan kabel serat optik adalah sebagai berikut :

- a. *Optikal Fiber Fusion Splicer* (alat sambun FO)
- b. *Fast Connector* (alat sambung FO)
- c. *Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)*)
- d. *Optical Power Meter (OPM)*
- e. Tang (pemotong kabel FO)
- f. *Fiber Striper* (pengupas serat)

- g. *Protection Sleeve* (pelindung sambungan)
- h. *Fiber Cleaver* (pemotong *core*)
- i. *Visual Fault Locator* (VFL)
- j. Alkohol (pembersi *core*)

3.5. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dipakai oleh peneliti pada penelitian ini meliputi pencarian sumber literatur serta melakukan pengumpulan data mengenai suatu jaringan *fiber optic*. Adapun data-data yang diolah dan dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.5.1. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini meliputi data – data pengukuran redaman hasil sambungan kabel serat optik dari ODP-TMA-FG/46 ke ONT yang ada di PT.CGS. Data hasil pengukuran menggunakan OTDR juga merupakan data primer pada penelitian ini.

3.5.2. Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian ini diperoleh dari sumber literatur yang ada seperti jurnal, buku, skripsi, dan sebagainya yang membahas mengenai teknik penyambungan serta redaman pada jaringan *fiber optic*.

3.6. Metode Analisa Data

Metode analisa data adalah suatu langkah yang paling menentukan pada suatu penelitian, karena analisa data berfungsi ketika akan menyimpulkan hasil penelitian. Analisa data dapat dilakukan dengan tahap sebagai berikut:

1. Menganalisis nilai redaman dari hasil pengukuran sambungan *fast connector* dan sambungan *splicer* dan hasil perhitungan menggunakan Standar ITU-T
2. Menganalisis perbandingan nilai redaman dari hasil pengukuran antar sambungan *fast connector* dan sambungan *splicer* kemudian menghitung redaman total dari kedua sambungan menggunakan Standar ITU-T . untuk melihat perbandingan *loss* redaman hasil pengukuran dan hasil perhitungan.

Adapun cara untuk mengetahui *loss* redaman yang di hasilkan adalah

dengan menggunakan rumus:

$$\alpha F (\text{Loss total}) \text{ dB} = (L \cdot \alpha) + (\alpha_{ST} + \alpha_{CT}) \quad (1)$$

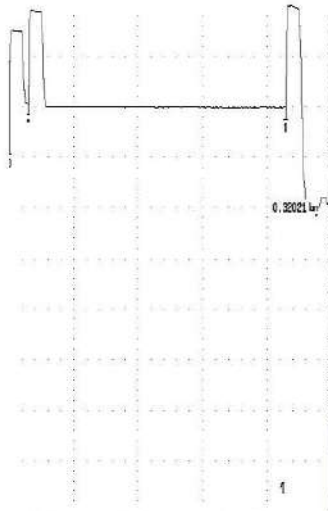
$$\alpha_{ST} \text{ (dB)} = \alpha_S \cdot Y \quad (2)$$

$$\alpha_{CT} \text{ (dB)} = \alpha_C \cdot X \quad (3)$$

Keterangan:

- αF = Redaman total (dB)
- L = Panjang kabel (km)
- α = Redaman serat optik (dB/km)
- α_S = Redaman *splicing* (dB)
- Y = Jumlah *splicing*
- α_{ST} = Redaman total *splicing*(dB)
- α_C = Redaman konektor (dB)
- X = Jumlah konektor
- α_{CT} = Redaman total konektor (dB)

Trace-1310nm-100ns-AB.sor



X: [0.00000, 0.50299] km; 0.05090 km/div
 Y: [-59.548, -10.905] dB; 4.864 dB/div

01.01.2000 00:01:44
 MTT-PLUS/OPTIMA15 #642816
 1310.0 nm

Cable ID: Cable
 Fiber ID: Fiber
 Fiber Type: [6.652] conventional SM fiber
 Originating Location:
 Terminating Location:
 Line Status: as-built condition
 Trace Type: standard trace
 Operator:
 Comment:

Refractive Index: 1.4677
 Backscattering coef.: -80 dB
 Acquisition range: 1.0 km
 Distance Range: 1.0 km
 First data point: 0.00000 km
 Last data point: 0.50299 km
 Sampling Resolution: 0.16 m
 Pulse Width: 100 ns
 Averaging Time: 0:15

Analysis parameters:
 Event Loss Threshold: 0.100 dB
 Reflectance Threshold: -65.000 dB
 End of Fiber Threshold: 5.000 dB
 End-to-end loss: 0.064
 ORL: 46.805

#	Distance, km	Splice loss, dB	Reflectance, dB	CF loss, dB/km	Cumulative loss, dB
0	R 0.00000		-45.360		
*	R 0.01483	*	-41.345	*	*
1	R 0.32021	>5.000	-40.237	0.360	0.412

Gambar 4. 2 Panjang kabel FO ODP-TMA-FG/46 ke ONT

4.1.1. Data Hasil Pengukuran

Setelah dilakukan penelitian terhadap penyambungan kabel *Fiber Optic* menggunakan teknik mekanik (*fast connector*) dan penyambungan menggunakan teknik fusion (*splicer*), didapatkan data loss redaman (dB) dan Loss total redaman (dB) dari kedua teknik penyambungan yang digunakan, sehingga bisa diketahui *Loss* redaman dan *Loss* total dari kedua teknik penyambungan yang didapatkan.

Pada pengukuran yang dilakukan pada penyambungan kabel *Fiber Optic* dari *Optical Distribution Point*(ODP-TMA-FG/46) ke *Optical Network Termination* (ONT) yang bertempat di Jl. Bung, Perumahan Mega Asri Blok D No 3. Peneliti melakukan 2 kali tahap pengukuran. Tahap yang pertama, Peneliti melakukan enam kali pengukuran, tiga kali pada teknik splice mekanik (*fast connector*) dititik penyambungan 56m, 87m dan 150m. Dan tiga kali pengukuran pada teknik fusion (*splicer*) dititik penyambungan yang sama yaitu 56m, 87m dan 150m.

Dan tahap yang ke dua peneliti melakukan empat kali pengukuran, dua kali pada teknik splice mekanik (*fast connector*) dititik penyambungan 143m dan 293m pada panjang kabel 320m. Dan dua kali pengukuran pada teknik splice fusion (*splicer*) dititik penyambungan yang sama yaitu 143m dan 293m pada panjang kabel 320m. Dalam melakukan Pengukuran, peneliti menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR). Berikut penjelasan mengenai data loss redaman dan data total loss redaman yang didapatkan pada tiap-tiap titik penyambungan dengan kedua teknik yang digunakan ditunjukkan pada tabel 4.1 dan tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran *loss* redaman dari ODP-TMA-FG/46 ke ONT menggunakan alat sambung *Fast Connector* dan sambung *Spliser* tahap ke 1

No	Titik Sambung (M)	<i>Splicing Loss</i>		Total <i>Loss</i>	
		Fast Connector (dB)	<i>Splicer</i> (dB)	Fast Connector (dB)	<i>Splicer</i> (dB)
1	56	0.017	0.012	0.226	0.214
2	87	0.026	0.015	0.239	0.223
3	150	0.047	0.013	0.287	0.248

Pada Tabel di atas menunjukkan data *Splicing Loss* dan total *loss* redaman pada penyambungan kabel *fiber optic* menggunakan teknik mekanik dan teknik fusion dari ODP-TMA-FG/46 ke ONT. yang bertempat pada Jalan Bung, Perumahan Mega Asri.

Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Total *Loss* redaman dari ODP ke ONT menggunakan alat sambung *Fast Connector* dan alat sambung *Spliser* tahap ke 2

No	Titik Sambung (M)	Jumlah Sambungan	Total <i>Loss</i>	
			Fast Connector (dB)	<i>Splicer</i> (dB)
1	56	1	0.226	0.214
2	56 & 143	2	0.364	0.271
3	56,143 & 293	3	0.421	0.308

Pada Tabel di atas menunjukkan data Total *loss* redaman pada penyambungan kabel *fiber optic* menggunakan teknik mekanik Dan teknik fusion dari ODP-TMA-FG/46 ke ONT dengan jumlah penyambungan yang berbeda. yang bertempat pada Jalan Bung, Perumahan Mega Asri.

4.1.2. Data Hasil Perhitungan

Pada Data hasil perhitungan Peneliti menggunakan nilai Standar ITU-T pada perhitungan nilai redaman untuk standarisasi redaman yang digunakan oleh PT.Cendekia Global Solusi pada *Optcal Distribution Point*(ODP-TMA-FG/46) ke *Optical Network Termination* (ONT) dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\alpha F (\text{Loss total}) \text{ dB} = (L \cdot \alpha) + (\alpha ST + \alpha CT) \dots (1)$$

$$\alpha ST \text{ (dB)} = \alpha S \cdot Y \dots (2)$$

$$\alpha CT \text{ (dB)} = \alpha C \cdot X \dots (3)$$

Keterangan:

- αF = Redaman total (dB)
- L = Panjang kabel (km)
- α = Redaman serat optik (dB/km)
- αS = Redaman *splicing* (dB)
- Y = Jumlah *splicing*
- αST = Redaman total *splicing*(dB)
- αC = Redaman konektor (dB)
- X = Jumlah konektor
- αCT = Redaman total konektor (dB)

Tabel 4. 3 Standar Perhitungan Pengukuran ODP ke ONT dengan alat sambung *Fast Connector* dan alat sambung *Splicer*

No	Jarak (Km) L	Redaman (dB/Km) A	Jumlah Konektor X	Redaman Konektor αC (dB)	Jumlah Sambungan Y	Redaman Sambungan αS (dB)
1	0.056	0.35	2	0.25	1	0.10
2	0.087	0.35	2	0.25	1	0.10
3	0.150	0.35	2	0.25	1	0.10

Pada Tabel di atas menunjukkan data redaman setiap satuan pada penyambungan kabel *fiber optic* menggunakan teknik mekanik dan teknik fusion dari ODP-TMA-FG/46 ke ONT. yang bertempat pada Jalan Bung, Perumahan Mega Asri.

a. Perhitungan redaman total FO menggunakan *Fast Connector*

1. panjang kabel 56 m

$$\begin{aligned} \alpha F (\text{Loss total}) \text{ dB} &= (L \cdot \alpha) + (\alpha S \cdot Y) + (\alpha C \cdot X) \\ &= (0.056 \times 0.35) + (0.10 \times 1) + (0.25 \times 2) \\ &= 0.0196 + 0.10 + 0.5 \\ &= 0.619 \end{aligned}$$

2. panjang kabel 87 m

$$\begin{aligned} \alpha F (\text{Loss total}) \text{ dB} &= (L \cdot \alpha) + (\alpha S \cdot Y) + (\alpha C \cdot X) \\ &= (0.087 \times 0.35) + (0.10 \times 1) + (0.25 \times 2) \\ &= 0.03045 + 0.10 + 0.5 \\ &= 0.630 \end{aligned}$$

3. panjang kabel 150 m

$$\begin{aligned} \alpha F (\text{Loss total}) \text{ dB} &= (L \cdot \alpha) + (\alpha S \cdot Y) + (\alpha C \cdot X) \\ &= (0.150 \times 0.35) + (0.10 \times 1) + (0.25 \times 2) \\ &= 0.0525 + 0.10 + 0.5 \\ &= 0.652 \end{aligned}$$

b. Perhitungan redaman total FO menggunakan alat sambung *Splicer*

1. panjang kabel 56 m

$$\begin{aligned} \alpha F (\text{Loss total}) \text{ dB} &= (L \cdot \alpha) + (\alpha S \cdot Y) + (\alpha C \cdot Y) \\ &= (0.056 \times 0.35) + (0.10 \times 1) + (0.25 \times 2) \\ &= 0.0196 + 0.10 + 0.5 \\ &= 0.619 \end{aligned}$$

2. panjang kabel 87 m

$$\begin{aligned} \alpha F (\text{Loss total}) \text{ dB} &= (L \cdot \alpha) + (\alpha S \cdot Y) + (\alpha C \cdot Y) \\ &= (0.087 \times 0.35) + (0.10 \times 1) + (0.25 \times 2) \\ &= 0.03045 + 0.10 + 0.5 \\ &= 0.630 \end{aligned}$$

3. panjang kabel 150 m

$$\begin{aligned} \alpha F (\text{Loss total}) \text{ dB} &= (L \cdot \alpha) + (\alpha S \cdot Y) + (\alpha C \cdot Y) \\ &= (0.150 \times 0.35) + (0.10 \times 1) + (0.25 \times 2) \\ &= 0.0525 + 0.10 + 0.5 \\ &= 0.652 \end{aligned}$$

Tabel 4. 4 Standar Perhitungan redaman pada jumlah sambungan yang berbeda menggunakan alat sambung *Fast Connector* dan alat sambung *Splicer*

No	Jarak (Km) L	Redaman (dB/Km) A	Jumlah Konektor X	Redaman Konektor αC (dB)	Jumlah Sambungan Y	Redaman Sambungan αS (dB)
1	0.056	0.35	2	0.25	1	0.10
2	0.143	0.35	2	0.25	2	0.10
3	0.293	0.35	2	0.25	3	0.10

Pada Tabel di atas menunjukkan data redaman setiap satuan pada penyambungan kabel *fiber optic* menggunakan teknik mekanik dan teknik fusion dari ODP-TMA-FG/46 ke ONT dengan jumlah sambungan yang berbeda. Bertempat pada Jalan Bung, Perumahan Mega Asri, Blok D No3.

a. Perhitungan redaman total FO menggunakan *Fast Connector*

1. panjang kabel 56 m

$$\begin{aligned}\alpha F (\text{Loss total}) \text{ dB} &= (L \cdot \alpha) + (\alpha S \cdot Y) + (\alpha C \cdot Y) \\ &= (0.056 \times 0.35) + (0.10 \times 1) + (0.25 \times 2) \\ &= 0.0196 + 0.10 + 0.5 \\ &= 0.619\end{aligned}$$

2. panjang kabel 143 m

$$\begin{aligned}\alpha F (\text{Loss total}) \text{ dB} &= (L \cdot \alpha) + (\alpha S \cdot Y) + (\alpha C \cdot Y) \\ &= (0.143 \times 0.35) + (0.10 \times 2) + (0.25 \times 2) \\ &= 0.05005 + 0.2 + 0.5 \\ &= 0.750\end{aligned}$$

3. panjang kabel 293 m

$$\begin{aligned}\alpha F (\text{Loss total}) \text{ dB} &= (L \cdot \alpha) + (\alpha S \cdot Y) + (\alpha C \cdot Y) \\ &= (0.293 \times 0.35) + (0.10 \times 3) + (0.25 \times 2) \\ &= 0.10255 + 0.10 + 0.5 \\ &= 0.902\end{aligned}$$

b. Perhitungan redaman total FO menggunakan alat sambung *Splicer*

1. panjang kabel 56 m

$$\begin{aligned}\alpha F (\text{Loss total}) \text{ dB} &= (L \cdot \alpha) + (\alpha S \cdot Y) + (\alpha C \cdot Y) \\ &= (0.056 \times 0.35) + (0.10 \times 1) + (0.25 \times 2) \\ &= 0.0196 + 0.10 + 0.5 \\ &= 0.619\end{aligned}$$

2. panjang kabel 143 m

$$\begin{aligned}\alpha F (\text{Loss total}) \text{ dB} &= (L \cdot \alpha) + (\alpha S \cdot Y) + (\alpha C \cdot Y) \\ &= (0.143 \times 0.35) + (0.10 \times 2) + (0.25 \times 2) \\ &= 0.05005 + 0.2 + 0.5 \\ &= 0.750\end{aligned}$$

3. panjang kabel 293 m

$$\begin{aligned}\alpha F (\text{Loss total}) \text{ dB} &= (L \cdot \alpha) + (\alpha S \cdot Y) + (\alpha C \cdot Y) \\ &= (0.293 \times 0.35) + (0.10 \times 3) + (0.25 \times 2) \\ &= 0.10255 + 0.10 + 0.5 \\ &= 0.902\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan standar redaman total antara alat sambung *Fast Connector* dan alat sambung *Splicer* ditunjukkan pada tabel 4.7 dan 4.8 berikut ini :

Tabel 4. 5 Standar Hasil Perhitungan ODP ke ONT antara alat sambung *Fast Connector* dan alat sambung *Splicer*

No	Titik sambung	Redaman Total	
		<i>Fast Connector</i> (dB)	<i>Splicer</i> (dB)
1	56	0.619	0.619
2	87	0.630	0.630
3	150	0.652	0.652

Pada Tabel di atas menunjukkan data standar hasil perhitungan redaman total pada penyambungan kabel *fiber optic* menggunakan teknik mekanik dan teknik fusion dari ODP-TMA-FG/46 ke ONT. yang bertempat pada Jl. Bung, Perumahan Mega Asri, Blok D No 3.

Tabel 4. 6 Standar hasil Perhitungan redaman pada jumlah sambungan yang berbeda menggunakan alat sambung *Fast Connector* dan alat sambung *Splicer*

No	Titik sambung	Jumlah Sambungan	Redaman Total	
			<i>Fast Connector</i> (dB)	<i>Splicer</i> (dB)
1	56	1	0.619	0.619
2	56,143	2	0.750	0.750
3	56,143 & 293	3	0.902	0.902

Pada Tabel di atas menunjukkan data standar hasil perhitungan redaman total pada penyambungan kabel *fiber optic* menggunakan teknik mekanik dan teknik fusion dari ODP-TMA-FG/46 ke ONT dengan jumlah sambungan yang berbeda. yang bertempat pada Jl. Bung, Perumahan Mega Asri, Blok D No 3.

4.1.3. Data Hasil Perbandingan Pengukuran Dan Perhitungan

Dapat diketahui hasil perbandingan pengukuran dan perhitungan redaman total antar alat sambung *Fast Connector* dan alat sambung *Splicer*, ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 7 Hasil perbandingan pengukuran redaman sambungan dan standar ITU-T

No	Titik Sambung	Standar <i>Splicing Loss</i> (dB)	<i>Splicing Loss</i>	
			<i>Fast Connector</i> (dB)	<i>Splicer</i> (dB)
TS.1	56	0.10	0.017	0.012
TS.2	87	0.10	0.026	0.015
TS.3	150	0.10	0.047	0.013

Pada Tabel 4. 7 menunjukkan data hasil perbandingan pengukuran redaman sambungan dan standar ITU-T pada penyambungan kabel *fiber optic* menggunakan teknik mekanik dan teknik fusion dari ODP-TMA-FG/46 ke ONT. yang bertempat pada Jalan Bung, Perumahan Mega Asri, Blok D No.3, dapat di ketahui bahwa penyambungan dengan menggunakan splice mekanik memiliki loss redaman yang lebih tinggi yaitu 0.047 pada TS.3. sedangkan penyambungan menggunakan splice fusion memiliki loss redaman yang paling rendah, yaitu 0.012 pada TS.1.

Tabel 4. 8 Hasil perbandingan pengukuran dan perhitungan redaman total antar alat sambung *Fast Connector* dan alat sambung *Splicer*

No	Titik sambung	Pengukuran		Perhitungan	
		<i>Fast Connector</i> (dB)	<i>Splicer</i> (dB)	<i>Fast Connector</i> (dB)	<i>Splicer</i> (dB)
1	56	0.226	0.214	0.619	0.619
2	87	0.239	0.223	0.630	0.630
3	150	0.287	0.248	0.652	0.652

Pada Tabel 4.8 menunjukkan data hasil perbandingan pengukuran dan perhitungan redaman total dari hasil sambungan dan standar ITU-T pada penyambungan kabel *fiber optic* menggunakan teknik mekanik dan teknik fusion dari ODP-TMA-FG/46 ke ONT. yang bertempat pada Jalan Bung, Perumahan Mega Asri, Blok D No.3 dapat di ketahui bahwa penyambungan dengan menggunakan splice mekanik memiliki total loss redaman yang lebih tinggi yaitu 0.287 pada TS.3. sedangkan penyambungan menggunakan splice fusion memiliki loss redaman yang paling rendah, yaitu 0.214 pada TS.1.

Tabel 4. 9 Hasil perbandingan pengukuran dan perhitungan redaman total antar alat sambung *Fast Connector* dan alat sambung *Spliser* pada jumlah sambungan yang berbeda

No	Titik sambung	Jumlah Sambungan	Pengukuran		Perhitungan	
			<i>Fast Connector</i> (dB)	<i>Splicer</i> (dB)	<i>Fast Connector</i> (dB)	<i>Splicer</i> (dB)
1	56	1	0.226	0.214	0.619	0.619
2	56,143	2	0.364	0.271	0.750	0.750
3	56,143 & 293	3	0.421	0.308	0.902	0.902

Pada Tabel 4.9 menunjukkan data hasil perbandingan pengukuran dan perhitungan redaman total dari hasil sambungan dan standar ITU-T pada penyambungan kabel *fiber optic* dengan jumlah sambungan yang berbeda menggunakan teknik mekanik dan teknik fusion dari ODP-TMA-FG/46 ke ONT. yang bertempat pada Jalan Bung, Perumahan Mega Asri, Blok D No.3 dapat di ketahui bahwa penyambungan dengan menggunakan splice mekanik memiliki total loss redaman yang lebih tinggi yaitu 0.421 pada TS.3. sedangkan penyambungan menggunakan splice fusion memiliki loss redaman yang paling rendah, yaitu 0.214 pada TS.1.

4.2. Pembahasan

4.2.1. Perbandingan nilai redaman sambungan pengukuran dan standar ITU-T

Tabel 4. 10 Hasil perbandingan pengukuran redaman sambungan dan standar ITU-T

No	Titik Sambung	Standar <i>Splicing Loss</i> (dB)	<i>Splicing Loss</i>	
			<i>Fast Connector</i> (dB)	<i>Splicer</i> (dB)
TS.1	56	0.10	0.017	0.012
TS.2	87	0.10	0.026	0.015
TS.3	150	0.10	0.047	0.013

Pada Tabel 4.10 menunjukkan data Hasil perbandingan pengukuran redaman sambungan dan standar ITU-T pada penyambungan kabel *fiber optic* menggunakan teknik mekanik dan teknik fusion dari ODP-TMA-FG/46 ke ONT. yang bertempat pada Jalan Bung, Perumahan Mega Asri, Blok D No.3, dapat diketahui bahwa penyambungan dengan menggunakan splice mekanik memiliki loss redaman yang lebih tinggi yaitu 0.047 pada TS.3. Sedangkan penyambungan menggunakan splice fusion memiliki loss redaman yang paling rendah, yaitu 0.012 pada TS.1. Hal ini dikarenakan penyambungan dengan splice mekanik tidak memakai mesin dan pada proses pengepresan dengan menggunakan fibrlock yang dilakukan kurang baik, sedangkan pada splice fusion menggunakan mesin . Oleh karena itu loss redaman yang dihasilkan splice mekanik lebih tinggi dibandingkan loss redaman yang dihasilkan splice fusion.

Dari tabel yang ditunjukkan diatas dapat diketahui perbandingan nilai redaman (dB) sambungan melalui pengukuran dengan menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) dan nilai standar redaman (dB) sambungan menggunakan acuan standar ITU-T. Dari hasil pengukuran dilapangan diperoleh nilai lebih kecil dari pada nilai standar ITU-T yang ditetapkan sebagai acuan standarisasi penyambungan. hal ini menunjukkan

bahwa penyambungan *Fiber Optic* yang dilakukan PT.Cendekia Global Solusi sangat baik dan telah memenuhi standarisasi ITU-T.

Pada hasil perbandingan nilai redaman (dB) sambungan pada TS.1 dengan nilai pengukuran *Fast Connector* lebih tinggi yaitu: 0.017 (dB) sedangkan *Splicer* 0.012 (dB). Hal ini dikarenakan penyambungan dengan splice mekanik tidak memakai mesin dan pada proses pengepresan dengan menggunakan fibrlock yang dilakukan kurang baik, sedangkan pada splice fusion menggunakan mesin . Oleh karena itu loss redaman yang dihasilkan splice mekanik lebih tinggi dibandingkan loss redaman yang dihasilkan splice fusion. namun penyambungan *Fiber Optic* yang telah dilakukan menghasilkan nilai redaman yang sangat baik dan telah memenuhi standarisasi penyambungan ITU-T yaitu 0.10 (dB) dan layak digunakan sebagai media transmisi jaringan fiber optik antara ODP ke ONT.

Pada hasil perbandingan nilai redaman (dB) sambungan pada TS.2 dengan nilai pengukuran *Fast Connector* lebih tinggi yaitu: 0.026 (dB) sedangkan *Splicer* 0.015 (dB). Hal ini Hal ini dikarenakan penyambungan dengan splice mekanik tidak memakai mesin dan pada proses pengepresan dengan menggunakan fibrlock yang dilakukan kurang baik, sedangkan pada splice fusion menggunakan mesin . Oleh karena itu loss redaman yang dihasilkan splice mekanik lebih tinggi dibandingkan loss redaman yang dihasilkan splice fusion. Namun penyambungan *Fiber Optic* yang telah dilakukan menghasilkan nilai redaman yang sangat baik dan telah memenuhi standarisasi penyambungan ITU-T yaitu 0.10 (dB) dan layak digunakan sebagai media transmisi jaringan fiber optik antara ODP ke ONT.

Pada hasil perbandingan nilai redaman (dB) sambungan pada TS.3 dengan nilai pengukuran *Fast Connector* jauh lebih tinggi yaitu: 0.047 (dB) sedangkan *Splicer* 0.013 (dB), Hal ini dikarenakan penyambungan dengan splice mekanik tidak memakai mesin dan pada proses pengepresan dengan menggunakan fibrlock yang dilakukan kurang baik, sedangkan pada splice fusion menggunakan mesin.

Oleh karena itu loss redaman yang dihasilkan splice mekanik jauh lebih tinggi dibandingkan loss redaman yang dihasilkan splice fusion. namun penyambungan *Fiber Optic* yang telah dilakukan menghasilkan nilai redaman yang baik dan telah memenuhi standarisasi penyambungan ITU-T yaitu 0.10 (dB) dan layak digunakan sebagai media transmisi jaringan fiber optik antara ODP ke ONT.

4.2.2. Perbandingan Nilai Pengukuran Dan Perhitungan Redaman Total

Antar Alat Sambung *Fast Connector* Dan Alat Sambung *Splicer*

Tabel 4. 11 Perbandingan akumulasi nilai redaman total hasil pengukuran dan perhitungan

No	Titik sambung	Pengukuran		Perhitungan	
		<i>Fast Connector</i> (dB)	<i>Splicer</i> (dB)	<i>Fast Connector</i> (dB)	<i>Splicer</i> (dB)
TS.1	56	0.226	0.214	0.619	0.619
TS.2	87	0.239	0.223	0.630	0.630
TS.3	150	0.287	0.248	0.652	0.652

Pada Tabel 4.11 menunjukkan data Hasil perbandingan pengukuran dan perhitungan redaman total dari hasil sambungan dan standar ITU-T pada penyambungan kabel *fiber optic* menggunakan teknik mekanik dan teknik fusion dari ODP-TMA-FG/46 ke ONT. yang bertempat pada Jalan Bung, Perumahan Mega Asri, Blok D No.3, dapat di ketahui bahwa penyambungan dengan menggunakan splice mekanik memiliki total loss redaman yang lebih tinggi yaitu 0.287 pada TS.3.

Sedangkan penyambungan menggunakan *splice fusion* memiliki loss redaman yang paling rendah, yaitu 0.214 pada TS.1. Hal ini dikarenakan penyambungan dengan splice mekanik tidak memakai mesin dan pada proses pengepresan dengan menggunakan *fibrlock* yang dilakukan kurang baik, sedangkan pada *splice fusion* menggunakan mesin. Oleh karena itu loss redaman yang dihasilkan *splice* mekanik lebih tinggi dibandingkan loss

redaman yang dihasilkan splice fusion. Dan panjang kabel FO mempengaruhi loss redaman total yang di hasilkan.

Dari data tabel yang ditunjukkan diatas dapat diketahui perbandingan akumulasi nilai redaman total dari hasil penyambungan antara teknik splice mekanik (*Fast Connector*) dan teknik *splice fusion* (*Splicer*) melalui pengukuran menggunakan Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) dan nilai perhitungan redaman total (dB) standar ITU-T. Dari hasil pengukuran dilapangan diperoleh nilai pengukuran redaman total (dB) lebih kecil dari pada nilai perhitungan redaman total (dB) standar ITU-T. hal ini menunjukkan bahwa penyambungan *Fiber Optic* yang dilakukan PT.Cendekia Global Solusi sangat baik dan telah memenuhi standarisasi ITU-T.

Pada hasil perbandingan nilai redaman total(dB) pada TS.1 dengan nilai pengukuran *Fast Connektor* 0.226 (dB), dan *Splicer* 0.214 (dB), dengan nilai perhitungan *Fast Connektor* 0.619 (dB), dan perhitungan *Splicer* 0.619 (dB), menunjukkan bahwa hasil pengukuran yang dilakukan di lapangan telah memenuhi standarisasi ITU-T dan layak digunakan sebagai media transmisi jaringan fiber optik antara ODP ke ONT.

Pada hasil perbandingan nilai redaman total(dB) pada TS.2 dengan nilai pengukuran *Fast Connektor* 0.226 (dB), dan *Splicer* 0.214 (dB), dengan nilai perhitungan *Fast Connektor* 0.630 (dB), dan perhitungan *Splicer* 0.630 (dB), menunjukkan bahwa hasil pengukuran yang dilakukan di lapangan telah memenuhi standarisasi ITU-T dan layak digunakan sebagai media transmisi jaringan fiber optik antara ODP ke ONT.

Pada hasil perbandingan nilai redaman total(dB) pada TS.3 dengan nilai pengukuran *Fast Connektor* 0.287(dB), dan *Splicer* 0.248 (dB), dengan nilai perhitungan *Fast Connektor* 0.652 (dB), dan perhitungan *Splicer* 0.652 (dB), menunjukkan bahwa hasil pengukuran yang dilakukan di lapangan telah memenuhi standarisasi ITU-T dan layak digunakan sebagai media transmisi jaringan fiber optik antara ODP ke ONT.

**4.2.3. Perbandingan Nilai Pengukuran Dan Perhitungan Redaman Total
Antar Alat Sambung *Fast Connector* Dan Alat Sambung *Splicer***

Tabel 4. 12 Hasil perbandingan pengukuran dan perhitungan redaman total antar alat sambung *Fast Connector* dan alat sambung *Splicer* pada jumlah sambungan yang berbeda

No	Titik sambung	Jumlah Sambungan	Pengukuran		Perhitungan	
			<i>Fast Connector</i> (dB)	<i>Splicer</i> (dB)	<i>Fast Connector</i> (dB)	<i>Splicer</i> (dB)
TS.1	56	1	0.226	0.214	0.619	0.619
TS.2	56,143	2	0.364	0.271	0.750	0.750
TS.3	56,143 & 293	3	0.421	0.308	0.902	0.902

Pada Tabel 4.12 menunjukkan data Hasil perbandingan pengukuran dan perhitungan redaman total dari hasil sambungan dan standar ITU-T pada penyambungan kabel *fiber optic* dengan jumlah sambungan yang berbeda menggunakan teknik mekanik dan teknik fusion dari ODP-TMA-FG/46 ke ONT. yang bertempat pada Jalan Bung, Perumahan Mega Asri, Blok D No.3, dapat di ketahui bahwa penyambungan dengan menggunakan splice mekanik memiliki total loss redaman yang lebih tinggi yaitu 0.421 pada TS.3. sedangkan penyambungan menggunakan splice fusion memiliki loss redaman yang paling rendah, yaitu 0.214 pada TS.1. Hal ini dikarenakan penyambungan dengan splice mekanik tidak memakai mesin dan pada proses pengepresan dengan menggunakan fibrlock yang dilakukan kurang baik, sedangkan pada splice fusion menggunakan mesin . Oleh karena itu loss redaman yang dihasilkan splice mekanik lebih tinggi dibandingkan loss redaman yang dihasilkan splice fusion. Dan panjang kabel FO serta jumlah sambungan yang ada mempengaruhi loss redaman total yang di hasilkan.

Dari data tabel yang ditunjukkan diatas dapat diketahui perbandingan akumulasi nilai redaman total dari hasil penyambungan antara teknik splice

mekanik (fast connector) dan teknik splice fusion (*Splicer*) melalui pengukuran menggunakan Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) dan nilai perhitungan redaman total (dB) standar ITU-T. Dari hasil pengukuran dilapangan diperoleh nilai pengukuran redaman total (dB) lebih kecil dari pada nilai perhitungan redaman total (dB) standar ITU-T. hal ini menunjukkan bahwa penyambungan *Fiber Optic* yang dilakukan PT.Cendekia Global Solusi sangat baik dan telah memenuhi standarisasi ITU-T.

Pada hasil perbandingan nilai redaman total(dB) pada TS.1 dengan nilai pengukuran *Fast Connektor* 0.226 (dB), dan *Splicer* 0.214 (dB), dengan nilai perhitungan *Fast Connektor* 0.619 (dB), dan perhitungan *Splicer* 0.619 (dB), menunjukkan bahwa hasil pengukuran yang dilakukan di lapangan telah memenuhi standarisasi ITU-T dan layak digunakan sebagai media transmisi jaringan fiber optik antara ODP ke ONT.

Pada hasil perbandingan nilai redaman total(dB) pada TS.2 dengan nilai pengukuran *Fast Connektor* 0.364 (dB), dan *Splicer* 0.271 (dB), dengan nilai perhitungan *Fast Connektor* 0.750 (dB), dan perhitungan *Splicer* 0.750 (dB), menunjukkan bahwa hasil pengukuran yang dilakukan di lapangan telah memenuhi standarisasi ITU-T dan layak digunakan sebagai media transmisi jaringan fiber optik antara ODP ke ONT.

Pada hasil perbandingan nilai redaman total(dB) pada TS.3 dengan nilai pengukuran *Fast Connektor* 0.421 (dB), dan *Splicer* 0.308 (dB), dengan nilai perhitungan *Fast Connektor* 0.902 (dB), dan perhitungan *Splicer* 0.902 (dB), menunjukkan bahwa hasil pengukuran yang dilakukan di lapangan telah memenuhi standarisasi ITU-T dan layak digunakan sebagai media transmisi jaringan fiber optik antara ODP ke ONT.

4.2.4. Perbandingan Selisi Nilai Pengukuran Antar Alat Sambung *Fast Connector* Dan Alat Sambung *Splicer*

Tabel 4. 13 Hasil perbandingan selisih pengukuran antar alat sambung *Fast Connector* dan alat sambung *Splicer* tahap 1

No	Titik Sambung	Standar <i>Splicing Loss</i> (dB)	<i>Splicing Loss</i>				<i>Selisih</i> (%)
			<i>Fast Connector</i>		<i>Splicer</i>		
			(dB)	(%)	(dB)	(%)	(%)
TS.1	56	0.10	0.017	17%	0.012	12%	5%
TS.2	87	0.10	0.026	26%	0.015	15%	11%
TS.3	150	0.10	0.047	46%	0.013	13%	33%

Pada Tabel 4.13 menunjukkan data Hasil perbandingan Selisi pengukuran antar alat sambung *Fast Connector* dan alat sambung *Splicer* tahap 1 dari ODP-TMA-FG/46 ke ONT. yang bertempat pada Jalan Bung Perumahan Mega Asri Blok D No.3. Dari tabel di atas dapat di ketahui bahwa selisi penyambungan pada TS.1 *Fast Connector* 17% , *Splicer* 12%, selisi 5%. Selisi penyambungan pada TS.2 *Fast Connector* 26% , *Splicer* 15%, selisi sebesar 11%. Dan selisi penyambungan pada TS.3 *Fast Connector* 46% , *Splicer* 13%, selisi sebesar 33%.

4.2.5 *Connektor Dan Alat Sambung Splicer*

Tabel 4. 14 Hasil perbandingan Selisi pengukuran antar alat sambung *Fast Connektor* dan alat sambung *Spliser* tahap 2

No	Titik Sambung	Jumlah sambungan	Standar <i>Splicing Loss</i> (dB)	<i>Splicing Loss</i>				<i>Selisih</i> (%)
				<i>Fast Connektor</i>		<i>Splicer</i>		
				(dB)	(%)	(dB)	(%)	
TS.1	56	1	0.619	0.226	36.5%	0.214	34.5%	2%
TS.2	56 & 143	2	0.750	0.364	48.5%	0.271	36.1%	12.4%
TS.3	56,143 & 293	3	0.902	0.421	46.6%	0.308	34.1%	12.5%

Pada Tabel 4.14 menunjukkan data Hasil perbandingan Selisi pengukuran antar alat sambung *Fast Connektor* dan alat sambung *Spliser* tahap 2 dari ODP-TMA-FG/46 ke ONT dengan jumlah sambungan yang berbeda yang bertempat pada Jalan Bung, Perumahan Mega Asri, Blok D No.3. Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa selisi penyambungan pada TS.1 *Fast Connektor* 36.5%, *Spliser* 34%, selisi sebesar 2%. Selisi penyambungan pada TS.2 *Fast Connektor* 48.5% , *Spliser* 36.1%, selisi sebesar 12.4%. Dan selisi penyambungan pada TS.3 *Fast Connektor* 46.6% , *Spliser* 34.1%, selisi sebesar 12.5%.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Dari hasil pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil pengukuran yang dilakukan, di dapatkan nilai loss redaman sambungan pengukuran di lapangan menggunakan OTDR jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai standar ITU.T. Dimana Pada penyambungan menggunakan teknik mekanik (*Fast Connector*) menghasilkan loss redaman penyambungan yaitu 0.017 dB, 0.026 dB dan 0.047 dB. Dan pada Teknik fusion (*Splicer*) menghasilkan Loss redaman penyambungan yaitu 0.012 dB, 0.015 dB, 0.013 dB. Sedangkan standar ITU.T untuk loss sambungan 0.10 dB. sehingga dapat disimpulkan bahwa analisis redaman pada penyambungan kabel Fiber Optic antara teknik mekanik dan teknik fusion dalam keadaan normal dan layak digunakan sebagai media transmisi jaringan fiber optik antara ODP ke ONT.
2. Dari hasil pengukuran dan perhitungan secara teoritis standar ITU.T yang dilakukan, di dapatkan nilai loss total dari pengukuran di lapangan menggunakan OTDR jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan hasil perhitungan standar ITU.T. Dimana Pada penyambungan menggunakan teknik mekanik (*Fast Connector*) menghasilkan loss total redaman yaitu 0.226 dB pada TS1, 0.239 dB pada TS2, dan 0.287 dB pada TS3. Dan pada Teknik fusion (*Splicer*) menghasilkan Loss total redaman yaitu 0.214 dB pada TS1, 0.223dB pada TS2, dan 0.248 dB pada TS3. Sedangkan perhitungan secara teoritis standar ITU.T untuk TOTAL loss 0.619 dB pada TS1, 0.630 dB pada TS2, dan 0.652 dB pada TS3 . sehingga dapat disimpulkan bahwa analisis redaman pada penyambungan kabel Fiber Optic antara teknik mekanik dan teknik fusion dalam keadaan normal dan layak digunakan sebagai media transmisi jaringan fiber optik antara ODP ke ONT.

3. Dalam menentukan batas penyambungan pada kabel fiber optic di lakukan pengukuran pada kabel fiber optic yang akan di sambung kemudian lakukan perbandingan dengan standar ITU.T. Hal ini dibutuhkan untuk mengetahui kelayakan kabel fiber optik sebelum melakukan penyambungan.

5.2. Saran

Adapun saran pada penelitian kali ini :

1. Dari hasil penyambungan dengan menggunakan teknik penyambungan *fusion splicing* lebih baik daripada menggunakan teknik penyambungan *mechanical splicing*, hal ini didasarkan oleh lebih sedikitnya nilai *loss* redaman dan *loss* total redaman yang dihasilkan oleh metode fusion daripada *loss* redaman yang dihasilkan oleh metode mekanik. Namun penyambungan menggunakan teknik mekanik pada jalur kabel ODP ke ONT masi sangat di sarankan karna perbedaan *loss* redaman sambungan yang di hasilkan tidak jauh berbeda dengan teknik fusion, kemudian pada saat penyambungan menggunakan teknik mekanik sangat simpel dan biaya penyambungan yang sangat murah dibandingkan penyambungan menggunakan teknik fusion
2. Perlunya dilakukan penyambungan secara baik agar tidak terjadi bending dan mendapatkan hasil redaman yang kecil sesuai dengan standarisasi yang telah dtentukan. Khususnya pada penyambungan menggunakan teknik mekanik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andhina, S. A. H., Waluyo, W., & Darmono, H. (2019). Analisis Rugi-Rugi Macrobending Pada Core Serat Optik Berstruktur Singlemode-Multimode-Singlemode. *Jurnal Jartel: Jurnal Jaringan Telekomunikasi*, 9(2), 11.
- Darmawan, N. (2017). *Analisa Pengembangan Jaringan Fiber Optic Site Nangka Semarang. Analisa Pengembangan Jaringan Fiber Optic Site Nangka Semarang*, 11.
- F. Hilman. (2018). *Perancangan dan Implementasi Fiber Optic di Lab.Komunikasi Bergerak Gedung Elektronika Politeknik Negeri Balikpapan*.
- Fausiah, F. (2019). *Analisis Redaman pada Jaringan Fiber to the Home (FTTH) Berteknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) di PT Telkom Makassar. Ainet: Jurnal Informatika*, 1(1), 21-27.
- Hanif,Irfan & Arnaldy,Defiana. (2017). Analisis Penyambungan Kabel Fiber optic Akses dengan Kabel Fiber optic Backbone pada Indosat Area Jabodetabek. *Jurnal Multinetics*. Vol.3 No.2.Hal 12-17.
- Hidayati, Rizki dan Nuryadi, Satyo. (2019). *Desain Jaringan Fiber Optik Untuk Area Joglo Plawang Yogyakarta Menggunakan Optisystem*. Tugas Akhir Thesis, University Of Technology Yogyakarta.
- Inoed, Mohammad dan Dzulkiflih. (2016). *Analisis Penyambungan Fiber Optik (FO) Dengan Metode Fusi Pada Jaringan Telekomunikasi Di KampusUniversitas Negeri Surabaya Ketintang*. *Jurnal Ilmiah Edutic*. Vol 2, No2.
- Kuswoyo,H. (2001). *Optimasi Jaringan Serat Optik dengan Dense Wavelength Division Multiplexing di PT. KaltexPacifi Indonesi*.
- Muharor, A., Asmara, B. P., & Bonok, Z. (2019). Analisis Pentransmision Fiber Optik Saluran Udara Pada Panjang Gelombang 1310 nm Dari Optical Distribution Point (ODP)–Optical Network Termination (ONT). *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 1(2), 49-54.
- Nugraha,Andi Rahman,*Serat Optik* .2004, Yogyakarta : Penerbit Andi Rahman.
- Rombe A, 2003. *Penggunaan Serat Optik Plastik Sebagai Media Transmisi Untuk Alat Ukur Temperatur Jarak Jauh*. [Skripsi]. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.
- Setiawan, Angga Budi.(2019). *Penentuan Status Kualitas Sambungan Fiber optic dengan Parameter Loss dan Quality of Service menggunakan metode Fuzzy*. (Universitas Jember, 2019) Diakses dari <https://repository.unej.ac.id/xmlui/handle/123456789/102541>
- Syah,Firman & Atmajaya,Julian.(2020). *Analisis Pengaruh Penyambungan Kabel Fiber optic Terhadap Keccepatan Jaringan Internet*. (Universitas Muhammadiyah Makassar, 2020) Diakses dari https://digilibadmin.unismuh.ac.id/upload/14020-Full_Text.pdf.
- Wahono, R. S. (2012). *Kiat Menyusun Kerangka Pemikiran Penelitian*. Diakses

Dari [Http://Romisatriawahono.Net/2012/08/07/KiatMenyusunKerangkaPemikiran Penelitian](http://Romisatriawahono.Net/2012/08/07/KiatMenyusunKerangkaPemikiranPenelitian), Tanggal, 2(01), 2016

Wismaya, Yosi & Jambola, Lucia. (2018). Analisis Kinerja Sistem Penyambungan Serat Optik Menggunakan Metode *Fusion Splicing* pada ruas Soreang Nanjung. Jurnal Transistor Elektro dan Informatika. Vol.3, No.1. Hal 62-70

LAMPIRAN



Gambar 1. Alat sambung *splicer*



Gambar 2. Alat sambung *fast connector*



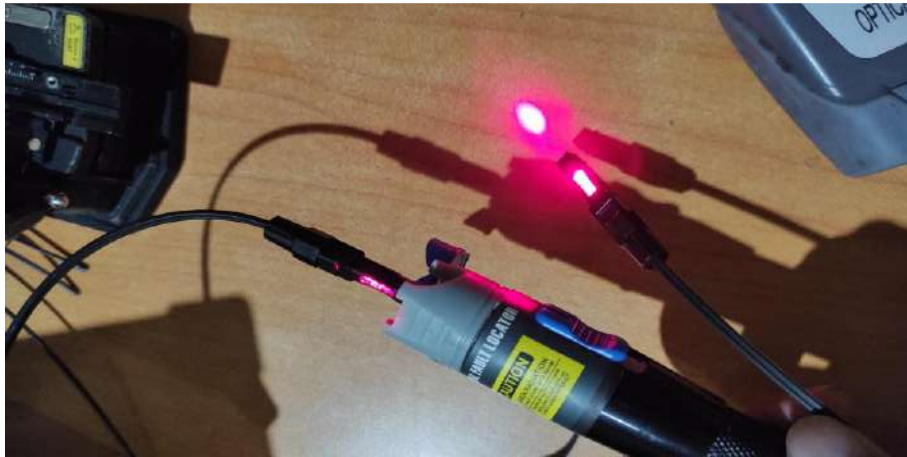
Gambar 3. Proses penyambungan menggunakan alat sambung *splicer*



Gambar 4. Proses penyambungan menggunakan alat sambung *fast connector*



Gambar 5. Proses pemotongan Core



Gambar 6. Pengecekan kualitas dari penyambungan fast connector



Gambar 7. Proses pemasangan kabel *Fiber Optic* pada ODP



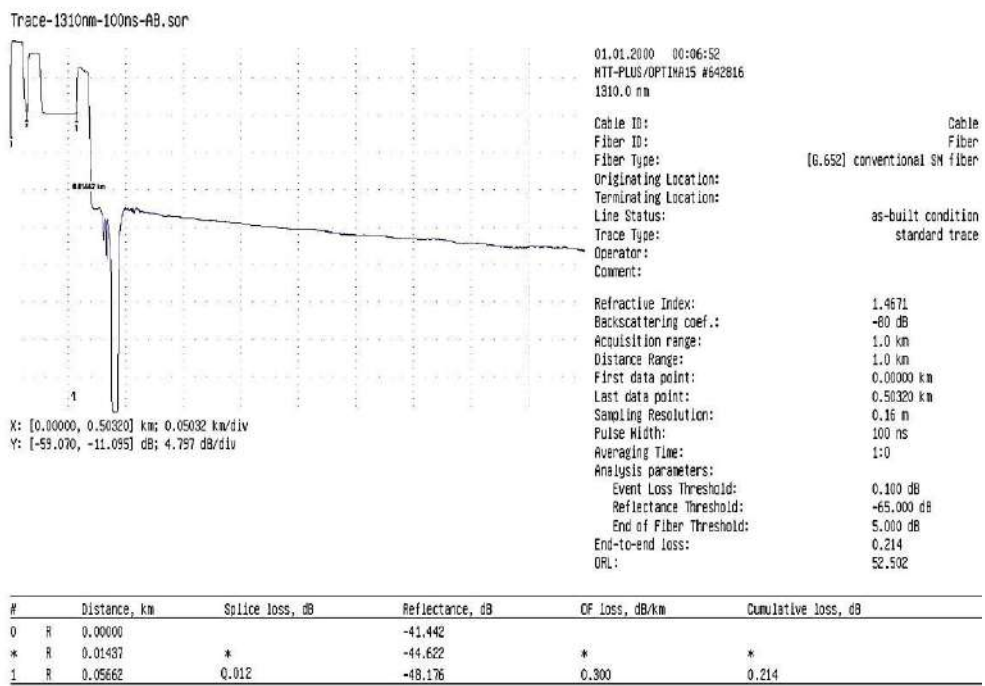
Gambar 8. Hasil pengukuran menggunakan OTDR pada jarak 56 m



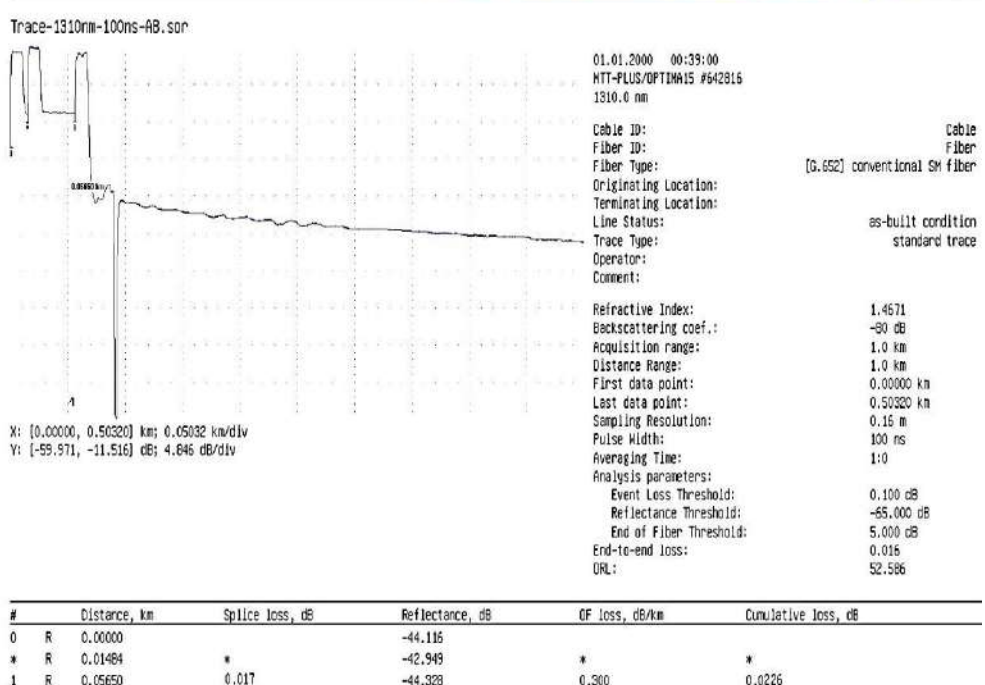
Gambar 9. Hasil pengukuran menggunakan OTDR pada jarak 87 m



Gambar 10. Hasil pengukuran menggunakan OTDR pada jarak 150 m

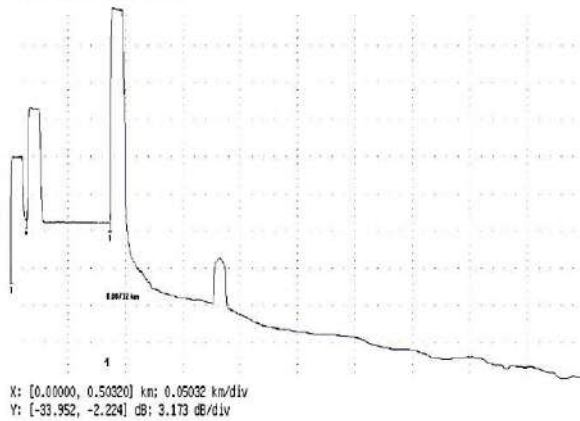


Gambar 11. 56m fast connector



Gambar 12. 56m splicer

Trace-1310nm-100ns-AB.sor



01.01.2000 00:09:06
 MIT-PLUS/OPTIMA15 #642816
 1310.0 nm

Cable ID: Cable
 Fiber ID: Fiber
 Fiber Type: [G.652] conventional SM fiber
 Originating Location:
 Terminating Location:
 Line Status: as-built condition
 Trace Type: standard trace
 Operator:
 Comment:

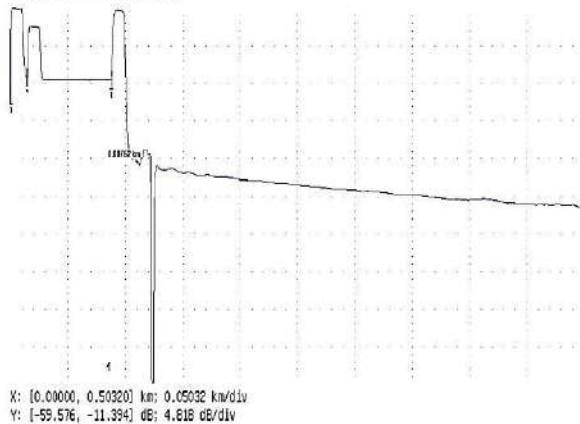
Refractive Index: 1.4671
 Backscattering coef.: -80 dB
 Acquisition range: 1.0 km
 Distance Range: 1.0 km
 First data point: 0.00000 km
 Last data point: 0.50320 km
 Sampling Resolution: 0.16 m
 Pulse Width: 100 ns
 Averaging Time: 1:0

Analysis parameters:
 Event Loss Threshold: 0.100 dB
 Reflectance Threshold: -65.000 dB
 End of Fiber Threshold: 5.000 dB
 End-to-end loss: 0.026
 ORL: 50.591

#	Distance, km	Splice loss, dB	Reflectance, dB	OF loss, dB/km	Cumulative loss, dB
0	R 0.00000		-49.043		
*	R 0.01371	*	-40.396	*	*
1	R 0.08732	0.026	-23.281	0.300	0.239

Gambar 13. 87m fast connector

Trace-1310nm-100ns-AB.sor



01.01.2000 00:02:59
 MIT-PLUS/OPTIMA15 #642816
 1310.0 nm

Cable ID: Cable
 Fiber ID: Fiber
 Fiber Type: [G.652] conventional SM fiber
 Originating Location:
 Terminating Location:
 Line Status: as-built condition
 Trace Type: standard trace
 Operator:
 Comment:

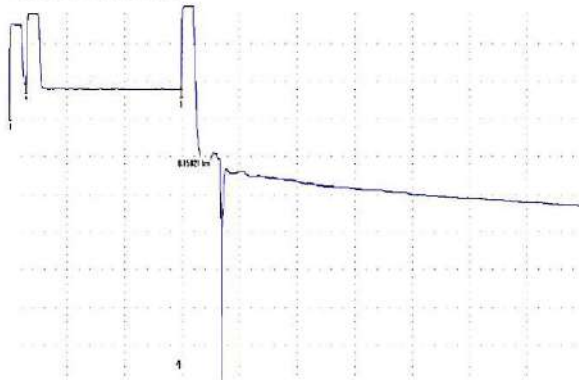
Refractive Index: 1.4671
 Backscattering coef.: -80 dB
 Acquisition range: 1.0 km
 Distance Range: 1.0 km
 First data point: 0.00000 km
 Last data point: 0.50320 km
 Sampling Resolution: 0.16 m
 Pulse Width: 100 ns
 Averaging Time: 1:0

Analysis parameters:
 Event Loss Threshold: 0.100 dB
 Reflectance Threshold: -65.000 dB
 End of Fiber Threshold: 5.000 dB
 End-to-end loss: 0.223
 ORL: 50.628

#	Distance, km	Splice loss, dB	Reflectance, dB	OF loss, dB/km	Cumulative loss, dB
0	R 0.00000		-41.726		
*	R 0.01451	*	-46.429	*	*
1	R 0.08762	0.015	-42.150	0.301	0.223

Gambar 14. 87m splicer

Trace-1310nm-100ns-AB.sor



X: [0.00000, 0.50320] km; 0.05032 km/div
Y: [-58.502, -10.237] dB; 4.626 dB/div

01.01.2000 00:31:39
MTT-PLUS/OPTIMA15 #642816
1310.0 nm

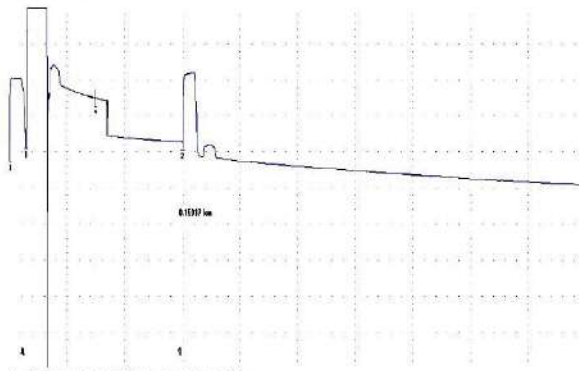
Cable ID: Cable
Fiber ID: Fiber
Fiber Type: [G.652] conventional SM fiber
Originating Location:
Terminating Location:
Line Status: as-built condition
Trace Type: standard trace
Operator:
Comment:

Refractive Index: 1.4671
Backscattering coef.: -80 dB
Acquisition range: 1.0 km
Distance Range: 1.0 km
First data point: 0.00000 km
Last data point: 0.50320 km
Sampling Resolution: 0.16 m
Pulse Width: 100 ns
Averaging Time: 1:0
Analysis parameters:
Event Loss Threshold: 0.100 dB
Reflectance Threshold: -65.000 dB
End of Fiber Threshold: 5.000 dB
End-to-end loss: 0.047
ORL: 49.369

#	Distance, km	Splice loss, dB	Reflectance, dB	OF loss, dB/km	Cumulative loss, dB
0	R 0.00000		-43.491		
*	R 0.01451	*	-40.636	*	*
1	R 0.15021	0.047	-38.710	0.313	0.287

Gambar 15. 150m fast connector

Trace-1310nm-100ns-AB.sor



X: [0.00000, 0.50320] km; 0.05032 km/div
Y: [-55.000, -0.000] dB; 5.500 dB/div

01.01.2000 00:16:38
MTT-PLUS/OPTIMA15 #642816
1310.0 nm

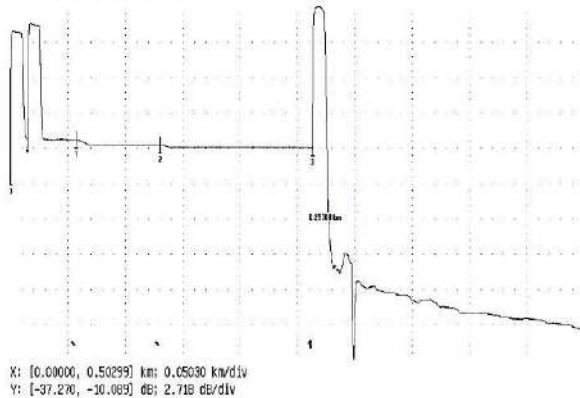
Cable ID: Cable
Fiber ID: Fiber
Fiber Type: [G.652] conventional SM fiber
Originating Location:
Terminating Location:
Line Status: as-built condition
Trace Type: standard trace
Operator:
Comment:

Refractive Index: 1.4671
Backscattering coef.: -80 dB
Acquisition range: 3.5 km
Distance Range: 1.0 km
First data point: 0.00000 km
Last data point: 0.50320 km
Sampling Resolution: 0.16 m
Pulse Width: 100 ns
Averaging Time: 1:0
Analysis parameters:
Event Loss Threshold: 0.100 dB
Reflectance Threshold: -65.000 dB
End of Fiber Threshold: 5.000 dB
End-to-end loss: 0.249
ORL: 48.499

#	Distance, km	Splice loss, dB	Reflectance, dB	OF loss, dB/km	Cumulative loss, dB
0	R 0.00000		-41.026		
1	R 0.01467		-19.482		
*	R 0.07518	*	-47.267	*	*
2	R 0.15017	0.013	-38.898	*	0.248

Gambar 16. 150m splicer

Trace-1310nm-100ns-AB.sor



01.01.2000 00:55:33
 NTT-PLUS/OPT/INA15 #642816
 1310.0 nm

Cable ID:
 Fiber ID:
 Fiber Type: [G.652] conventional SM fiber
 Originating Location:
 Terminating Location:
 Line Status: as-built condition
 Trace Type: standard trace
 Operator:
 Comment:

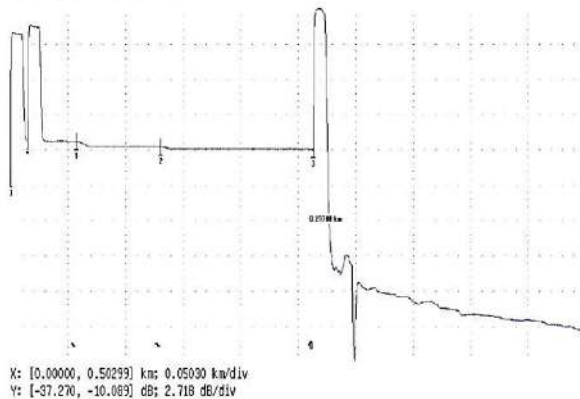
Refractive Index: 1.4677
 Backscattering coef.: -80 dB
 Acquisition range: 1.0 km
 Distance Range: 1.0 km
 First data point: 0.00000 km
 Last data point: 0.50299 km
 Sampling Resolution: 0.16 m
 Pulse Width: 100 ns
 Averaging Time: 0:15

Analysis parameters:
 Event Loss Threshold: 0.100 dB
 Reflectance Threshold: -65.000 dB
 End of Fiber Threshold: 5.000 dB
 End-to-end loss: 0.421
 ORL: 46.669

#	Distance, km	Splice loss, dB	Reflectance, dB	OF loss, dB/km	Cumulative loss, dB
0	R 0.00000				
*	R 0.01483			*	
1	S 0.05676		-43.359	0.300	
2	S 0.14348	*	-42.171	0.300	*
3	R 0.29388	>5.000	-38.324	0.333	0.421

Gambar 17. Tiga sambungan fast connector

Trace-1310nm-100ns-AB.sor



01.01.2000 00:40:04
 NTT-PLUS/OPT/INA15 #642816
 1310.0 nm

Cable ID:
 Fiber ID:
 Fiber Type: [G.652] conventional SM fiber
 Originating Location:
 Terminating Location:
 Line Status: as-built condition
 Trace Type: standard trace
 Operator:
 Comment:

Refractive Index: 1.4677
 Backscattering coef.: -80 dB
 Acquisition range: 1.0 km
 Distance Range: 1.0 km
 First data point: 0.00000 km
 Last data point: 0.50299 km
 Sampling Resolution: 0.16 m
 Pulse Width: 100 ns
 Averaging Time: 0:15

Analysis parameters:
 Event Loss Threshold: 0.100 dB
 Reflectance Threshold: -65.000 dB
 End of Fiber Threshold: 5.000 dB
 End-to-end loss: 0.622
 ORL: 46.669

#	Distance, km	Splice loss, dB	Reflectance, dB	OF loss, dB/km	Cumulative loss, dB
0	R 0.00000		-43.359		
*	R 0.01483		-42.171	*	
1	S 0.05676			0.300	
2	S 0.14348	*		0.300	*
3	R 0.29388	>5.000	-38.324	0.333	0.308

Gambar 18. Tiga sambungan splicer