

**STUDI KINERJA JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH)
PADA KAWASAN AIR MANCUR BOGOR**

SKRIPSI

Disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan
sarjana Teknik Elektro



Oleh:

PUGUH KUJATMIKO

1803025050

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA**

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

STUDI KINERJA JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) PADA
KAWASAN AIR MANCUR BOGOR

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik

Oleh:

PUGUH KUJATMIKO

1803025050

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi Program
Studi Teknik Elektro Fakultas Fakultas Teknologi Industri Dan Informatika

UHAMKA

Tanggal, 13 Oktober 2022

Pembimbing-1



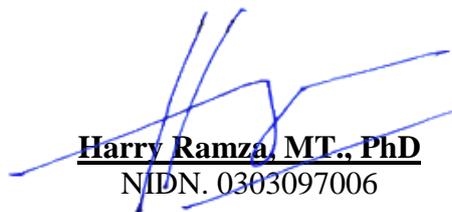
Harry Ramza, MT., PhD
NIDN. 0303097006

Pembimbing-2



Kun Fayakun, ST., MT.
NIDN. 0305125701

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Harry Ramza, MT., PhD
NIDN. 0303097006

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI KINERJA JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) PADA
KAWASAN AIR MANCUR BOGOR

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik

Oleh:

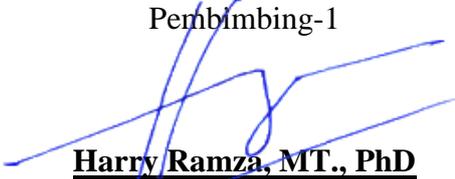
PUGUH KUJATMIKO

1803025050

Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Industrial dan Informasi
UHAMKA

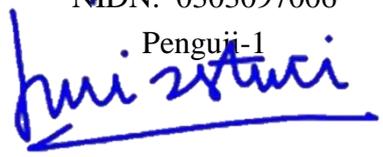
Tanggal, 16 November 2022

Pembimbing-1


Harry Ramza, MT., PhD

NIDN. 0303097006

Penguji-1


Dr. Dwi Astuti Cahyasiwi, S.T., M.T.

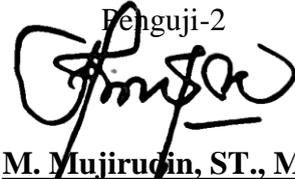
NIDN. 0323027401

Pembimbing-2


Kun Fayakun, ST., MT.

NIDN. 0305125701

Penguji-2


M. Mujirudin, ST., MT

NIDN. 0312126705

Mengesahkan,
Dekan
Fakultas Teknik UHAMKA


Dan Mugsidi ST, M.Si
NIDN. 0301126901

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Elektro


Harry Ramza, MT., PhD
NIDN. 0303097006



PERNYATAAN KEASLIAN

Saya, yang membuat pernyataan

Nama : Puguh Kujatmiko

Nim : 1803025050

Judul Skripsi : STUDI KINERJA JARINGAN FIBER TO THE HOME
(FTTH) PADA KAWASAN AIR MANCUR BOGOR

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi mana pun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi. Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 16 November 2022

A photograph of a 10000 Indonesian postage stamp. The stamp features the Garuda emblem and the text "10000" and "METRAL TEMPEL". A handwritten signature in black ink is written over the stamp. The stamp number "G7CA7AKX054405651" is visible at the bottom.

Puguh Kujatmiko

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji dan syukur dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT atas segala nikmat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu dan tanpa ada halangan yang berarti. Shalawat dan salam tidak lupa selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya, yang telah membawa umat manusia dari zaman yang gelap sampai ke zaman yang penuh cahaya keilmuan seperti sekarang ini. Penyusunan skripsi ini dibentuk yang bertujuan sebagai salah satu syarat wajib kelulusan dan memperoleh gelar sarjana di program studi teknik elektro Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA. Dalam proses penyusunan skripsi ini penulis tidak hanya sendiri, melainkan melibatkan banyak pihak yang membantu, memberi kritik serta saran. Semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal untuk mereka yang sudah membantu, memberi kritik serta saran, Aamiin. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmat sehingga penulis dapat menjalankan aktivitas.
2. Untuk orang tua penulis, Ibu Nur Haryanti dan bapak Aji Ruswanto yang senantiasa memberikan do'a serta dukungan baik dalam bentuk moril maupun materil.
3. Ibu Ir. Harry Ramza, MT., Ph.D.,MIPM selaku pembimbing I dan Bapak Kun Fayakun, S.T., M.T.selaku pembimbing II yang sudah memberikan arahan, ilmu dan motivasinya agar penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu.
4. Bapak Dr. Dan Mugisidi ST, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah PROF. DR HAMKA.
5. Bapak Ir. Harry Ramza, M.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah PROF. DR HAMKA.

6. Seluruh KMFT UHAMKA yang sudah menanamkan pendidikan budi pekerti Teknik dari awal perkuliahan hingga akhir.
7. Teman-teman elektro angkatan 2018 khususnya yang sudah menjadi bagian hidup selama perkuliahan.
8. Kepada semua pihak yang tidak bisa penulis tuliskan satu persatu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya;

Demikian penyusunan skripsi ini dibuat, semoga bisa menjadi ilmu yang bermanfaat dan bisa menjadi bahan acuan bagi mahasiswa dan dosen di lingkungan Fakultas Teknik UHAMKA. Penulis juga menyadari bahwa dalam penulisan memiliki kelebihan serta kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran untuk penyempurnaan untuk penulisan di kemudian hari.

Jakarta, 16 November 2022



Puguh Kujatmiko

PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA), saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Puguh Kujatmiko

NIM : 1803025050

Program Studi : Teknik elektro

Menyetujui, memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive royalty free right*) kepada Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA) atas karya ilmiah saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) yang berjudul:

STUDI KINERJA JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH)
PADA KAWASAN AIR MANCUR BOGOR

Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Prof. DR HAMKA berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 16 November 2022



Puguh Kujatmiko

ABSTRAK

Jumlah lalu lintas Internet telah banyak mengalami pertumbuhan yang sangat signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Salah satu yang paling berkembang yaitu jaringan *fiber to the home* (FTTH) dikarenakan menawarkan kecepatan data yang amat cepat. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukannya analisa studi kinerja pada jaringan FTTH dengan menggunakan metode *Link Power budget*, *Rise Time Budget*, *Bit Error Rate* (BER) dan faktor Q. yang bertujuan untuk mempelajari dan menganalisis hasil redaman agar dapat mengetahui apakah jaringan akses FTTH layak atau tidak untuk diimplementasikan. Penelitian di lakukan di dua tempat berbeda, pertama di Jl. Layungsari III dan Jl. Raya Dramaga. Berdasarkan hasil perhitungan di dapat nilai *Link Power Budget* di kedua tempat di bawah 28 dBm dan memiliki margin daya melebihi 0. Sedangkan pada *Rise Time Budget* di hasilkan nilai pada Jl .Layungsari III sebesar 0,2503 ns pada *downlink* dan 0,2547 ns pada *uplink*, pada JL. Raya Dramaga sebesar 0,2604 ns pada *downlink* dan 2,506 ns. Sedangkan nilai pada BER dan faktor Q yang menggunakan software OptiSystem pada Jl. Layungsari sebesar 1.73×10^{-11} pada BER dan 6,6 pada faktor Q, pada Jl. Raya Dramaga 5.88×10^{-10} pada BER dan 6,1 pada faktor Q.

Kata kunci : FTTH, Link Power Budget, Rise Time Budget, BER, Faktor Q

ABSTRAK

The amount of Internet traffic has experienced a very significant growth in recent years. One of the most developed is the fiber to the home (FTTH) network because it offers very fast data speeds. Based on this, an analysis of performance studies on the FTTH network was carried out using the Link Power budget, Rise Time Budget, Bit Error Rate (BER) and Q factor methods, which aims to study and analyze the attenuation results in order to determine whether the FTTH access network is feasible or not. to be implemented. The research was conducted in two different places, the first on Jl. Layungsari III and Jl. Raya Dramaga. Based on the calculation results, the value of the Link Power Budget in both places is below 28 dBm and has a power margin exceeding 0. Meanwhile, the Rise Time Budget on Jl. Layungsari III is 0.2503 ns on the downlink and 0.2547 ns on the uplink. , at JL. Raya Dramaga of 0.2604 ns on the downlink and 2.506 ns. While the value of BER and Q factor using OptiSystem software on Jl. Layungsari is 1.73×10^{-11} on BER and 6.6 on Q factor, on Jl. Raya Dramaga 5.88×10^{-10} on BER and 6.1 on Q factor.

Kata kunci : FTTH, Link Power Budget, Rise Time Budget, BER, Faktor Q

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABLE	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Blakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematik Penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 <i>Fiber To The X</i> (FTTX).....	5
2.1.1 Jenis-Jenis FTTX	6
2.2 <i>Fiber To The Home</i> (FTTH).....	7
2.2.1 Konfigurasi FTTH.....	8

2.2.2	Perangkat Jaringan Pada FTTH	9
	ODC adalah ruangan khusus yang strukturnya berbentuk kotak dan, yang berfungsi sebagai media instalasi kabel serat optik mode tunggal	10
2.2.3	Alat Pendukung Pada FTTH	14
2.2.4	Rugi-Rugi Pada FTTH	17
2.3	Serat Optik.....	19
2.3.1	Jenis-jenis Serat Optik.....	21
2.3.2	Penyambungan Inti Serat Optik	23
2.4	PASSIVE OPTICAL NETWORK (PON).....	24
2.4.1	<i>Gigabit Passive Optical Network (GPON)</i>	25
2.4.2	Perinsip Kerja GPON.....	26
	ODC adalah ruangan khusus yang strukturnya berbentuk kotak yang menggunakan bahan khusus.	27
2.5	Parameter Transmisi Sistem	28
2.5.1	<i>Link Power Budget</i>	28
2.5.2	<i>Rise Time Budget</i>	29
2.5.3	<i>Bit Error Rate (BER)</i>	30
2.5.4	<i>Factor Q</i>	30
BAB III METODOLOGI.....		31
3.1	Langkah-Langkah Penelitian.....	31
3.1.1	Lokasi.....	32
3.1.2	Pengukuran Jarak	32
3.1.3	Menentukan Jumlah dan Jenis Perangkat	32
3.1.4	Melakukan Pemasangan dan Pengukuran.....	32
3.2	Lokasi Penelitian	32

3.3	Spesifikasi Data Jaringan FTTH	33
3.4	Metode Perhitungan	34
3.4.1	<i>Link Power Budget</i>	34
3.4.2	<i>Rise Time Budget</i>	35
3.4.3	Bit Error Rate (BER).....	36
3.4.4	faktor Q	36
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1	Perancangan Jaringan Akses FTTH	37
4.1.1	Jl. Raya Dramaga Bogor	37
4.1.2	Jl. Layungsari III	39
4.2	Konfigurasi Menggunakan OptySistem	40
4.2.1	Jl. Raya Dramaga Bogor	42
4.2.2	Jl. Layungsari III	44
4.3	Analisa Hasil Perancangan	46
4.3.1	<i>Link Power Budget</i>	46
4.3.2	<i>Rise Time Budget</i>	50
4.3.3	BER dan Faktor Q.....	54
4.3.4	Analisis Jaringan FTTH	55
BAB V	Kesimpulan dan Saran	57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran	57
References	59

DAFTAR TABLE

Table 2. 1 Passive Spliter	12
Tabel 2. 2 Standart GPON	25
Tabel 3. 1 Spesisikasi OLT	33
Tabel 4. 1 jarak pelanggan di Jl. Raya Dramaga Bogor.....	38
Tabel 4. 2 jarak pelanggan di Jl. Layungsari III	39
Tabel 4. 3 Data untuk Link Power Budget Jl. Raya Dramaga Bogor	46
Tabel 4. 4 Data untuk Link Power Budget Jl. Raya Dramaga Bogor	48
Tabel 4. 5 Spesifikasi Rise Time Budget	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 FTTX (Telekomunikasi Indonesia Tbk, PT, 2012).....	5
Gambar 2. 2 Konfigurasi FTTH (Telekomunikasi Indonesia Tbk, PT, 2012).....	8
Gambar 2. 4 OLT	10
Gambar 2. 5 ODC	10
gambar 2. 6 ODP Pole.....	11
gambar 2. 7 ODP Closure	11
gambar 2. 8 ODP Pedestal	12
Gambar 2. 9 OTP	13
Gambar 2. 10 ONU/ONT	14
Gambar 2. 11 Fusion Splicer.....	15
Gambar 2. 12 OPM	15
Gambar 2. 13 Optical Time Domain Reflectometer	16
Gambar 2. 14 Protector Sleeve.....	16
Gambar 2. 15 Clever	17
Gambar 2. 16 Striper	17
Gambar 2. 17 kabel fiber optik (Sudhakar Cherukupalli, 2020).....	20
gambar 2. 18 Singlemode Fiber	22
gambar 2. 19 Multimode Fiber.....	22
Gambar 2. 20 Penyambungan Fiber optik (Hartanto, 2016).....	23
Gambar 2. 21 Penyambungan Mekanik (Googel image).....	24
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	31
Gambar 4. 1 Lokasi ONT Jl. Raya Dramaga Bogor	38
Gambar 4. 2 Lokasi ONT Jl. Layungsari III	39
Gambar 4. 4 konektor.....	40
Gambar 4. 5 fiber optik	41
Gambar 4. 6 Pasive splitter	41
Gambar 4. 7 Sambungan fusi	42
Gambar 4. 8 Optical Power Meter	42
Gambar 4. 9 BER Analyzer	42

Gambar 4. 10 Konfigursasi Jl. Raya Dramaga.....	43
Gambar 4. 11 Konfigurasi ODC pada OptySistem.....	43
Gambar 4. 12 Konfigurasi ODP pada OptySistem	44
Gambar 4. 13 Konfigurasi Jl. Layungsari III	45
Gambar 4. 14 Konfigurasi ODC pada OptySistem.....	45
Gambar 4. 15 Konfigurasi ODP pada OptySistem	45
Gambar 4. 16 Hasil BER Analyzer Jl. Raya Dramaga	54
Gambar 4. 17 Hasil BER Analyzer Jl. Layungsari III	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A : Surat Keterangan Penelitian

Lampiran B : Lembar Bimbingan

Lampiran C : Dokumentasi

Lampiran D : Denah Lokasi Jl. Dramaga

Lampiran E : Denah Lokasi JL. Layungsari III

Lampiran F : Surat Pernyataan Kelayakan Penguji 1

Lampiran G : Surat Pernyataan Kelayakan Penguji 2

Lampiran H : Lembar Revisi Penguji 1

Lampiran I : Lembar Revisi Penguji 2

BAB I

PENDAHULUAN

Pada BAB ini, penulis menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan masalah, manfaat penelitian dan sistematik penulisan

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi modern saat ini menawarkan dukungan dan hiburan melalui teknologi modern seperti Internet dan jenis komunikasi nirkabel lainnya, telah terjadi proliferasi teknologi baru yang menghasilkan ketersediaan sejumlah keuntungan yang dapat dirasakan secara langsung. Sebagai akibat dari perkembangan teknologi komunikasi, individu memiliki berbagai macam pengetahuan yang ingin mereka sebarkan kepada orang lain. Dalam menunjangnya teknologi internet diperlukan pemancar yang memiliki kapasitas data yang besar dan kecepatan transmisi yang cepat agar dapat mengikuti jumlah komunikasi yang disediakan saat ini.

Cahaya memegang peranan amat penting dalam kehidupan sehari-hari, contohnya dalam menjemur pakaian, atau saat petani menjemur gabah dan masih banyak lagi. Dalam telekomunikasi, cahaya digunakan dalam bidang serat optik untuk transmisi data. Serat optik adalah gelombang cahaya yang digunakan untuk mentransmisikan data, dari suatu tempat ke tempat lain pada waktu yang amat cepat dan memuat data yang amat besar. Bahan yang digunakan dalam serat optik adalah kaca atau plastik. Ada tiga komponen terpenting dari serat optik seperti inti serat (core) yang biasanya terbuat dari kaca. Inti ini dikelilingi oleh lapisan kaca atau plastik lain yang disebut dengan cladding, dimana ditandai dengan bahan indeks bias yang lebih rendah dibandingkan bahan inti, dan coating yang memiliki fungsi sebagai pelindung. (Satish Addankia, I.S. Amiri, P. Yupapin, 2018) (SaydamGouzali, 1997)

Jumlah lalu lintas Internet telah banyak mengalami pertumbuhan yang sangat signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Sejumlah besar data yang berasal dari jaringan internet ini sangat banyak digunakan. Data ini pun mencakup banyak lalu

lintas yang diinginkan dan tidak diinginkan. Contoh lalu lintas yang tidak diinginkan mungkin disebabkan oleh adanya beberapa kesalahan perangkat, atau serangan malware, dan masih banyak lagi. Oleh karena itu, lalu lintas tersebut memakan banyak biaya operasi yang lebih dan memakan risiko tertentu. (T. Horvath, M. Jurcik, V. Oujezsky and V. Skorpil, 2019)

Menurut hasil awal studi kasus ini, sejumlah besar individu berbicara tentang perancangan dan desain saat memakai teknologi GPON (Gigabit Passive Optical Network) dan PON (Passive Optical Network). Ada juga beberapa publikasi yang mengeksplorasi kontras antara dua jenis serat optik, yang masing-masing dikenal sebagai GPON dan EPON (Ethernet Pasif Optik Network). Teknologi GPON memiliki efisiensi bandwidth yang lebih efisien dan memberikan keuntungan besar dalam hal pembangunan jaringan *fiber-to-the-home*, yang saat ini konsumen membutuhkan bandwidth yang cukup besar. (Singh Jasmeena, Garg Amit Kumar, 2019)

Pada penelitian jurnal lain yang membahas tentang “Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) ; Studi Kasus Perumahan Graha Permai Ciputat” Proses pengambilan data akan mendapatkan nilai dari *Power Budget*, *Rise Time Budget* dan mendapatkan nilai *Bit Error Rate* (BER) dan factor Q dari melakukan simulasi optisystem. (Pahlawan Fahmi, 2017).

Pada pembahasan kali ini peneliti membahas perancangan jaringan FTTH yang menggunakan teknologi GPON, beserta menganalisis kualitas pada redaman jaringan OLT menuju ke rumah pelanggan. Dalam perhitungan redaman meliputi nilai *Link Budget*, *Rise Time Budget*, *BER*, dan faktor Q. Pada penelitian ini saya memfokuskan pada pembangunan FTTH pada sekitar daerah Bogor, Dan sesuai standar BIZNET untuk membangun jaringan serat optik yang berteknologi GPON, perhitungan ini akan di mulai dari OLT hingga ONT. 28 dB adalah radaman maksimal pada jaringan FTTH akan tetapi untuk mengantisipasi adanya perbaikan jaringan serat optik maka jaringan FTTH di desain dengan maks redaman 25 dB

dengan panjang serat optik dari OLT sampai dengan ONT maksimum 20 km. (Telekomunikasi Indonesia Tbk, PT, 2012)

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana menentukan kelayakan jaringan akses *Fiber To The Home* ?
2. Bagaimana menganalisa akses *Fiber To The Home* dengan parameter *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, *BER* dan factor Q?

1.3 Tujuan Masalah

Mengenai tujuan penelitian ini untuk menentukan dan menganalisa parameter *power link budget*, *rise time budget*, *BER* dan faktor Q, dan menentukan kelayakan jaringan akses FTTH yang akan diimplementasikan pada kawasan Bogor.

1.4 Batasan Masalah

Pada penulisan penelitian ini dilakukannya batasan masalah supaya lebih terarah, maka ruang lingkup pembahasan mengenai:

1. Bagaimana melakukan optimalisasi pada jaringan FTTH dalam hal pemasangan dan perhitungan redaman, tidak membahas bagaimana cara melakukan pemeliharaan (*maintenance*) sampai ke pelanggan.
2. Hanya jaringan serat optik yang akan dianalisa dalam penelitian ini.
3. Analisis pada pembahasan terdiri dari *rise time budget*, *link power budget*, *BER* dan faktor-Q pada perancangan jaringan serat optik.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini, Diantaranya:

1. Dapat mengetahui teori dasar dari jaringan *Fiber To The Home*.

2. Dapat menentukan batas max dan min pemasangan *Fiber To The Home*.
3. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan acuan bagi mahasiswa pada jaringan Fiber To The Home (FTTH)

1.6 Sistematik Penulisan

Adapun sistematika pada penyusunan Tugas Akhir ini, diantaranya:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai teori pendukung dari proposal ini yang membahas apa itu FTTH, FTTH, Fiber Optik, PON dan parameter sistem kerjanya.

BAB III METODOLOGI

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai metode yang mendukung pada proposal ini dimana membahas tentang langkah-langkah penelitian, lokasi, spesifikasi data dan metode perhitungannya.

BAB IV METODOLOGI

Pada bab ini membahas tentang hasil dari perancangan jaringan akses FTTH menggunakan bantuan software Optical system, redaman total, power link budget, rise time budget, bit error rate dan faktor-Q.

BAB V METODOLOGI

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran.

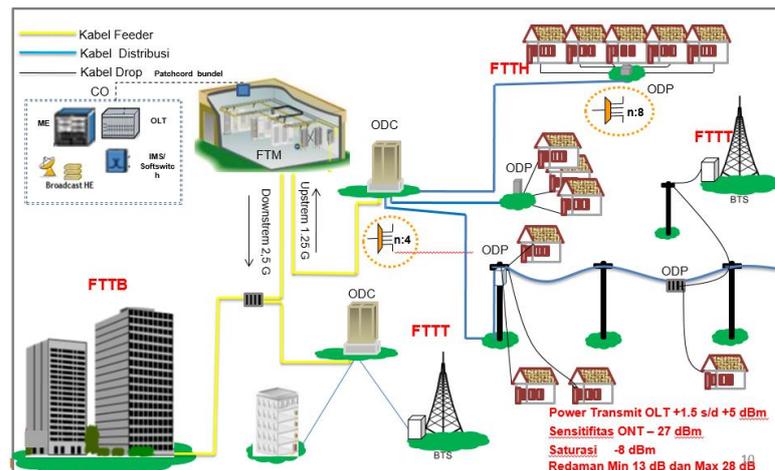
BAB II

DASAR TEORI

BAB ini memaparkan mengenai penjelasan tentang dasar dari FTTH yang dimana meliputi FTTX, fiber optik, PON, dan parameter transmisinya.

2.1 *Fiber To The X (FTTX)*

FTTX adalah jenis telekomunikasi yang memanfaatkan serat optik sebagai sarana transmisinya mulai dari penyedia layanan (provider) sampai dengan pengguna sebenarnya atau pelanggan (Keiser, FTTP Concepts and Applications, 2006). Diharapkan teknologi ini akan menjadi peningkatan yang signifikan atas sistem PSTN yang mengandalkan kabel tembaga sebagai media transmisinya.



Gambar 2. 1 FTTX (Telekomunikasi Indonesia Tbk, PT, 2012)

Dalam teknologi serat optik, kehadiran FTTX merupakan solusi dari teknologi serat optik yang memungkinkan penyedia layanan Internet dan telepon untuk menyediakan bandwidth tambahan kepada pelanggan mereka. Saat ini terjadi, lebih banyak layanan tersedia bagi mereka yang menggunakan internet atau yang tinggal di kompleks perumahan. Satu-satunya layanan yang berpotensi diberikan oleh teknologi FTTX ini disebut sebagai Triple Play, dan dimaksudkan untuk digabungkan dengan banyak teknologi jaringan lainnya. Pengguna dapat memperoleh manfaat dari IPTV, Internet, dan layanan satelit sebagai akibat langsung dari ini. Layanan tersebut juga mencakup layanan Internet berkecepatan tinggi berbasis LAV hingga 100 Mbps, layanan Internet berkecepatan tinggi

berbasis ADSL/VDSL hingga 100 Mbps, layanan TDM, dan CATV untuk backhaul seluler. Masing-masing layanan ini mampu memberikan hingga 100 Mbps.

Penggunaan teknologi terbaru dalam perlombaan layanan Internet yang lebih baik menggunakan teknologi mutakhir seperti serat optik. Karena Jaringan ini memiliki banyak keunggulan dalam menyediakan layanan Internet seperti: Bandwidth lebih besar dan kecepatan jaringan yang lebih cepat diantara teknologi saat ini yang beredar. Dalam jaringan FTTX, terjadinya resiko interferensi jaringan juga sangat rendah, karena serat optik kebal terhadap *noise* dan *interferensi* sinyal radio. Selain itu, saat memasang jaringan FTTX, teknisi memudahkan pemasangan teknologi serat optik ke rumah pelanggan. Dalam hal koneksi yang stabil, teknologi serat optik memiliki banyak keunggulan dibandingkan kabel tembaga, dan teknologi FTTX saat ini tidak tertandingi.

Pada jaringan FTTX, kegagalan serat optik yang sering muncul dalam bentuk putus atau rugi-rugi daya jaringan dapat terjadi di bawah tanah (*underground*) maupun terjadi pada tiang-tiang utilitas. Gangguan ini sebagian besar disebabkan oleh bencana alam seperti hujan lebat dan angin kencang yang menyebabkan pohon tumbang dan kabel serat optik itu sendiri terputus. Jaringan FTTX ini juga memiliki gangguan oleh hewan seperti tikus, burung dan tupai. Selain itu, jaringan FTTX juga dapat terganggu oleh sejumlah besar serat terpilin atau tertekuk di jaringan rumah pelanggan atau kualitas yang menurun karena penuaan kabel serat optik.

2.1.1 Jenis-Jenis FTTX

FTTX diturunkan menjadi beberapa jenis yaitu :

1. *Fiber To The Home* (FTTH)

Yang dimaksud FTTH yaitu jenis jaringan serat optik dimana ONT sebagai titik akhir jaringan serat optik di rumah pelanggan sedangkan OLT berada di kantor pusat (Karyada, 2015). ONT sebagai tempat di mana sinyal optik diubah menjadi sinyal listrik sebelum diakses oleh berbagai perangkat. Dalam pengertian lain, FTTH mengacu pada desain jaringan optik yang menghubungkan kantor pusat (STO) ke jaringan pelanggan dalam ruangan

perangkat aktif, yang mencakup OLT dan ONU/ONT. (Telekomunikasi Indonesia Tbk, PT, 2012)

2. *Fiber To The Building* (FTTB)

Tautan data serat optik yang membentang di seluruh bangunan/gedung dikenal sebagai "*Fiber To The Building*". Anda dapat berkomunikasi dengan individu yang berada di dalam gedung dengan menggunakan berbagai bentuk media seperti kabel Ethernet, kabel TV, atau kabel telepon. TKO, yang merupakan singkatan dari "Titik Konversi Optik," dapat ditemukan di sekitar gedung, paling sering di ruang komunikasi yang terletak di ruang bawah tanah. Pengguna terminal terhubung ke TKO melalui kabel Ethernet yang terletak di dalam ruangan..

3. *Fiber To The Tower* (FTTT)

FTTT , menjelaskan menjalankan kabel serat optik dari peralatan kantor pusat ke sakelar komunikasi yang terletak dalam jarak 1000 kaki (sekitar 300 m) dari rumah atau perusahaan. Kabel koaksial, kabel tembaga twisted-pair, jalur serat optik, atau media transmisi lainnya digunakan untuk menghubungkan peralatan tepi jalan ke pelanggan di gedung (Keiser, FTTP Concepts and Applications, 2006).

4. *Fiber To The Curb* (FTTC)

FTTC menjelaskan bagaimana menjalankan kabel fiber optik dari peralatan kantor pusat ke sakelar komunikasi yang terletak dalam jarak 1000 kaki (sekitar 300 m) dari rumah maupun perusahaan. FTTC didesain sebagai pengganti layanan telepon . Kabel coaxial atau medium lain membawa signal dalam jarak pendek dari trotoar ke rumah-rumah, perkantoran maupun pertokoan (Keiser, FTTP Concepts and Applications, 2006).

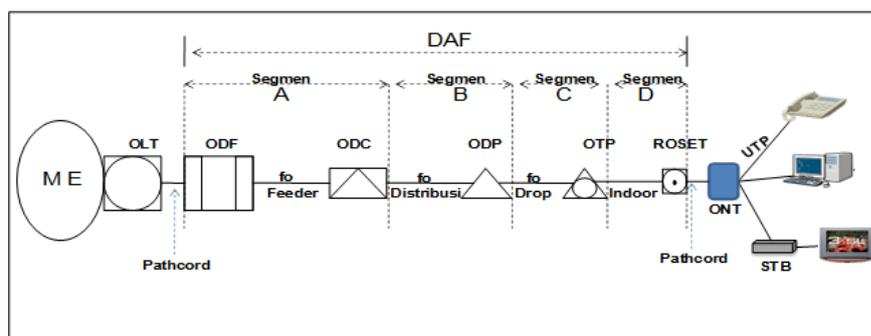
2.2 *Fiber To The Home* (FTTH)

Teknologi *Fiber-to-the-Home* (FTTH) melibatkan kabel serat optik di sepanjang jalan dari kantor penyedia layanan (provaider) menuju tempat tinggal

klien untuk terhubung dengan jaringan serat optik (Karyada, 2015). Ujung serat optik di sisi klien yang disediakan oleh provider disebut ONT, ONT sendiri bertindak sebagai tempat di mana sinyal optik diubah menjadi sinyal listrik sebelum dapat diakses oleh perangkat/pengguna. FTTH juga dapat dianggap sebagai arsitektur untuk jaringan serat optik yang menghubungkan kantor utama (STO) ke jaringan aktif dalam ruangan atau rumah pelanggan seperti OLT dan ONU/ONT (Telekomunikasi Indonesia Tbk, PT, 2012).

Istilah "*passive Optical Network*" mengacu pada arsitektur jaringan yang digunakan dalam jaringan fiber-to-the-home (FTTH). *passive Optical Network* adalah singkatan dari jaringan optik point-to-multipoint, dan ini adalah jenis jaringan point-to-multipoint yang tidak memiliki komponen aktif di luar ujung klien dan server gedung kantor. Sesuai dengan istilah tersebut di atas, transmisi sinyal optik dilakukan melalui komponen yang meliputi splitter, splices, dan serat. *passive Optical Network* adalah teknologi paling modern untuk koneksi optik point-to-point. Dengan metode ini, setiap pelanggan diberikan laser pribadi yang diarahkan ke kantor pusat.

2.2.1 Konfigurasi FTTH



Gambar 2. 2 Konfigurasi FTTH (Telekomunikasi Indonesia Tbk, PT, 2012)

Pada konfigurasi ini akan dijelaskan pada gambar 2.2

1. Segmen A

Pada bagian ODF sampai dengan ODC, dapat dijelaskan sebagai berikut :

- ODC di sisi luar sebagai titik terminasi kabel feeder lainnya

- Kabel penghubung antara ODF menuju ODC yaitu kabel feeder.

2. Segmen B

Pada bagian ODC sampai dengan ODP, dapat dijelaskan sebagai berikut:

- ODP sebagai ujung dari tempat terminasi kabel distribusi.
- Kabel penghubung antara ODC menuju ODP yaitu kabel distribusi.

3. Segmen C

Pada bagian ODP sampai dengan OTP, dapat dijelaskan sebagai berikut:

- OTP sebagai tempat terminasi kabel drop
- Kabel penghubung antara ODP menuju OTP yaitu kabel drop.

4. Segmen D

Pada bagian OTP sampai dengan ROSET yang biasanya disebut Instalasi Kabel Rumah, dapat dijelaskan sebagai berikut:

- *Indoor optical outlet* (roset) sebagai titik terminasi ujung serat optik
- Kabel penghubung OTP dengan roset yaitu kabel indoor
- Konektor sebagai komponen untuk menghubungkan antara serat optik menuju ONT

2.2.2 Perangkat Jaringan Pada FTTH

Beberapa jenis perangkat saling terhubung dalam konfigurasi FTTH, mulai dari kantor pusat (STO) hingga menuju client. Beberapa perangkat berikut yang akan digunakan :

1. *Optical Line Terminal* (OLT)

Optical Line Terminal beroperasi di kantor utama, dan bertanggung jawab untuk mengontrol aliran informasi dalam dua arah di seluruh ODN. OLT harus mampu mengirim data hingga jarak 20 kilometer dari lokasinya. OLT memiliki dua tugas: yaitu mengubah sinyal listrik yang digunakan oleh provider menjadi sinyal cahaya di serat optik yang digunakan oleh jaringan PON dan proses mengontrol multiplexing dengan perangkat di tempat terakhir pengiriman jaringan.



Gambar 2. 3 OLT

2. *Optical Distribution Cabinet (ODC)*

ODC adalah ruangan khusus yang strukturnya berbentuk kotak dan, yang berfungsi sebagai media instalasi kabel serat optik mode tunggal, yang dapat menampung konektor, *splices*, maupun *passive splitter* dan dilengkapi dengan ruang manajemen. Manajemen serat adalah bagian dari jaringan *Power over Passive Optical Network (PON)* untuk hubungan telekomunikasi. Serat terkelola dengan kapasitas tertentu dalam jaringan akses serat optik untuk tautan komunikasi.



Gambar 2. 4 ODC

3. *Optical Distribution Point (ODP)*

ODP adalah perangkat yang memiliki kapasitas untuk melindungi splitter pasif dan mengirim kabel optik ke sejumlah lokasi atau titik akhir. Fungsi utama ODP adalah untuk mengirimkan sinyal optik tunggal dari penyedia utama ke sejumlah pengguna lain dengan menggunakan komponen pasif splitter. Pembagi

pasif splitter yang terdapat di ODP adalah 1:8 atau 1:4 di mana setiap port menuju ke pengguna layanan. Ada beberapa jenis ODP yaitu:

a. Pole

ODP jenis ini banyak ditemukan di tiang-tiang jaringan serat optic yang ada di sekitar pinggir jalan dan lokasi konstruksi. Anda bisa melihat bentuknya pada gambar 2.5 di bawah ini untuk item tersebut.



gambar 2. 5 ODP Pole

b. Closure

ODP jenis ini hanya dipasang pada kabel SSW dan kabel SCPT dimana pemasangannya biasanya di pertengahan tiang maupun di dekat tiang. Untuk bentuknya dapat dilihat pada gambar 2.6.



gambar 2. 6 ODP Closure

c. Pedestal

ODP jenis ini banyak dijumpai di permukaan tanah, yang dimana biasanya terdapat pada perkantoran maupun sekitar jalan komplek yang sudah memasang kabel serat optik bawah tanah. Untuk bentuknya dapat dilihat pada gambar2.7.



gambar 2. 7 ODP Pedestal

4. Passive Splitter

Passive splitter ini berguna untuk memisahkan data antara beberapa rumah (point to multipoint). *Passive splitter* yang digunakan dalam pembangunan jaringan FTTH meliputi beberapa jenis, yaitu 1:2 ; 1:4 ; 1:8 ; 1:16 ; 1:32. Ini berarti sinyal multipleks dibagi menjadi beberapa sesuai jumlah *passive splitter* yang akan dibutuhkan. Seperti dapat dilihat pada tabel 2-1, redaman untuk setiap jenis *passive splitter* memiliki perbedaan berdasarkan jumlah pengguna yang diperlukan.

Table 2. 1Passive Splitter

Passive Spllitter	Redaman
1:2	3.70 dB
1:4	7.25 dB
1:8	10.38 dB
1:16	14.10 dB
1:32	17.45 dB

5. OTP



Gambar 2. 8 OTP

OTP juga dikenal sebagai roset, merupakan sebuah perangkat yang dipasang di instalasi rumah pelanggan dan bertindak sebagai titik terminasi akhir kabel di sisi pelanggan, serta titik koneksi antara kabel drop dengan kabel patchcord.

6. Kabel

- Kabel feeder

Kabel jenis ini merupakan kabel serat optik yang digunakan untuk menghubungkan perangkat ODF menuju ODC. Kabel feeder ini memiliki 2 jenis kabel fiber optik, yaitu: kabel bawah tanah dan kabel udara. Kabel yang digunakan di bawah tanah adalah kabel serat optik yang selalu diberi pelindung pipa HDPE. Sebaliknya, kabel udara merupakan kabel serat optik yang ditujukan untuk pemasangan di atas tiang.

- Kabel distribusi

Kabel ini diperuntukan untuk kabel serat optik yang digunakan untuk menyediakan layanan di area yang lebih kecil. Pada dasarnya kabel ini digunakan untuk menghubungkan ODC ke jaringan ODP. Kabel distribusi biasanya digunakan di kabel serat optik jenis *Single Core*.

- Kabel Drop

Kabel jenis ini adalah kabel penghubung antara ODP menuju OTP. Kedua ujung kebel telah dipasangkan konektor tipe SC. Kabel ini juga

memiliki kawat dalam strukturnya yang dimana berfungsi untuk menahan saat terjadinya tekukan pada saat pemasangan.

- Kabel indoor

Kabel indoor ini biasanya dipasang di rumah pelanggan, dan digunakan untuk menghubungkan router ONT atau ONU.

7. *Optical Network Termination/Unit (ONT/ONU)*



Gambar 2. 9 ONU/ONT

ONT atau ONU adalah sebuah perangkat yang mengubah suatu sinyal optik menjadi sinyal listrik. disinilah perangkat ini menjadi penyalur layanan Internet, voice, video / IPTV dari provider ke rumah pelanggan.

2.2.3 Alat Pendukung Pada FTTH

1. Fusion Splicer



Gambar 2. 10 Fusion Splicer

Alat ini digunakan untuk menyambung fiber optik yang dimana prosesnya dilakukan menggunakan mesin *Splicer*. Dimana cara kerjanya adalah memanaskan masing-masing ujung core yang akan disambung dengan elektroda.

2. OPM



Gambar 2. 11 OPM

Fungsi utama OPM yaitu untuk mengukur power dan panjang gelombang dari serat optik. Kualitas power dari sinyal optik berfungsi untuk menginformasikan apakah sinyal yang telah diterima masih dalam batasan spesifikasi perangkat yang akan digunakan atau tidak. Selain itu OPM dapat digunakan untuk mengetahui masalah dari jalur serat optik tersebut, yakni seperti adanya sumber masalah dari SFP yang power nya sudah lemah, dari kabel *Patch* yang bermasalah, dan dari inti yang berada terletak di lintasan serat optik yang membentang di luar area.

3. *Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)*



Gambar 2. 12 Optical Time Domain Reflectometer

Optical Time Domain Reflectometer atau bisa disebut juga OTDR, alat yang ini dapat digunakan untuk mengevaluasi jaringan serat optik, dibawah ini beberapa contoh kegunaan dari OTDR.

1. jarak pada serat optik dapat diketahui oleh alat ini.
2. Mengukur besar kerugian rata-rata (dB/km).
3. Mengetahui pola kejadian yang berhubungan dengan serat optik.
4. Mengetahui tata letak titik penyambungan kabel dan berapa besar rugi-rugi dayanya.
5. Dapat mengetahui letak gangguan pada kebel serat optik.

4. Protectore sleeve



Gambar 2. 13 Protector Sleeve

Protectore sleeve adalah tabung plastik dan berisi logam panjang. Berfungsi untuk melindungi titik sambungan yang telah dibuat di core. Yang tujuannya agar hasil sambungan dari fusion splicer tidak mudah patah dan tahan lama.

5. Clever



Gambar 2. 14 Clever

Mempunyai fungsi untuk memotong sebuah core yang dimana agar core terpotong dengan rapih agar saat penyambunngan tidak adanya redaman yang melebihi batas maksimal.

6. Striper



Gambar 2. 15 Striper

Alat ini digunakan untuk mengupas kulit serat optik bagian luar dan daging kabel. Seperti kabel coaxial dan kabel serat optik.

2.2.4 Rugi-Rugi Pada FTTH

Rugi-rugi pada serat optik juga ditimbulkan dari pemasangan komponen pendukung yang terhubung pada jaringan FTTH. Komponen tersebut seperti pada konektor, penyambungan maupun komponen lain yang terhubung pada jalur serat optik. Besarnya rugi-rugi ini juga berpengaruh pada jarak dan komponen yang

dipasang, semakin banyaknya komponen dan juahnya kabel yang digunakan maka akan menghasilkan pengurangan daya cahaya dan juga bandwidth dari system. Kualitas sebuah sistem transmisi informasi yang dikirimkan harus efisiensi dan kapasitas sistem yang secara keseluruhan harus berjalan dengan baik. Rugi-rugi ini juga dapat dihasilkan dari dua faktor, yaitu :

1. Rugi-rugi fiber optik

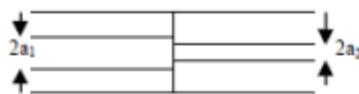
Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kerugian pada fiber optik (fiber loss) diantaranya adalah penyerapan (absorption), dikarnakan tidak sejajarnya kedua buah core (scatteering), dan hamburan cahaya karena ketidakteraturan batas antara core dan cladding, ditambah dengan kerugian karena adanya kelengkungan pada fiber.

2. Rugi-rugi pada sambungan

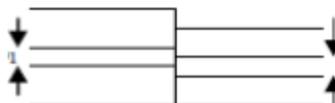
Rugi-rugi sambungan pada fiber optik timbul karna adanya ketidak sempurnaan dalam melakukan teknik penyambungan yang dimana akan mempengaruhi hasil dari redaman saat pemasangan jaringan. Dimana parameter yang mempengaruhi penyambungan pada fiber optik memiliki 2 faktor, yaitu :

1. Faktor Rugi-Rugi Interinsik Dari Fiber Optik

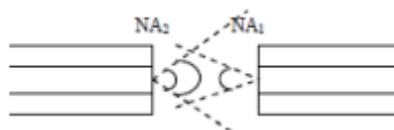
a. Ketidak sesuaian diameter core



b. Ketidak sesuaian diameter cladding

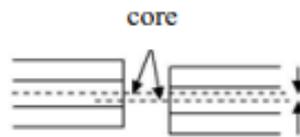


c. Ketidak sesuaian Numerical Aperture

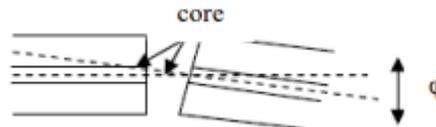


2. Rugi-Rugi Ekstrinsik Dari Fiber Optik

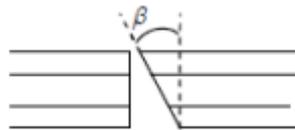
a. Pergeseran leteral (lateral displacement)



b. Penyejajaran sudut (angular misalignment)



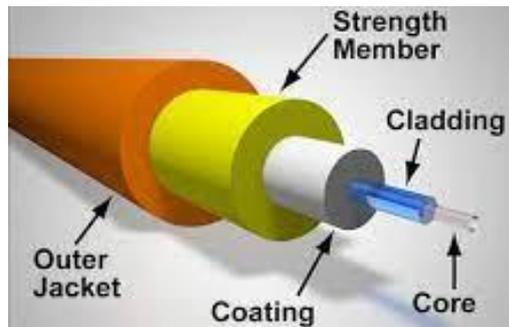
c. Permukaan core tidak rata (face tilt/tilt angle)



2.3 Serat Optik

Penggunaan media serat optik semakin meluas dalam pembangunan infrastruktur jaringan komunikasi, khususnya di kota-kota besar. Infrastruktur untuk jaringan komunikasi sangatlah penting, dikarenakan pada era sekarang membutuhkan data atau internet yang diharuskan cepat dan handal, maka dari itu fiber optic ini benar-benar dibutuhkan oleh masyarakat sekarang. Teknologi serat optik ini jauh lebih cepat dalam melakukan transmisinya dari pada kabel tembaga, namun faktanya jaringan fiber optik perawatannya dan pemasangannya tidak murah.

Serat optik merupakan salah satu jenis transmisi yang terbuat dari senyawa kimia yaitu silika (SiO_2). Silica tersebut digunakan untuk mengirimkan informasi elektrik yang bertindak berdasarkan waktu, dan cahaya sebagai media penyampaian informasinya (Keiser, Optical Fiber Communications, 2010). Kabel serat optik memiliki ketebalan mencapai 1 mm untuk setiap 20 helai serat. Karakteristik dari serat optik adalah silender dan memiliki bahan struktur penyusun serat optik yang mempengaruhi sifat transmisi gelombang pada serat optik, hal ini dapat mempengaruhi perambatan sinyal optik. Terlepas dari adanya jenis kaber serat optik yang beredar ini tergantung pada tiap produsennya.



Gambar 2. 16 kabel fiber optik (Sudhakar Cherukupalli, 2020)

Fiber optik tunggal terbuat dari beberapa lapisan konsentris, yaitu : (Sudhakar Cherukupalli, 2020)

1. *Core*

Bagian ini terbuat dari Silika yang berfungsi sebagai daerah transmisi cahaya dari serat.

2. *Cladding*

Lapisan pertama disekitaran inti yang terbuat juga dari silika. Komposisi pada bagian ini tidak memiliki kesamaan dengan inti.

3. *Coating*

Merupakan bagian pelindung pertama disekitar cladding. Biasanya terdiri dari satu atau lebih lapisan polimer yang melindungi struktur Silika dari kerusakan fisik atau lingkungan. Coating dilepaskan ketika serat dihubungkan atau disambung fusi.

4. *Buffer*

Bagian yang terletak diluar coating, memiliki ketebalan sebesar 90 μm dan melindungi serat agar tidak pecah selama pemasangan.

Fiber optik memiliki beberapa kelebihan yaitu bandwidth sinyal tinggi dari serat optik memberikan kapasitas pembawa informasi yang jauh lebih besar. Sedangkan bandwidth untuk konduktor listrik adalah 10-25 MHz. Dibandingkan konduktor tembaga dengan kapasitas pembawa sinyal yang setara, serat optik lebih mudah dipasang, memerlukan sedikit ruang saluran, berat 10-15 kali lebih ringan, dan biaya lebih murah. Fiber optik memiliki atenuasi yang lebih rendah dari pada

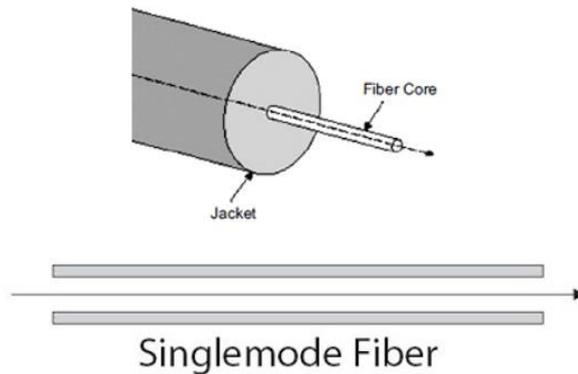
tembaga yang memungkinkan kabel berjalan lebih lama dan repeater lebih sedikit . fiber optik tidak memancarkan percikan api atau menyebabkan korsleting yang dimana bisa menyebabkan kebakaran. Dan juga tidak memiliki konduktor logam akibatnya, fiber optik tidak menimbulkan bahaya tersengat listrik yang melekat pada kabel tembaga. (Sudhakar Cherukupalli, 2020)

2.3.1 Jenis-jenis Serat Optik

Dalam komunikasi serat optik memiliki dua jenis, jenis kabel serat optik yang umum digunakan ternyata memiliki metode transmisi yang berbeda. Internet dengan kabel serat optik memang sudah dikenal dengan kestabilannya dalam segala situasi dan kondisi apapun. Dalam pemasangannya, ada dua jenis kabel fiber optic yang digunakan berdasarkan mode transmisinya. Kedua jenis kabel fiber tersebut adalah:

1. *Single mode*

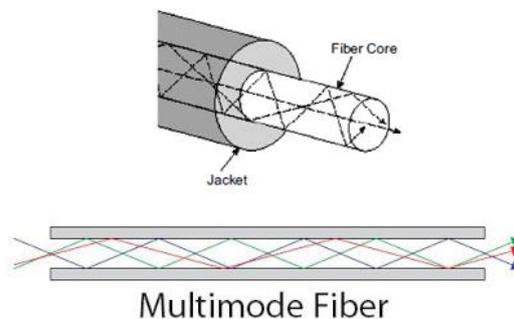
Disebut *single mode* karena intinya yang sangat kecil, dan diameternya hampir sama dengan panjang gelombang. sehingga cahaya dapat merambat lurus tanpa adanya pantulan ke dinding *cladding*. Bandwidth yang dapat dibawa oleh serat optik *single mode* lebih besar dibandingkan serat optik *multimode*. Bandwidth yang dibawa >100 GHz untuk serat *singlemode*, namun teknologi harus memiliki spectral yang sangat kecil agar sumber cahaya dapat merambat lurus dengan cepat. *Singlemode* memiliki kecepatan 50 kali lebih cepat dari serat optik multimode, oleh sebab itu serat optik *singlemode* ini tentunya memiliki biaya yang lebih mahal. Karena ukuran inti optik yang sangat kecil dan pengoprasian *singlemode* ini rentan terhadap noise atau gangguan yang disebabkan oleh overlapping dan distorsi. Jarak dari serat optic single mode bisa mencapai 120km. Serat optik *single mode* sendiri bisa kita lihat pada gambar 2.17.



gambar 2. 17 Singlemode Fiber

2. Multimode

Inti dari serat optik ini memiliki diameter yang besar, namun teknologi ini memiliki beberapa masalah yaitu cahaya yang berada di dalam medium serat optik terlalu banyak dan mengakibatkan banyaknya pantulan cahaya. Untuk serat optik *multimode* sendiri memiliki jarak mencapai 10–20 km. Biasanya digunakan seperti di LAN dalam mode multi mode ini dan jarak jarak menengah lainnya. indeks cahaya di serat optik *multimode* sangat banyak di sepanjang media yang terbentang. Kemudian, semua sinar cahaya yang berada dalam inti tidak mencapai tujuan secara bersamaan, beberapa dari cahaya tersebut akan memantul balik. Hal inilah mengapa *bandwidth* serat optik *multimode* semakin tidak stabil. Karena laser yang digunakan tidak sama dengan single mode, harga yang dibutuhkan pun jauh lebih masuk akal. Serat optik *multimode* sendiri bisa kita lihat pada gambar 2.18.



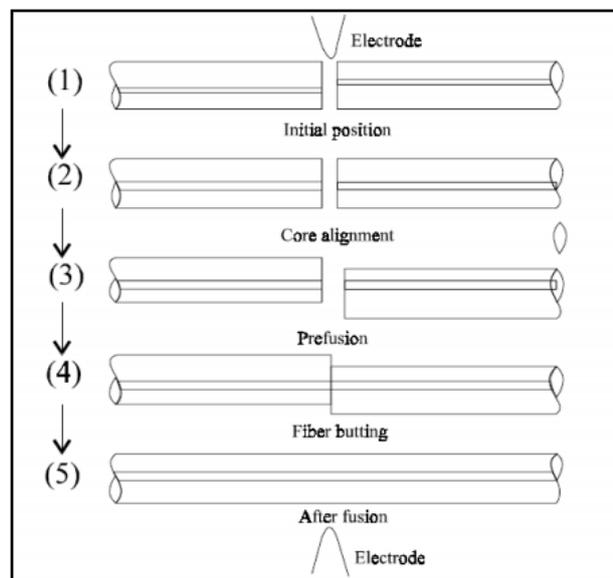
gambar 2. 18 Multimode Fiber

2.3.2 Penyambungan Inti Serat Optik

Dalam penyambungan ini dari serat optik terdapat dua macam yaitu :

1. Fusion Splicing

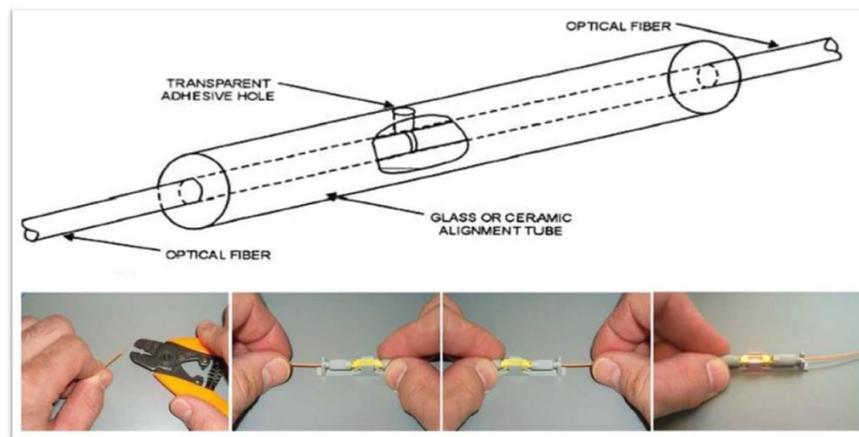
Proses splicing / fusion splicing dilakukan menggunakan mesin *Splicer*. *Splicer* ini alat khusus yang digunakan untuk menyambungkan kembali inti dari serat optik yang mengalami kerusakan. Teknik ini menggunakan panas batang elektroda untuk penyambungan secara permanen pada dua inti serat optic dengan memanaskana kedua inti tersebut (Hartanto, 2016). Saat Proses ini dilakukan, sambungan permanen ini menggunakan lelehan dari serat optik sebagai perekatnya, sehingga sambungan tersebut terbentuk secara permanen. Metoda ini adalah suatu teknik penyambungan serat optik secara permanen dengan diharapkan memiliki rugi daya penyambungan yang sangat kecil. Rugi daya yang akan dihasilkan dalam metode ini berkisar antara 0,00 dB hingga 0,03dB dan bisa lebih dari nilai tersebut jika terjadi kecacatan dalam inti serat optik. Bisa kita lihat pada gambar 2.19 sebagai proses penyambungan.



Gambar 2. 19 Penyambungan Fiber optik (Hartanto, 2016)

2. Mekanik

Penyambung mekanik digunakan untuk membuat sambungan permanen antara dua serat optik . Sambungan mekanik ini umumnya memiliki rugi-rugi yang lebih tinggi dan reflektansi yang lebih besar dari pada sambungan fusion, karena inti serat optik ini akan dikerutkan untuk menaha, maka serat optik ini tidak memiliki kekuatan tarik yang baik. Saat terjadinya perbaikan darurat pada kabel serat optik yang mengalami kerusakan atau untuk keperluan pengecekan kabel pada saat itulah kegunaan teknik penyambungan mekanik. Bisa kita lihat pada gambar 2.20 sebagai proses penyambungan mekanik.



Gambar 2. 20 Penyambungan Mekanik (Googel image)

2.4 PASSIVE OPTICAL NETWORK (PON)

PON merupakan jenis teknologi FTTH khusus yang meningkatkan perangkat optik pasif dalam jaringan distribusi optik. Perangkat yang digunakan dalam optik pasif ini antara lain *passive splitter*, konektor dan kabel serat optik. Kabel serat optik dapat dibagi menjadi beberapa bagian menggunakan perangkat *passive splitter*, dengan perangkat ini kualitas data akan sama tanpa adanya fungsi *filtering* dan *addressing*, tetapi dalam menggunakan perangkat *passive splitter* akan memiliki redaman sesuai kebutuhan yang akan digunakan. PON sendiri memiliki komponen utama, yaitu sebagai berikut:

1. *Optical Line Termination (OLT)*
2. *Optical Distribution Network (ODN)*
3. *Optical Network Termination (ONT)*

Pengoprasian jaringan *passive optical network* atau bisa dikenal juga jaringan optik pasif, bekerja tanpa perangkat aktif disetiap titik perantara sepanjang jalur jaringan. Contoh telekomunikasi yang mungkin menggunakan teknologi PON termasuk diantaranya sakelar public switched telephone network (PSTN), router Internet Protocol (IP), server video-on-demand, sakelar Ethernet, asynchronous transfer mode (ATM), dan sistem penyimpanan cadangan yang terdiri dari unit-unit seperti array disk dengan kapasitas yang tinggi. Gambar 2.5 mengilustrasikan arsitektur dasar PON dimana jaringan serat optik menghubungkan peralatan switching di kantor pusat dengan sejumlah pelanggan. Ada beberapa jenis teknologi PON yang berbeda, yang paling umum yaitu APON (ATM PON), BPON (*Broadband PON*), EPON (*Ethernet PON*), dan GPON (*Gigabit PON*).

2.4.1 Gigabit Passive Optical Network (GPON)

GPON adalah salah satu teknologi yang dibuat oleh ITU-T G.984 dan untuk sekarang bersaing dengan GEPON (*Gigabit Ethernet PON*), GEPON sendiri versi IEEE yang didasarkan pada teknologi *Ethernet*. Jika dibandingkan dengan tingkat penetrasi pasar yang dicapai oleh GEPON, GPON memiliki kehadiran pasar yang lebih baik serta pemrosesan transaksi yang lebih cepat. Kecepatan data yang lebih tinggi, peningkatan keamanan, dan lebih banyak opsi protokol layer 2 disertakan dalam standar G.984 (ATM, GEM atau Ethernet).

Dari kedua teknologi tersebut memiliki kesamaan yaitu menggunakan jaringan serat optik sebagai media transmisinya. Sebelum di distribusikan trafik Tripel Play (Suara/VoIP, Multimedia/Tv digital berbayar dan Data/Internet) pada sisi pelanggan, perangkat PON akan ditempatkan di lokasi pusat dan dilanjutkan dengan menggunakan serat optik dan di salurkan. Metode distribusi lalu lintas yang dilakukan dengan menggunakan *passive splitter* dari hub hingga sisi pelanggan merupakan salah satu yang membedakan teknologi ini dari teknologi optik lainnya. Pada tabel 2.1 menjelaskan standar dari perangkat GPON.

Tabel 2. 2 Standart GPON

Standart	ITU.G.984
Kecepatan Downstream	2.4 Gbps
Kecepatan Upstream	1.2 Gbps
Layanan	Data, Suara, Video
Perbandingan Splitter Max	1 : 64
Jarak Max	20 Km
Panjang Gelombang Downstream	1490 nm dan 1550 nm
Panjang Gelombang Upstream	1310 nm
Splitter	Pasif

2.4.2 Prinsip Kerja GPON

GPON adalah teknologi FTTx yang dapat menghantarkan informasi menuju pelanggan melalui kabel serat optik. Pada dasarnya Prinsip kerja GPON yaitu ketika data dikirimkan melalui OLT, maka *passive splitter* ini akan mengirimkan sinyal ke OLT dan akan meneruskan data-data sesuai yang diinginkan pelanggan. GPON sendiri adalah sistem *point to multipoint*, yang dimana menggunakan *passive splitter* sebagai pembagi jaringannya.

Panjang gelombang pada upstream dan downstream yang digunakan berbeda, yaitu pada *upstream* sebesar 1310 nm dan downstream sebesar 1490 nm. Dimana GPON mengadopsi WDM untuk mengirimkan sebuah data dengan panjang gelombang yang berbeda dengan melalui ODN yang sama. Sebenarnya pada sistem GPON yang berbasis teknologi PON, dari satu core mengeluarkan tiga gelombang (*full duplex*).

Konfigurasi GPON pada dasarnya memiliki 4 bagian utama , yaitu :

1. *Optical Line Terminal* (OLT)

Optical Line Terminal beroperasi di kantor utama, dan bertanggung jawab untuk mengontrol aliran informasi dalam dua arah di seluruh ODN. OLT harus mampu mengirim data hingga jarak 20 kilometer dari lokasinya. OLT memiliki dua tugas: yaitu mengubah sinyal elektrik yang digunakan oleh penyedia layanan menjadi sinyal cahaya di kabel serat optik, Kabel serat optik

sendiri yang dipergunakan oleh jaringan PON dan proses mengontrol multiplexing dengan perangkat pada titik terakhir pengirim jaringan.

2. *Optical Distribution Cabinet (ODC)*

ODC adalah ruangan khusus yang strukturnya berbentuk kotak yang menggunakan bahan khusus. Fungsi utamanya adalah menyediakan tempat untuk pemasangan kabel serat optik mode tunggal. Dimungkinkan akan menampilkan ruangan dengan kapasitas yang diperlukan untuk jaringan *Passive Optical Network (PON)* yang dapat digunakan untuk mengelola peralatan serat optik.

3. *Optical Distribution Point (ODP)*

ODP adalah perangkat yang memiliki kapasitas untuk melindungi *passive splitter* dan mengirim kabel optik ke sejumlah lokasi atau pelanggan. Fungsi utama ODP adalah untuk mengirimkan sinyal optik tunggal dari penyedia utama ke sejumlah pengguna lain dengan menggunakan komponen *passive splitter*. Pembagi *passive splitter* yang terdapat di ODP adalah 1:8 atau 1:4 di mana setiap port menuju ke pengguna layanan. Ada beberapa jenis ODP yaitu:

1. Pandestal
2. Pole
3. Closuer

4. *Optical Network Termination (ONT)*

ONT adalah sebuah perangkat aktif yang terletak di rumah pengguna layanan. ONT ini perangkat yang mengubah suatu sinyal optik menjadi sinyal elektrik. disinilah perangkat ini menjadi penyalur layanan Internet, voice, video / IPTV dari provider ke rumah pelanggan.

2.5 Parameter Transmisi Sistem

2.5.1 Link Power Budget

Link power budget adalah proses perhitungan yang digunakan untuk menghitung batasan redaman total yang diizinkan antara daya keluar pemancar dan sensitivitas. Perhitungan dan analisis *power budget* adalah salah satu cara untuk mengetahui kinerja suatu jaringan. Hal ini disebabkan oleh metode yang dapat digunakan dapat melihat kelayakan suatu jaringan untuk mengirimkan sinyal dari pengirim sampai ke penerima.

Tujuan dari perhitungan ini yaitu untuk memastikan apakah komponen dan parameter pada konfigurasi FTTH ini dapat menghasilkan daya sinyal yang baik pada penerima. *Power budget* sendiri sangat menentukan apakah suatu sistem komunikasi optik dapat bekerja dengan baik atau tidak. Hal ini karena *power budget* menjamin bahwa pelanggan dapat menerima sinyal optik yang dibutuhkan untuk mendapatkan nilai *bit error rate* (BER) yang dibutuhkan. Perhitungan dan analisis *power budget* merupakan salah satu metode untuk mengetahui kinerja suatu jaringan. Karena metode ini dapat digunakan untuk melihat kelayakan suatu jaringan dalam mengirimkan sinyal dari pengirim sampai ke penerima.

Dalam menghitung *link power budget* memiliki berapa faktor yang harus diperhatikan yaitu rugi-rugi daya berdasarkan yang telah diketahui, perhitungan redaman sesuai spesifikasi perangkat yang digunakan sesuai standar ITU.T G.948 (*International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector*). Untuk menghitung total loss pada jaringan FTTH digunakan rumus sebagai berikut:

$$a_{total} = L \cdot a_{serat} + N_c \cdot a_c + N_s \cdot a_s + S_p \quad (1)$$

Keterangan Rumus :

a_{total}	: Total Loss (dB)
N_c	: jumlah conector
a_{serat}	: Redaman Kabel Fiber Optik / km(dB/km)
L	: Panjang kabel serat optik (km)
N_s	: Total sambungan (dB)
a_c	: Redaman Conector (dB)

Sp : Redaman Splitter (dB)
 αs : Redaman Sambungan (dB)

Margin daya yang diperlukan harus memiliki nilai lebih dari 0 (nol). Margin daya adalah sisa daya yang dari pemancar setelah dikurangi rugi-rugi dalam proses power transmisi, pengurangan dengan nilai safety margin, mengurangi nilai sensitivitas receiver/penerima. Untuk Bentuk persamaan perhitungan margin daya adalah sebagai berikut:

$$M = (P_t - P_r) - a_{tot} - M_s \quad (2)$$

Keterangan :

P_r : Sensitivitas penerima (dBm)
 P_t : Daya pemancar (dBm)
 M_s : Margin, antara 6 - 8 dB
 a_{tot} : Total redaman (dB)

2.5.2 Rise Time Budget

Rise Time Budget merupakan sebuah metode untuk menentukan batas dispersi suatu link serat optik. Metode ini digunakan untuk menganalisis sistem transmisi dengan tujuan untuk menganalisa apakah sistem tersebut dapat dioperasikan dan sudah layak serta mampu untuk di terapkan di lapangan. (Jirachariyakool, 2017)

Untuk mendapatkan nilai *rise time budget*, dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$t_{sis} = < \frac{0,7}{BR} \quad (3)$$

$$t_f = D \times \sigma \lambda \times L \quad (4)$$

$$T_{sys} = \sqrt{t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2} \quad (5)$$

Keterangan :

t_{rx}	= Rise Time detector optic (ns)
t_f	= Rise Time optic (ns)
t_{sis}	= Rise Time Sistem (ns)
$\sigma\lambda$	= Lebar spektral (nm)
t_{tx}	= Rise Time sumber optic (ns)
D	= Koefisien disperse (ns/nm.km)
L	= Jarak (km)
BR	= Bit Rate

2.5.3 Bit Error Rate (BER)

BER adalah sebuah tingkatan kegagalan bit yang terjadi saat mentransmisikan sinyal digital. Sensitivitas adalah daya optik minimum dari sinyal yang masuk pada *bit error rate* yang diperlukan. Standar nilai BER untuk sistem komunikasi optik sebesar 10^{-9} . Sinyal optik yang dikirimkan melalui jaringan FTTH dalam bentuk pulsa cahaya yang masing-masing membawa satu bit data (Adiati, 2017). Namun, keakuratan pengiriman tidak dapat dijamin untuk setiap bit. Tingkat kesalahan pada bit, dapat didefinisikan sebagai jumlah kesalahan error setiap data yang terkirim melalui suatu sistem digital. Jika jumlah bit yang mengandung kesalahan disebut *NE* dan jumlah bit total terkirim disebut *NT* (Keiser, Optical Fiber Communications, 2010)

2.5.4 Factor Q

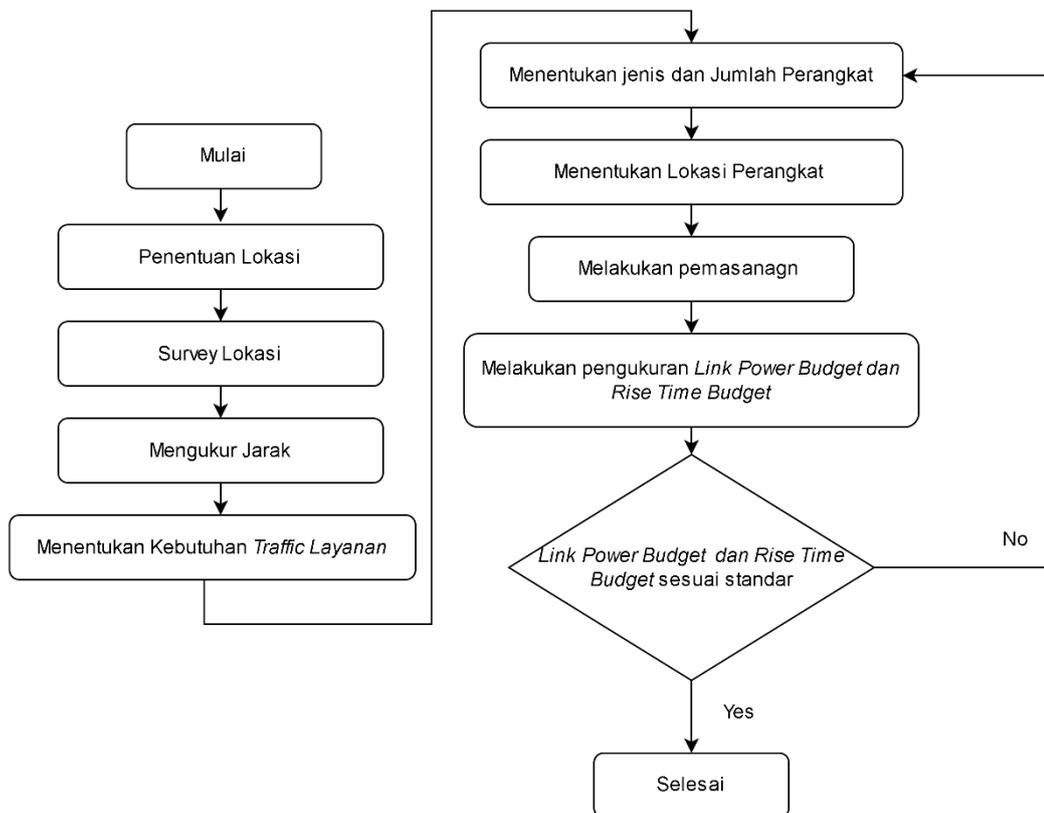
Ada atau tidaknya kualitas yang terjadi pada tautan tertentu atau jaringan DWDM akan ditentukan oleh faktor kualitas yang dikenal sebagai faktor Q. Dalam hal tingkat kesalahan bit, angka minimum yang dapat diterima untuk Faktor Q dalam sistem GPON, yang digunakan untuk komunikasi optik, adalah 6, atau 10^{-9} dalam *bit error rate*

BAB III METODOLOGI

Pada bab ini akan dijelaskan secara rinci mengenai langkah-langkah mengenai akses perancangan jaringan FTTH. Yang meliputi alur perancangan, lokasi penelitian, Spesifikasi alat dan metode perhitungan.

3.1 Langkah-Langkah Penelitian

Untuk menganalisis Perancangan yang digunakan dalam penelitian ini, beberapa proses yang berbeda perlu dilakukan, seperti yang ditunjukkan pada diagram alur yang dapat dilihat di bawah ini pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian

3.1.1 Lokasi

Lokasi yang akan dilakukan perancangan ini adalah daerah Biznet Branch, Jl. Re. Martadinata No.3, Kota Bogor, Jawa Barat.

3.1.2 Pengukuran Jarak

Pengukuran jarak akan dilakukan guna mengetahui seberapa jauh lokasi dari OLT. Pengukuran lokasi juga dimaksudkan agar memudahkan teknisi untuk menentukan ODC dan ODP mana yang akan digunakan untuk pemasangan.

3.1.3 Menentukan Jumlah dan Jenis Perangkat

Dimana proses ini dilakukan untuk mengetahui jumlah pelanggan dan jenis perangkat apa yang digunakan agar saat pemasangan jaringan FTTH memudahkan teknisi saat melakukan pemasangan.

3.1.4 Melakukan Pemasangan dan Pengukuran

Dimana proses ini akan dilakukan tahap pemasangan dari sto hingga rumah pelanggan. Setelah sudah terpasang akan diukur redamannya menggunakan alat OTDR dan OPM dimana nilai dari pengukuran tersebut akan menentukan jaringan layak atau tidak. Jika tidak layak maka perangkat yang digunakan akan diubah. Jika layak maka pemasangan akan selesai.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian bertempat di Biznet yang berlokasi di Biznet Branch, Jl. Re. Martadinata, Kota Bogor, Jawa Barat. IPTV, data center, dan akses internet hanyalah beberapa layanan yang bisa didapatkan dari perusahaan Indonesia bernama Biznet yang bergerak di bidang infrastruktur digital. Biznet bertanggung jawab atas pengoperasian pusat data terbesar di Indonesia serta jaringan serat optik tercepat di negara ini. Dimana biznet memiliki tujuannya yaitu menjadikan Indonesia tempat di mana orang dan bisnis dapat secara bebas terlibat satu sama lain dan saling membantu mewujudkan potensi penuh mereka, baik pada tingkat individu maupun masyarakat. Melalui dedikasi terhadap inovasi di bidang pendidikan, infrastruktur, dan pemberian layanan, tujuan menyeluruh perusahaan dalam bidang telekomunikasi.

3.3 Spesifikasi Data Jaringan FTTH

1. OLT

OLT yang digunakan dalam hal ini menggunakan standard (ITU-T G.984). Pada tabel 3.1 menunjukkan spesifikasi perangkat OLT.

Tabel 3. 1 Spesisikasi OLT

Parameter	Spesifikasi	Unit
Optical Transmit Power	5	dBm
Downlink Wavelength	1490	Nm
Uplink Wavelength	1310	Nm
Downstream Rate	2.4	Gbps
Upstream Rate	1,2	Gbps

2. Fiber Optic

Serat optik *singlemode* yang akan digunakan yaitu ITU-T G.652.D dan G.657.A, dimana sesuai serat optik ini sudah memenuhi standar. Kabel feeder dan kabel distribusi menggunakan serat optik ITU-T G.652.D, sedangkan untuk kabel drop menggunakan serat optik G.657.A. pengukuran rugi daya pada serat optik ITU-T G.652.D dan G.657.A yaitu, pada panjang gelombang 1310 nm sebesar $\leq 0,35$ dB/Km sedangkan pada 1490 nm sebesar $\leq 0,28$ dB/Km.

3. Konektor

Konektor SC/UPC akan digunakan pada jaringan FTTH ini. Konektor ini digunakan saat melakukan transmisi jaringan mulai dari OLT hingga menuju ONT dengan rugi daya yang dihasilkan 0,25 dB.

4. Spillter

Splitter memiliki beberapa tipe dimana setiap tipe memiliki perbedaan dalam hal redaman. Standar ITU-T G.984 digunakan dalam perancangan kali ini. Pada perancangan ini splitter 1:8 yang akan di taruh di sisi ODC maupun ODP. Redaman yang terjadi pada Splitter 1:8 yaitu 10,38 dB.

5. Sambungan

Sambungan atau bisa disebut juga fusi yang dimana dilakukan dari OLT sampai ONT menggunakan alat fusion splicer yang dimana

sambungan ini akan permanen. Dan memiliki rugi-rugi sambungan ini sebesar 0,01 dB yang dimana sudah standar dari Biznet.

3.4 Metode Perhitungan

3.4.1 Link Power Budget

Dalam menghitung *link power budget*, beberapa faktor harus diperhatikan, antara lain perhitungan redaman berdasarkan daya yang telah diketahui. Perhitungan redaman harus sesuai spesifikasi perangkat yang digunakan, pada perangkat ini digunakan standar ITU.T G.948, Untuk menghitung total loss pada jaringan FTTH digunakan rumus sebagai berikut:

$$\alpha_{total} = L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p \quad (6)$$

$$P_r = P_t - \alpha_{total} \quad (7)$$

Keterangan Rumus :

α_{total}	: Redaman total (dB)
P_r	: Sensitivitas penerima (dBm)
P_t	: Daya pemancar (dBm)
L	: Panjang kabel serat optik (km)
α_{serat}	: Redaman Kabel Fiber Optik (dB/km)
N_c	: jumlah konektor
α_c	: Redaman konektor (dB)
N_s	: Jumlah sambungan
α_s	: Redaman Sambungan (dB)
S_p	: Redaman Splitter (dB)

Margin daya yang diperlukan harus memiliki nilai lebih dari 0 (nol). Margin daya adalah sisa daya yang dari pemancar setelah dikurangi rugi-rugi dalam proses power transmisi, pengurangan dengan nilai safety margin, mengurangi nilai sensitivitas receiver/penerima. Untuk Bentuk persamaan perhitungan margin daya adalah sebagai berikut:

$$M = (P_t - P_r) - \alpha_{tot} - SM \quad (8)$$

Keterangan :

- P_r : Sensitivitas penerima (dBm)
 P_t : Daya pemancar (dBm)
 M_s : Margin, antara 6 - 8 dB
 a_{tot} : Total redaman (dB)

3.4.2 Rise Time Budget

Rise Time Budget merupakan metode untuk menentukan batas dispersi suatu link serat optik. Metode ini digunakan untuk menganalisis sistem transmisi dengan tujuan untuk menganalisa apakah sistem tersebut dapat dioperasikan dan sudah layak serta mampu untuk di terapkan di lapangan. (Jirachariyakool, 2017)

Untuk mencari nilai *rise time budget*, dapat menggunakan Persamaan sebagai berikut :

$$t_{sis} = < \frac{0,7}{BR} \quad (9)$$

$$t_f = D \times \sigma\lambda \times L \quad (10)$$

$$T_{sys} = \sqrt{t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2} \quad (11)$$

Keterangan :

- t_{rx} = Rise Time detector optic (ns)
 t_{sis} = Rise Time Sistem (ns)
 t_{tx} = Rise Time sumber optik (ns)
 $\sigma\lambda$ = Lebar spektral (nm)
 t_f = Rise Time optic (ns)
BR = Bit Rate
D = Koefisien disperse (ns/nm.km)
L = Jarak (km)

3.4.3 Bit Error Rate (BER)

BER adalah ukuran kualitas sinyal yang diterima untuk sistem transmisi data digital dan merupakan tingkat kesalahan bit yang terjadi saat mentransmisikan sinyal digital (Burdah et al., 2019). BER untuk sistem komunikasi optik sebesar 10^{-9} . Sinyal optik yang dikirimkan melalui jaringan FTTH berupa pulsa-pulsa cahaya yang masing-masing membawa satu bit data (Adiati, 2017) (Keiser, Optical Fiber Communications, 2010).

3.4.4 faktor Q

kualitas yang akan menentukan bagus atau tidaknya kualitas suatu koneksi data atau jaringan adalah factor Q. Pada sistem komunikasi serat optik, khususnya GPON, ukuran minimal faktor Q yang baik adalah 6 atau 10^{-9} pada *bit error rate*. Dengan demikian, ini memperhitungkan parameter fisik untuk sinyal misalnya dispersi kromatik, dispersi material, oses, noise dan polarisasi atau properti non-linier yang dapat merusak sinyal dan pada akhirnya menyebabkan berbagai kesalahan seperti kesalahan bit pada tautan komunikasi serat optik. (Verma & Tripathy, n.d.)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, peneliti akan membahas perhitungan redaman jaringan serat optik. Dengan mendapatkan redaman dalam kisaran batas wajar yang sudah ditentukan sebelumnya yakni 15 - 28 dB, dapat dikatakan baik maupun tidaknya sebuah jaringan dengan melihat redamannya. Untuk perhitungan ini dibutuhkan analisa terhadap *passive splitter* karena redaman pada *passive splitter* sendiri sangat mempengaruhi nilai dari redaman tersebut.

4.1 Perancangan Jaringan Akses FTTH

Dalam melakukan penelitian penulis melakukan di 2 tempat yang berbeda. tempat pertama yaitu di Jl. Raya Dramaga Bogor yang dimana berjarak 3,56 km dari STO sedangkan tempat kedua berada di jl.Layang Sari III yang dimana berjarak 5,35 km dari STO. STO sendiri ada di daerah air mancur Bogor atau di Jl. RE. Martadinata Bogor.

Tahap awal dalam membangun jaringan FTTH adalah perancangan jaringan akses FTTH dimana diperlukan sebuah data untuk mendukung perancangan yang akan dibuat. Data yang akan digunakan berupa titik-titik koordinat dari peletakan perangkat menggunakan aplikasi google earth. Dimana Google Earth merupakan salah satu program pemetaan yang membentuk bumi yang dikumpulkan dari citra satelit. Konfigurasi jaringan FTTH dimulai dengan menentukan titik STO dan dilanjut ke titik ODC menggunakan kabel feeder dan akan menuju ODP menggunakan kabel distribusi setelah itu baru menggunakan kabel drop hingga ke rumah pelanggan (ONT).

4.1.1 Jl. Raya Dramaga Bogor

Pada Jl. Raya Dramaga Bogor jarak terjauh antara OLT ke ODP yaitu 3,56 km dan menggunakan *passive splitter* 1:8 di ODC maupun ODP. Pada gambar menunjukkan denah lokasi pemasangan layanan FTTH, yang dimana memiliki 8 pelanggan. Di setiap pelanggan memiliki panjang fiber optik (kabel drop) yang berbeda beda yang mempengaruhi hasil redaman, dimana setiap 1 km fiber optik

dibentangkan memiliki redaman 0,28/0,35, bisa kita lihat pada gambar berikut.



Gambar 4. 1 Lokasi ONT Jl. Raya Dramaga Bogor

Pada tabel dibawah ini menunjukkan jarak antara OLT menuju ONT, dimana setiap lokasi memiliki rata-rata redaman serat optik 1,16 dB dan memiliki jarak rata-rata sekitar 3.35 km.

Tabel 4. 1 Jarak pelanggan di Jl. Raya Dramaga Bogor

Uraian	Jarak	Redaman	Total Redaman
OLT – ONT 1	3.35 km	0.35 dB/km	1.17 dB
OLT – ONT 2	3.25 km	0.35 dB/km	1.14 dB
OLT – ONT 3	3.3 km	0.35 dB/km	1.16 dB
OLT – ONT 4	3.2 km	0.35 dB/km	1.12 dB
OLT – ONT 5	3.3 km	0.35 dB/km	1.16 dB
OLT – ONT 6	3.45 km	0.35 dB/km	1.21 dB
OLT – ONT 7	3.4 km	0.35 dB/km	1.19 dB
OLT – ONT 8	3.56 km	0.35 dB/km	1.15 dB

Selanjutnya setelah diperoleh tata letak perangkat dan jarak pada keseluruhan di lokasi Jl. Dramaga Bogor, perlu dilakukan analisis kelayakan pada sistem

jaringan FTTH yang akan dibangun. Selain terkait biaya dan kinerja di sepanjang tautan komunikasi serat optik, diperlukan tim untuk mempertimbangkan tingkat kinerja yang optimal dan berkelanjutan.

4.1.2 Jl. Layungsari III

Pada jl. Layungsari III jarak terjauh antara OLT ke ONT yaitu 5.35 km dan menggunakan *passive splitter* 1:8 di sisi ODC maupun ODP. Pada gambar 4.2 menunjukkan denah lokasi pemasangan layanan FTTH, yang dimana memiliki 8 pelanggan. Di setiap pelanggan memiliki panjang fiber optik yang berbeda beda yang mempengaruhi hasil redaman, dimana setiap 1 km serat optik dibentangkan memiliki redaman 0,28/0,35 tergantung berapa glombang yang digunakan.



Gambar 4. 2 Lokasi ONT Jl. Layungsari III

Pada table 4-2 menunjukkan jarak antara OLT menuju ONT, dimana setiap tabel tersebut memiliki nilai rata-rata redaman serat optik 2,1 dB dan memiliki jarak 4 - 5 km.

Tabel 4. 2 jarak pelanggan di Jl. Layungsari III

Uraian	Jarak	Redaman	Total Redaman
OLT - ONT 1	4,72 km	0.35 dB/km	2,1 dB
ODP - ONT 2	4,87 km	0.35 dB/km	2.2 dB

ODP - ONT 3	4,95 km	0.35 dB/km	2.14 dB
ODP - ONT 4	5,1 km	0.35 dB/km	2,15 dB
ODP - ONT 5	5,15 km	0.35 dB/km	2,15 dB
ODP - ONT 6	5,35 km	0.35 dB/km	2,19 dB
ODP - ONT 7	5,25 km	0.35 dB/km	2,17 dB
ODP - ONT 8	4,75 km	0.35 dB/km	2,1 dB

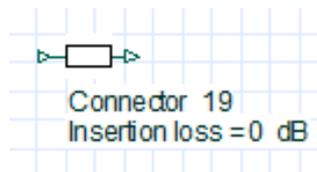
Selanjutnya setelah diperoleh tata letak perangkat dan jarak pada keseluruhan di lokasi Jl. Layungsari III, perlu dilakukan analisis kelayakan pada sistem jaringan FTTH yang akan dibangun. Selain terkait biaya dan kinerja di sepanjang tautan komunikasi serat optik, diperlukan tim untuk mempertimbangkan tingkat kinerja yang optimal dan berkelanjutan.

4.2 Konfigurasi Menggunakan OptySistem

Optisystem adalah *software* yang akan dipakai untuk mensimulasikan jaringan FTTH dari pusat menuju ke pelanggan. Optisystem ini akan menampilkan nilai redaman yang diterima pada perangkat yaitu BER, dan faktor Q. Dalam perancangan menggunakan Optisystem, *tools* yang digunakan sebagai berikut :

1. Konektor

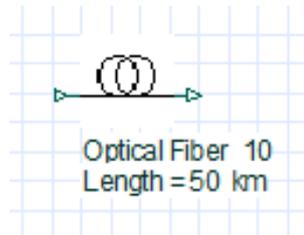
Pada gambar berikut adalah konektor yang di mana digunakan di bagian OLT hingga ONT. Konektor yang akan terpasang pada konfigurasi ini memiliki redaman 0.35 dB.



Gambar 4. 3 konektor

2. Serat optik

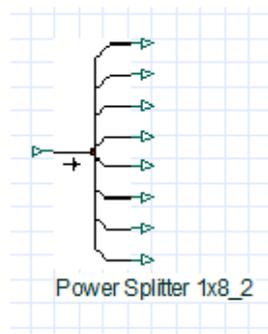
Pada gambar fiber optik dibawah ini akan digunakan di bagian OLT hingga ONT. Penelitian akan membedakan setiap pajang dan redaman fiber optik yang akan digunakan.



Gambar 4. 4 fiber optik

3. Splitter

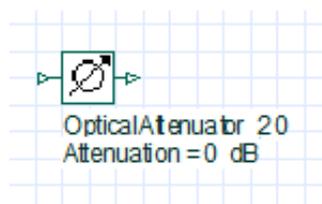
Splitter ini akan digunakan dibagian ODC maupun ODP dan yang akan digunaka yaitu 1 : 8, dam memiliki settingan redaman sebesar 10.38 dB.



Gambar 4. 5 Pasive splitter

4. Sambungan

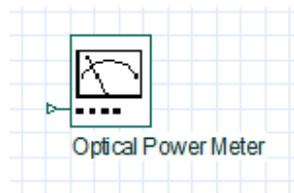
Sambungan atau *fusi* digunakan untuk menyambung bagian bagian fiber optik dan konektor. Sambungan ini akan di setting dengan redaman 0.01 sesuai alat yang digunakan yaitu Fusion Splicer.



Gambar 4. 6 Sambungan fusi

5. Optikal power meter (OPM)

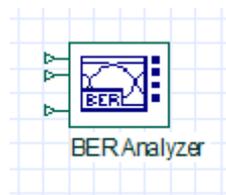
OPM berfungsi untuk mengukur power dari sinyal fiber optik. OPM juga untuk mengetahui apakah power yang di terima memiliki kualitas power dari sinyal optik masih dalam batasan spesifikasi perangkat yang akan digunakan atau tidak.



Gambar 4. 7 Optical Power Meter

6. BER analyzer

BER analyzer sendiri berguna untuk mengetahui nilai dari BER dan faktor-Q sesuai setandar atau tidak.



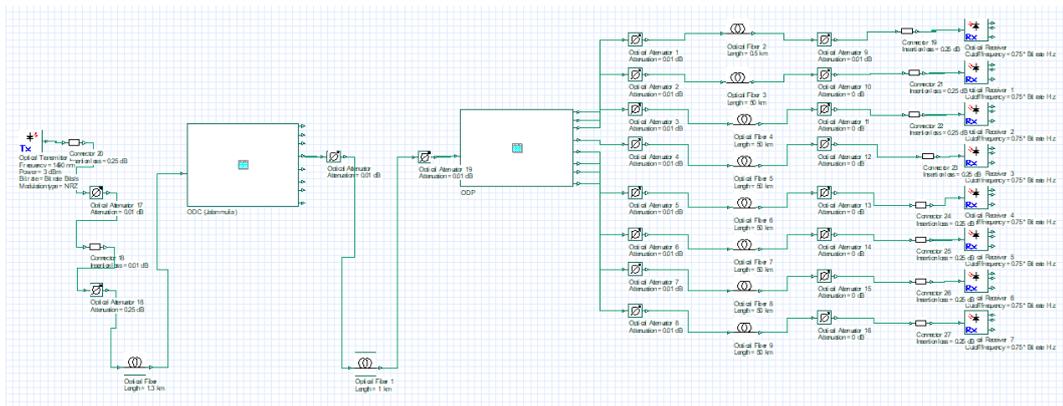
Gambar 4. 8 BER Analyzer

Sebelum melakukan konfigurasi pada OptySystem harus mengetahui titik lokasi dan jumlah perangkat yang akan digunakan. Pada pengetesan ini akan menampilkan hasil dari nilai BER dan faktor Q saja.

4.2.1 Jl. Raya Dramaga Bogor

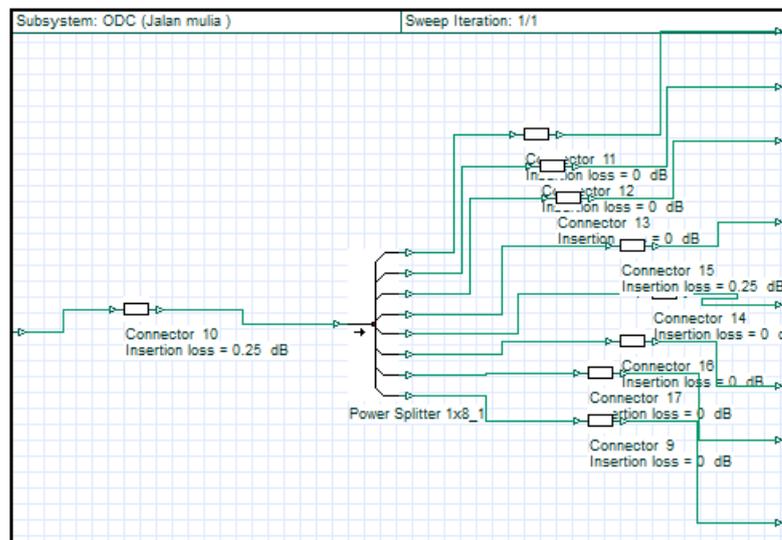
Langkah awal dari perancangan jaringan serat optik adalah peletakan perangkat sesuai dengan jalur yang telah ditentukan. Perancangan jaringan FTTH memakai software optisystem 7.0 dari sentral (OLT) hingga pelanggan (ONT). Pengukuran ini hanya melakukan simulasi berdasarkan pengukuran jarak terjauh. STO sendiri berada di BIZNET BRANCH, Jl. Re. Martadinata No.3 Kota Bogor

dan ONT berada di jl. Raya Dramaga Bogor. Titik terjauh yang digunakan yaitu 3.56 km, dimana memiliki 7 sambungan dan 7 konektor yang terpasang dan menggunakan splitter 1 : 8 di ODC maupun ODP sehingga maksimal jumlah percabangan untuk satu core yaitu 64 pelanggan.

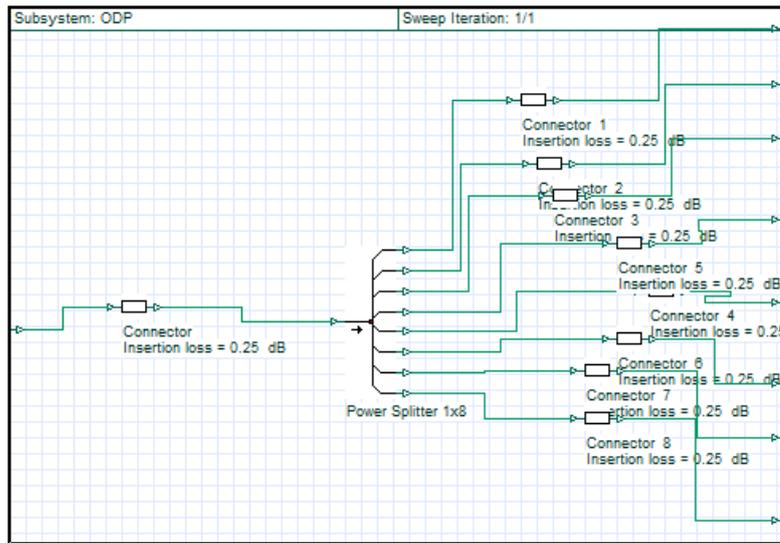


Gambar 4. 9 Konfigurasi Jl. Raya Dramaga

Pada gambar 4.11 dan 4.12 akan ditampilkan konfigurasi dari *passive splitter* yang terletak di ODC maupun ODP. Bisa kita lihat pada gambar *passive splitter* yang digunakan di keduanya yaitu 1:8.



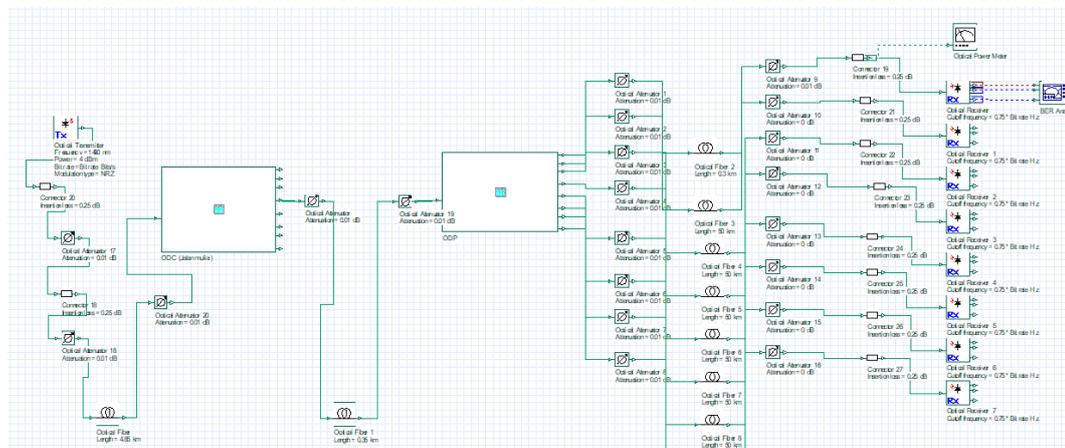
Gambar 4. 10 Konfigurasi ODC pada OptySistem



Gambar 4. 11 Konfigurasi ODP pada OptySistem

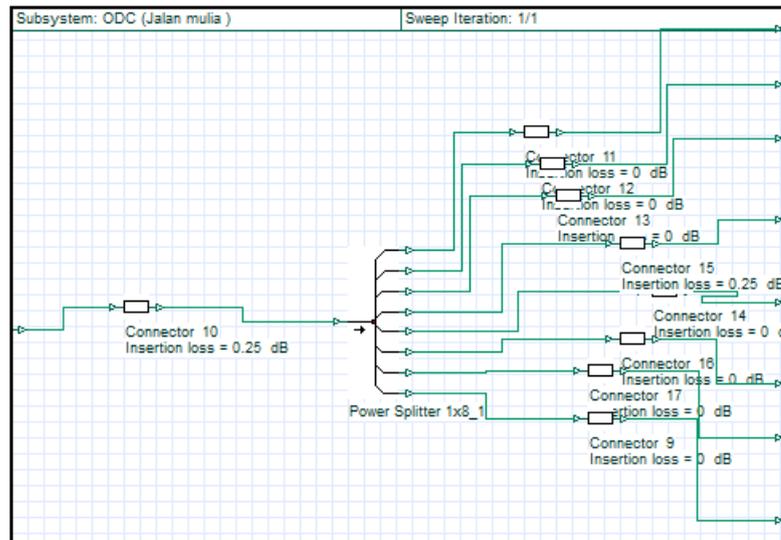
4.2.2 Jl. Layungsari III

Langkah awal dari perancangan jaringan serat optik adalah peletakan perangkat sesuai dengan jalur yang telah ditentukan. Perancangan jaringan FTTH memakai software optisystem 7.0 dari sentral (OLT) hingga pelanggan (ONT). Pengukuran ini hanya melakukan simulasi berdasarkan pengukuran jarak terjauh. STO sendiri berada di Biznet Branch, Jl. Re. Martadinata Kota Bogor dan ONT berada di jl. Layungsari III. Titik terjauh yang digunakan yaitu 5.35 km, dimana memiliki 7 sambungan dan 7 konektor yang terpasang dan menggunakan splitter 1 : 8 di ODC maupun ODP.

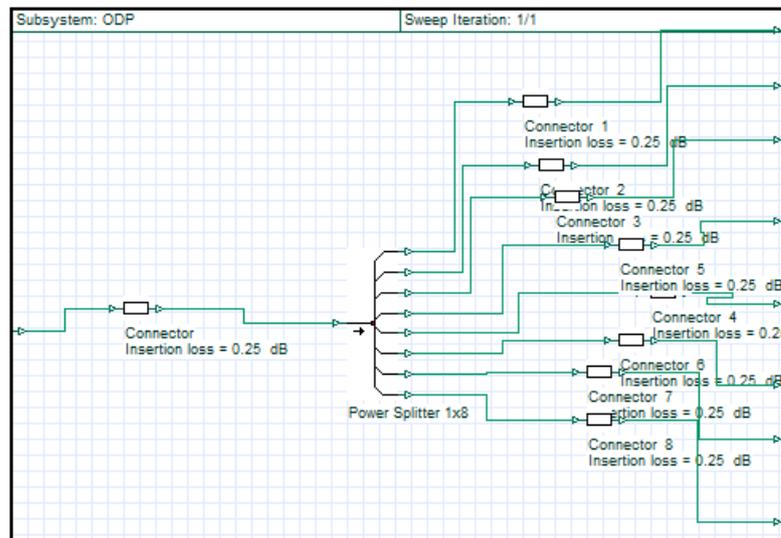


Gambar 4. 12 Konfigurasi Jl. Layungsari III

Pada gambar 4.11 dan 4.12 akan ditampilkan konfigurasi dari *passive splitter* yang terletak di ODC maupun ODP. Bisa kita lihat pada gambar, *passive splitter* yang digunakan di keduanya yaitu 1:8.



Gambar 4. 13 Konfigurasi ODC pada OptySistem



Gambar 4. 14 Konfigurasi ODP pada OptySistem

4.3 Analisa Hasil Perancangan

Dalam tahap ini dilakukan perhitungan manual dan simulasi dari rancangan desain FTTH pada Jl. Raya Dramaga Bogor dan jl. Layangsari III. penulis menggunakan *software* OptiSystem sebagai alat untuk mengukur parameter rugi daya pada jaringan FTTH, *software* ini juga akan digunakan untuk mengkonfigurasi jaringan FTTH mulai dari OLT hingga ONT. Dalam pengujian ini akan dilakukan beberapa pengujian yaitu menentukan Link Power Budget, Rise Time Budget, *Bit Error Rate* dan faktor Q, dimana BER ini dilakukan menggunakan *software* OptiSystem.

4.3.1 Link Power Budget

Kali ini akan melakukan perhitungan *link power budget* yang menggunakan Panjang gelombang 1490 nm pada sisi *downlink* dan 1310 nm pada sisi *uplink*, jarak yang digunakan juga tidak lebih dari 20km. Nilai dari *link power budget* ini meliputi nilai dari redaman total, daya yg diterima dan margin dayanya. Perhitungan ini akan dilakukan di 2 tempat berbeda, yaitu :

1. Jl. Raya Dramaga Bogor

Pada tempat pertama ODC berlokasi di Jl. Gedong Sawah Bogor dan ODP berada di Jl. Raya Dramaga. Di lokasi tersebut memiliki 8 pelanggan. Data yang tertera pada table 4-3 yang akan digunakan dalam perhitungan ini.

Tabel 4. 3 Data untuk Link Power Budget Jl. Raya Dramaga Bogor

Parameter	Keterangan
Power Transmit	4 dBm
Max/Min Redaman	13dB - 28 dB
a_{serat} G.652.D (1310/1490)	(0,35; 0,28)dB/Km
a_{serat} G.657.A (1310/1490)	(0,35; 0,28)dB/Km
a_s di kabel fiber	0,01 dB/splice
Konektor jenis SC/UPC	0,25 dB/connector
Jenis PS 1:8	10,38 dB
Jumlah Sambungan	7 buah
Jumlah Konektor	7 buah

Perhitungan ini menggunakan pelanggan dengan jarak terjauh, dimana perhitungan *Link Power Budget* ini pada jarak:

- STO menuju ODC sejauh 1,85 km
- ODC menuju ODP sejauh 1,25 km
- ODP menuju pelanggan sejauh 0,46 km

Downlink

Dengan rumus seperti berikut :

$$\alpha_{total} = L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p$$

Nilai redaman total yang didapat :

$$\begin{aligned} \alpha_{total} &= (1,85 \times 0,28) + (1,25 \times 0,28) + (0,46 \times 0,28) + (7 \times 0,01) + \\ & (7 \times 0,25) + (10,38 + 10,38) \\ &= 23,58 \text{ dB} \end{aligned}$$

Daya yang diterima :

$$\begin{aligned} P_r &= P_t - \alpha_{total} \\ &= 4 - 23,58 \\ &= -19,58 \text{ dBm} = 0,011 \text{ mW} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan α_{total} maka dilanjutkan dengan menghitung margin daya, yaitu:

$$\begin{aligned} M &= (P_t - P_r) - \alpha_{tot} - SM \\ &= (4 - (-28)) - 23,58 - 6 \\ &= 2,42 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Pada perhitungan margin daya pada sisi *downstream* diperoleh nilai 2,42 dBm, nilai *power link budget* pada jaringan *downstream* tersebut sudah layak sebagai jaringan akses dikarenakan nilai lebih dari nol ($M > 0$).

Uplink

Dengan rumus seperti berikut :

$$\alpha_{total} = L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p$$

Nilai redaman total yang didapat :

$$\begin{aligned}
 a_{tot} &= (1,85 \times 0,35) + (0,75 \times 0,35) + (0,46 \times 0,35) + (7 \times 0,35) + (7 \times 0,25) + (10,38 + 10,38) \\
 &= 23,83\text{dB}
 \end{aligned}$$

Daya yang diterima :

$$\begin{aligned}
 P_r &= P_t - a_{tot} \\
 &= 4 - 23,83 \\
 &= -19,83 \text{ dBm} = 0,0103 \text{ mW}
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan a_{total} maka dilanjutkan dengan menghitung margin daya, yaitu:

$$\begin{aligned}
 M &= (P_t - P_r) - a_{tot} - SM \\
 &= (4 - (-28)) - 23,83 - 6 \\
 &= 2,17 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

Pada perhitungan margin daya pada sisi *downstream* diperoleh nilai 2.17 dBm, nilai *power link budget* pada jaringan *downstream* tersebut sudah layak sebagai jaringan akses dikarenakan nilai lebih dari nol ($M > 0$).

2. Jl. Layungsari III

Data - data yang digunakan untuk perhitungan *Link Power Budget*

Tabel 4. 4 Data untuk Link Power Budget Jl. Raya Dramaga Bogor

Parameter	Keterangan
Power Transmit	4 dBm
Max/Min Redaman	13dB - 28 dB
a_{serat} G.652.D (1310/1490)	(0,35; 0,28)dB/Km
a_{serat} G.657.A (1310/1490)	(0,35; 0,28)dB/Km
a_s di kabel fiber	0,01 dB/splice
Konektor jenis SC/UPC	0,25 dB/connector
Jenis PS 1:8	10,38 dB
Jumlah Sambungan	7 buah
Jumlah Konektor	7 buah

Perhitungan ini menggunakan pelanggan dengan jarak terjauh, dimana perhitungan *Link Power Budget* ini pada jarak :

- STO menuju ODC sejauh 4.65 km

- ODC menuju ODP sejauh 0,3 km
- ODC menuju ODP sejauh ng 0,4 km

Downlink

Dengan rumus seperti berikut :

$$a_{total} = L \cdot a_{serat} + N_c \cdot a_c + N_s \cdot a_s + S_p$$

Nilai redaman total yang didapat :

$$\begin{aligned} a_{tot} &= (4,65 \times 0,28) + (0,3 \times 0,28) + (0,4 \times 0,28) + (7 \times 0,01) + (7 \times \\ &0,25) + (10,38 + 10,38) \\ &= 24,07 \text{ dB} \end{aligned}$$

Daya yang diterima :

$$\begin{aligned} P_r &= P_t - a_{tot} \\ &= 4 - 24,45 \\ &= -20,07 \text{ dBm} = 0,009 \text{ mW} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan a_{total} maka dilanjutkan dengan menghitung margin daya, yaitu:

$$\begin{aligned} M &= (P_t - P_r) - a_{tot} - SM \\ &= (4 - (-28)) - 24,07 - 6 \\ &= 1,93 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Pada perhitungan margin daya pada sisi *downstream* diperoleh nilai 1,93 dBm, nilai *power link budget* pada jaringan *downstream* tersebut sudah layak sebagai jaringan akses dikarenakan nilai lebih dari nol ($M > 0$).

Uplink

Dengan rumus sebagai berikut :

$$a_{total} = L \cdot a_{serat} + N_c \cdot a_c + N_s \cdot a_s + S_p$$

Nilai redaman total yang didapat :

$$\begin{aligned} a_{tot} &= (4,65 \times 0,35) + (0,3 \times 0,35) + (0,4 \times 0,35) + (7 \times 0,01) + (7 \times \\ &0,25) + (10,38 + 10,38) \\ &= 24,44 \text{ dB} \end{aligned}$$

Daya yang diterima :

$$P_r = P_t - a_{tot}$$

$$\begin{aligned}
&= 4 - 24.44 \\
&= -20.44 \text{ dBm} = 0,0072 \text{ mW}
\end{aligned}$$

Setelah mendapatkan α_{total} maka dilanjutkan dengan menghitung margin daya, yaitu:

$$\begin{aligned}
M &= (P_t - P_r) - \alpha_{tot} - SM \\
&= (4 - (-28)) - 24,44 - 6 \\
&= 1,56 \text{ dBm}
\end{aligned}$$

Margin yang diperoleh dari perhitungan uplink adalah 1,56 dBm, nilai *power link budget* pada jaringan *downstream* tersebut sudah layak sebagai jaringan akses dikarenakan nilai lebih dari nol ($M > 0$).

4.3.2 Rise Time Budget

Pada perhitungan ini akan menggunakan parameter data untuk perhitungan *rise time budget* menggunakan jarak terjauh dengan jalur STO menuju ONT. spesifikasi untuk perhitungan pada *rise time budget* dapat dilihat pada table 4-5 :

Tabel 4. 5 Spesifikasi Rise Time Budget

Parameter	Keterangan
λ (Panjang Gelombang)	1490/1310 nm
$\Delta\sigma$ (OLT/ONT)	1 nm / 1 nm
ttx (OLT/ONT)	(150x10 ⁻³ / 200x10 ⁻³) ns
Dm (1490/1310)	(3,5/13,64) ps/nm.km
Pengkodean	NRZ
Jenis serat optik	<i>Single Mode</i>
Indeks bias inti (n_1)	1,48
Indeks bias selubung (n_2)	1,46
Jari-jari inti (a)	4,5 μm

1. Jl. Raya Dramaga Bogor

Pelanggan terjauh yang akan digunakan beralamat di jl. Dramaga Bogor.

Perhitungan yakini dari sisi *downlink* dan *uplink*.

- STO menuju ODC sejauh 1,85 km
- ODC menuju ODP sejauh 1,25 km
- ODP menuju pelanggan sejauh 0,46 km

Bit rate yang akan digunakan digunakan adalah :

Downlink (1490 nm) = 2,4 Gbps

Uplink (1310 nm) = 1,2 Gbps

Bit rate yang digunakan dengan format NRZ, sebagai berikut :

Downlink

$$\begin{aligned}T_r &= 0.7 / B_r \\ &= 0,7 / 2,4 \times 10^9 \\ &= 0.2917 \text{ ns}\end{aligned}$$

Perhitungan *dispersion chromatic* :

$$\begin{aligned}t_f &= D \times \sigma \lambda \times L \\ &= 0,035 \times 1 \times 3,56 \\ &= 0,0125 \text{ ns}\end{aligned}$$

Perhitungan *Rise Time System* :

$$\begin{aligned}t_{\text{sys}} &= \sqrt{t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2} \\ &= \sqrt{0,2^2 + 0,15^2 + 0.0125^2} \\ &= 0,2503 \text{ ns}\end{aligned}$$

Uplink

$$\begin{aligned}T_r &= 0,7 / B_r \\ &= 0,7 / 1,2 \times 10^9 \\ &= 0.5833 \text{ ns}\end{aligned}$$

Perhitungan *dispersion chromatic*:

$$\begin{aligned}t_f &= D \times \sigma \lambda \times L \\ &= 0,01364 \times 1 \times 3,56 \\ &= 0,04856 \text{ ns}\end{aligned}$$

Perhitungan *Rise Time System* :

$$\begin{aligned}t_{\text{sys}} &= \sqrt{t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2} \\ &= \sqrt{0,2^2 + 0,15^2 + 0,0486^2} \\ &= 0,2547 \text{ ns}\end{aligned}$$

2. Jl. Layungsari III

Pelanggan terjauh yang akan digunakan beralamat di jl. Layungsari III.

Perhitungan yakini dari sisi *downlink* dan *uplink*.

- STO menuju ODC sejauh 4,65 km
- ODC menuju ODP sejauh 0,3 km
- ODP menuju pelanggan sejauh 0,4 km

Bit rate yang akan digunakan digunakan adalah :

Downlink (1490 nm) = 2,4 Gbps

Uplink (1310 nm) = 1,2 Gbps

Downlink

$$\begin{aligned}T_r &= 0,7 / B_r \\ &= 0,7 / 2,4 \times 10^9 \\ &= 0,2917 \text{ ns}\end{aligned}$$

Perhitungan *dispersion chromatic* :

$$\begin{aligned}t_f &= D \times \sigma \lambda \times L \\ &= 0,0035 \times 1 \times 5,35 \\ &= 0,0187 \text{ ns}\end{aligned}$$

Perhitungan *Rise Time System* :

$$\begin{aligned}t_{\text{sys}} &= \sqrt{t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2} \\ &= \sqrt{0,2^2 + 0,15^2 + 0.0187^2} \\ &= 0,2506 \text{ ns}\end{aligned}$$

Uplink

$$\begin{aligned}T_r &= 0.7 / B_r \\ &= 0,7 / 1,2 \times 10^9 \\ &= 0.5833 \text{ ns}\end{aligned}$$

Perhitungan *dispersion chromatic* :

$$\begin{aligned}t_f &= D \times \sigma \lambda \times L \\ &= 0,01364 \times 1 \times 5,35 \\ &= 0,0729 \text{ ns}\end{aligned}$$

Perhitungan *Rise Time System* :

$$\begin{aligned}t_{\text{sys}} &= \sqrt{t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2} \\ &= \sqrt{0,2^2 + 0,15^2 + 0.0729^2} \\ &= 0,2604 \text{ ns}\end{aligned}$$

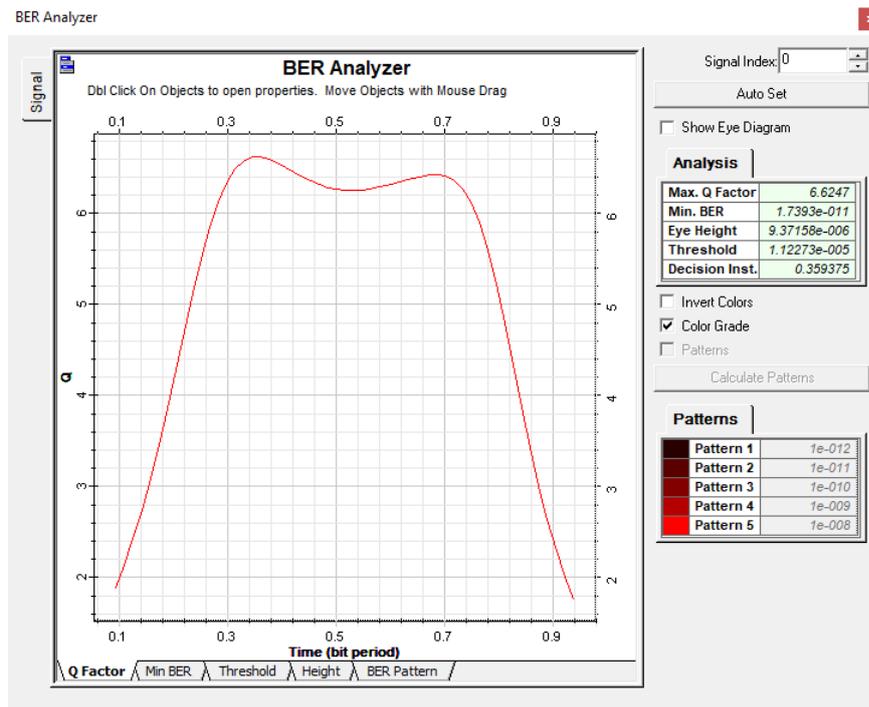
Dari hasil perhitungan *rise time budget* di Jl. Raya Dramaga yaitu memiliki nilai pada *Downlink* sebesar 0,2503 ns, nilai tersebut masih dibawah nilai *rise time* dari sinyal pengkodean NRZ yaitu sebesar 0.2917 ns, sedangkan pada *Uplink* memiliki nilai 0,2547 ns dan juga masih dibawah nilai *rise time* dari sinyal pengkodean NRZ yaitu sebesar 0.5833 ns. Sedangkan di Jl. Layungsari III memiliki nilai pada *Downlink* sebesar 0,2506 ns, nilai tersebut masih dibawah nilai *rise time* dari sinyal pengkodean NRZ yaitu sebesar 0.2917 ns, sedangkan pada *Uplink* memiliki nilai 0,2604 ns juga masih dibawah nilai *rise time* dari sinyal pengkodean NRZ yaitu sebesar 0.5833 ns.

4.3.3 BER dan Faktor Q

Dalam pengukuran kali ini, nilai dari BER dan faktor Q dihasilkan menggunakan simulasi OptySistem 7.0, yang sudah dirancang mengikuti keadaan kondisi di lapangan. Pengukuran ini dapat dilihat sebagai berikut :

1. Jl. Raya Dramaga Bogor

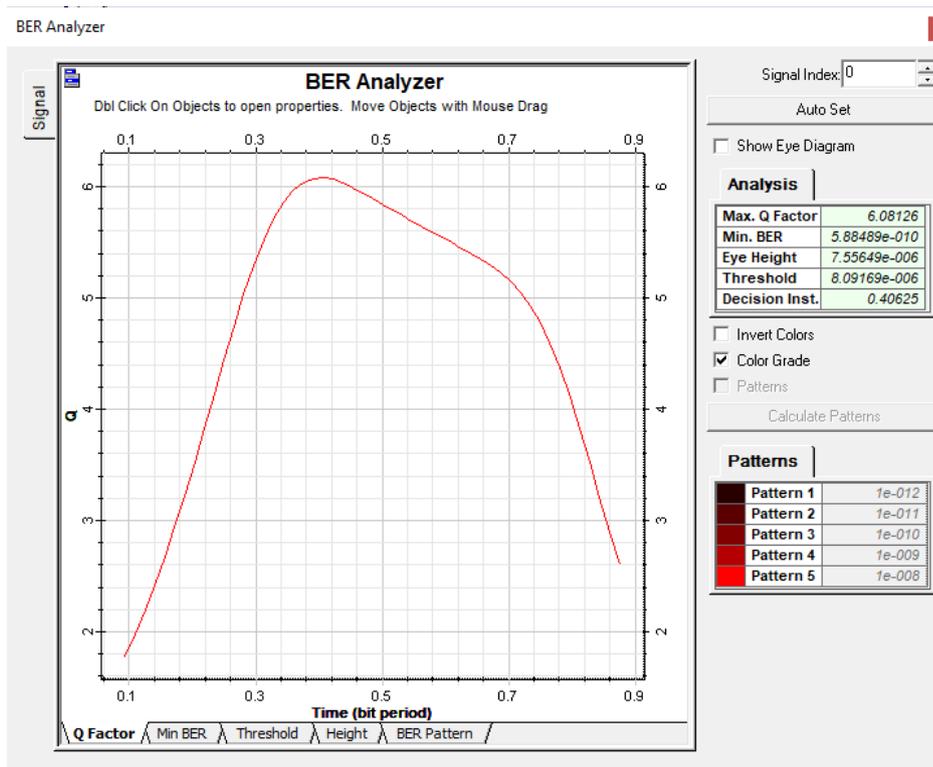
Hasil *Bit error rate* dan faktor Q pada simulasi yang dilakukan di Jl. Raya Dramaga Bogor dapat dilihat pada gambar 4.12. Pada simulasi ini, BER sendiri memiliki nilai sebesar 7.25×10^{-9} , dan nilai BER tersebut sudah dianggap sangat baik dan sudah mencapai nilai ideal yang dibutuhkan jaringan tersebut. Nilai Q-faktor sendiri yaitu 6.6 dimana nilai tersebut melebihi dari nilai Q-faktor ideal yaitu 6.



Gambar 4. 15 Hasil BER Analyzer Jl. Raya Dramaga

2. Jl. Layungsari III

Bit error rate pada simulasi yang dilakukan di Jl. Raya Dramaga Bogor dapat dilihat pada gambar 4.16. Pada simulasi ini BER sendiri memiliki nilai sebesar 5.88×10^{-10} . Nilai BER tersebut sudah sangat baik dan sudah mencapai nilai ideal yang dibutuhkan jaringan tersebut. Nilai Q-faktor sendiri yaitu 6.1 dimana nilai tersebut melebihi dari nilai Q-faktor ideal yaitu 6.



Gambar 4. 16 Hasil BER Analyzer Jl. Layungsari III

4.3.4 Analisis Jaringan FTTH

Analisis jaringan FTTH terhadap dua lokasi yang berbeda dapat dilihat pada tabel 4-6. Parameter perbandingan yang akan digunakan panjang kabel serat optik, perhitungan P_r , margin daya, *rise time budget*, *BER*, dan faktor Q. perbandingan ini akan menentukan kelayakan jaringan yang sudah ditetapkan berdasarkan ITU-T G.984. pada table 4-6 menunjukkan bahwa kedua tempat yang di uji sudah memenuhi standar ketentuan, yaitu melebihi nilai dari -28 dBm.

Sedangkan pada *rise time budget* di kedua lokasi memiliki selisih nilai yang lumayan besar. Nilai *rise time budget* mempresentasikan nilai bit rate. Diukur dalam parameter panjang kabel serat optik yang digunakan, peneliti melihat terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua lokasi. Pengaruh panjang kabel dapat dilihat dari sisi ekonomi, Dengan kata lain, konsumsi kabel yang lebih pendek berarti biaya infrastruktur yang dibutuhkan lebih murah. Jika dikaitkan pada parameter yang di hitung P_r , margin daya dan *rise time budget*, yaitu makin pendek panjang kabel, makin besar nilai P_r dan margin daya yang dihitung serta makin kecil nilai *rise time budget*-nya. Pada dasarnya semua hasil pada table 4-6 diperuntukan untuk jaringan FTTH yang dimana sudah melaului berbagai macam tes dan memiliki hasil yang sangat memuaskan dan bisa di terapkan karan semua sudah memenuhi standar jaringan.

Tabel 4-1 Hasil dari Perhitungan

Parameter	Jl. Raya Dramaga		Jl. Layungsari III	
	<i>Downlink</i>	Uplink	<i>Downlink</i>	Uplink
Jarak	3,46 km		5,35 km	
α_{total} (Redaman Total)	23,58 dB	23,83 dB	24,07 dB	24,44 dB
P_r (Daya Penerima)	-19,58 dBm / 0,011 mW	-19,83 dBm / 0,0103 mW	-20,07 dBm / ,009 mW	-20,44 dBm / 0,0072 mW
Margin	2,42 dBm	2,17 dBm	1,55 dBm	0,86 dBm
t_{sys}	0,2503 ns	0,2547 ns	0,2604 ns	2,506 ns
BER	1.73×10^{-11}		5.88×10^{-10}	
Q factor	6,6		6,1	

BAB V

Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Adanya beberapa kesimpulan dari penelitian ini, yaitu:

1. Perhitungan *power link budget* untuk tiap-tiap pelanggan masih memenuhi standar redaman, pada Jl. Raya Dramaga Bogor memiliki nilai sebesar -19,58 dBm pada *downlink* sedangkan pada *uplink* sebesar -19,83 dBm, dan pada Jl. Layungsari III memiliki nilai sebesar -20,07 dBm pada *downlink* dan pada *uplink* sebesar -20,44 dBm.
2. Pada perhitungan *Rise Time Budget* hasil dari T_{sys} di Jl. Raya Dramaga bernilai 0,2503 ns dimana masih dibawah nilai maksimum *rise time* dari *bit rate* sinyal pengkodean NRZ yaitu sebesar 0.2917 ns. sedangkan pada *Uplink* memiliki nilai 0,2547 ns juga masih dibawah nilai maksimum *rise time* dari *bit rate* sinyal pengkodean NRZ yaitu sebesar 0.5833 ns. Sedangkan T_{sys} di Jl. Layungsari III memiliki nilai pada *Downlink* sebesar 0,2506 ns dimana masih dibawah nilai maksimum *rise time* dari *bit rate* sinyal pengkodean NRZ yaitu sebesar 0.2917 ns, sedangkan pada *Uplink* memiliki nilai 0,2604 ns juga masih dibawah nilai maksimum *rise time* dari *bit rate* sinyal pengkodean NRZ yaitu sebesar 0.5833 ns.
3. Pada hasil simulasi memakai *OptiSystem* diperoleh nilai BER dan faktor Q yang baik pada kedua konfigurasi. Dengan nilai BER yang didapat di daerah Jl. Raya Dramaga sebesar $1,73 \times 10^{-11}$ dan nilai faktor Q sebesar 6,6. Sedangkan di Jl. Layungsari III nilai BER sebesar $5,88 \times 10^{-10}$ dan 6,1 pada faktor Q. Dimana pada kedua konfigurasi pada hasil simulasi tersebut dikatakan baik untuk jaringan FTTH, karena hasil tersebut memiliki nilai BER yaitu 10^{-9} dan faktor Q yaitu 6.

5.2 Saran

Pada hasil penelitian masih adanya beberapa kekurangan, pada penelitian selanjutnya bisa dilaksanakan pengembangan, seperti berikut :

1. Dalam analisis ini mencakup pertimbangan kualitas streaming dan kecepatan transfer data, baik untuk diunduh maupun diunggah.
2. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat digunakan oleh bagi penyedia layanan khususnya Biznet yang akan membangun jaringan serat optik di Bogor dan terus mengembangkan kelayakan teknis dan ekonomi sistem jaringan FTTH.

References

- Adiati, R. F. (2017). Analisis Parameter Signal to Noise Ratio dan Bit Error Rate dalam Backbone Komunikasi Fiber. *Intitut Teknologi Sepuluh November*, (p. 18). Lamongan.
- Hartanto, M. S. (2016). *Pembangunan Aplikasi Penyambungan Kabel Fiber Optic Menggunakan Metode Fusion Berbasis Simulasi*, 263.
- Karyada, G. D. (2015). *Fiber Optik : Teknologi, Material*. Bandung : Informatika.
- Keiser, G. (2006). FTTP Concepts and Applications. In *FTTX Concepts and Applications* (pp. 172-173). IEEE.
- Keiser, G. (2010). *Optical Fiber Communications*. Singapura: McGraw Hill.
- Pahlawan Fahmi, C. D. (2017). *Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON): Studi Kasus Perumahan Graha Permai Ciputat, 2*.
- Satish Addankia, I.S. Amiri, P. Yupapin. (2018). *Review of optical fibers-introduction and applications in fiber lasers*, 743-750.
- SaydamGouzali. (1997). *Prinsip Dasar Teknologi Jaringan Komunikasi*.
- Singh Jasmeena, Garg Amit Kumar . (2019). *Optimal Solutions of Integrated Optical and*, 526 - 531.
- Sudhakar Cherukupalli, G. J. (2020). Distributed Fiber Sensing and Dynamic Rating of Power Cables. (pp. 33-34). Wiley-IEEE Press.
- T. Horvath, M. Jurcik, V. Oujezsky and V. Skorpil. (2019). Telecommunications and Signal Processing (TSP). *GPON Analyzer - Frame Parser Module*, 748-752.
- Telekomunikasi Indonesia Tbk, PT. (2012). *Panduan Desain FTTH*. Jakarta: Telkom.

- Pradhana, Regha. (2015). PERANCANGAN DAN ANALISIS JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) DENGAN OPTISYSTEM UNTUK PERUMAHAN PERMATA BUAH BATU I BANDUNG.
- Burdah, S., Alamtaha, R., Samijayani, O. N., Rahmatia, S., & Syahriar, A. (2019). *Performance Analysis of Q Factor Optical Communication in Free Space Optics and Single Mode Fiber*. 6(3), 167–175. <https://doi.org/10.13189/ujeee.2019.060311>
- Jirachariyakool, R. (2017). *Design and Implement of GPON-FTTH network for residential condominium*. 0–4.
- Verma, S., & Tripathy, M. R. (n.d.). *Performance analysis of GPON network for maximum Q-FACTOR and minimum BER for various fiber length using uniform fiber Bragg 's*.

Lampiran A : Surat Keterangan Penelitian

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Petra Joshua Romario Gultom
Jabatan : Branch Manager Biznet Bogor
Perusahaan : Biznet
Alamat : Biznet Branch, Jl. Re. Martadinata No.3, Pabaton, Kec. Bogor
Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa :

Nama : Puguh Kujatmiko
NIM : 1803025050
Universitas : Universitas Muhamadiyah Prof. Dr. Hamka
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Penelitian : ANALISA REDAMAN PADA FIBER TO THE HOME (FTTH)
BERTEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK
(GPON)

Benar telah melakukan penelitian di perusahaan saya.

Bogor, 19 September 2022



Petra Joshua Romario Gultom

Lampiran B : Lembar Bimbingan



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jl. Tanah Merdeka No. 6, Kp. Rambutan, Pk. Bida, Jakarta Timur
Telp. (021) 87782739, Fax. (021) 8400941

Lembar Bimbingan Skripsi

Nama: Pujuh Kujatnirio
NIM: 1803025050
Judul: Studi Kinerja Jaringan Fiber To The Home Pada Kawasan Air Mancur Bogor
Pembimbing I: Harry Ramza, ST., MT., Ph.D., M.P.P.

No	Tanggal	Keterangan	Pada
1	28/01/2022	Penyerahan seminar bab 1-3	[Signature]
2	17/5/2022	Revisi bab 3	[Signature]
3	06/02/2022	Pengecekan ulang bab 1-3	[Signature]
4	25/01/2022	Pengecekan bab 4	[Signature]
5	06/01/2022	Revisi bab 4	[Signature]
6	29/01/2022	Pengecekan bab 4 dan 5	[Signature]
7	30/01/2022	Revisi bab 4	[Signature]
8	28/10/2021	ACC bab 1-5	[Signature]



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jl. Tanah Merdeka No. 6, Kp. Rambutan, Pk. Bida, Jakarta Timur
Telp. (021) 87782739, Fax. (021) 8400941

Membimbing I: Harry Ramza, ST., MT., Ph.D. NIDN. 03.03077006
Mahasiswa: Pujuh Kujatnirio NIM. 1803025050



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jl. Tanah Merdeka No. 6, Kp. Rambutan, Pk. Bida, Jakarta Timur
Telp. (021) 87782739, Fax. (021) 8400941

Lembar Bimbingan Skripsi

Nama: Pujuh Kujatnirio
NIM: 1803025050
Judul: Studi Kinerja Jaringan FETH di kawasan Bogor
Pembimbing II: Kun Pangkun, ST., MT.

No	Tanggal	Keterangan	Pada
1	28/01/2022	Penyerahan Bab 1-3	[Signature]
2	04/01/2022	Revisi bab 3	[Signature]
3	24/01/2022	Penyerahan bab 3 yang sudah di revisi	[Signature]
4	15/01/2022	Penyerahan Bab 4	[Signature]
5	23/01/2022	diskusi tentang bab 4	[Signature]
6	30/01/2022	Penyerahan bab 5	[Signature]
7	11/01/2022	Penyerahan bab 1-5	[Signature]
8	20/01/2022	ACC bab 1-5	[Signature]



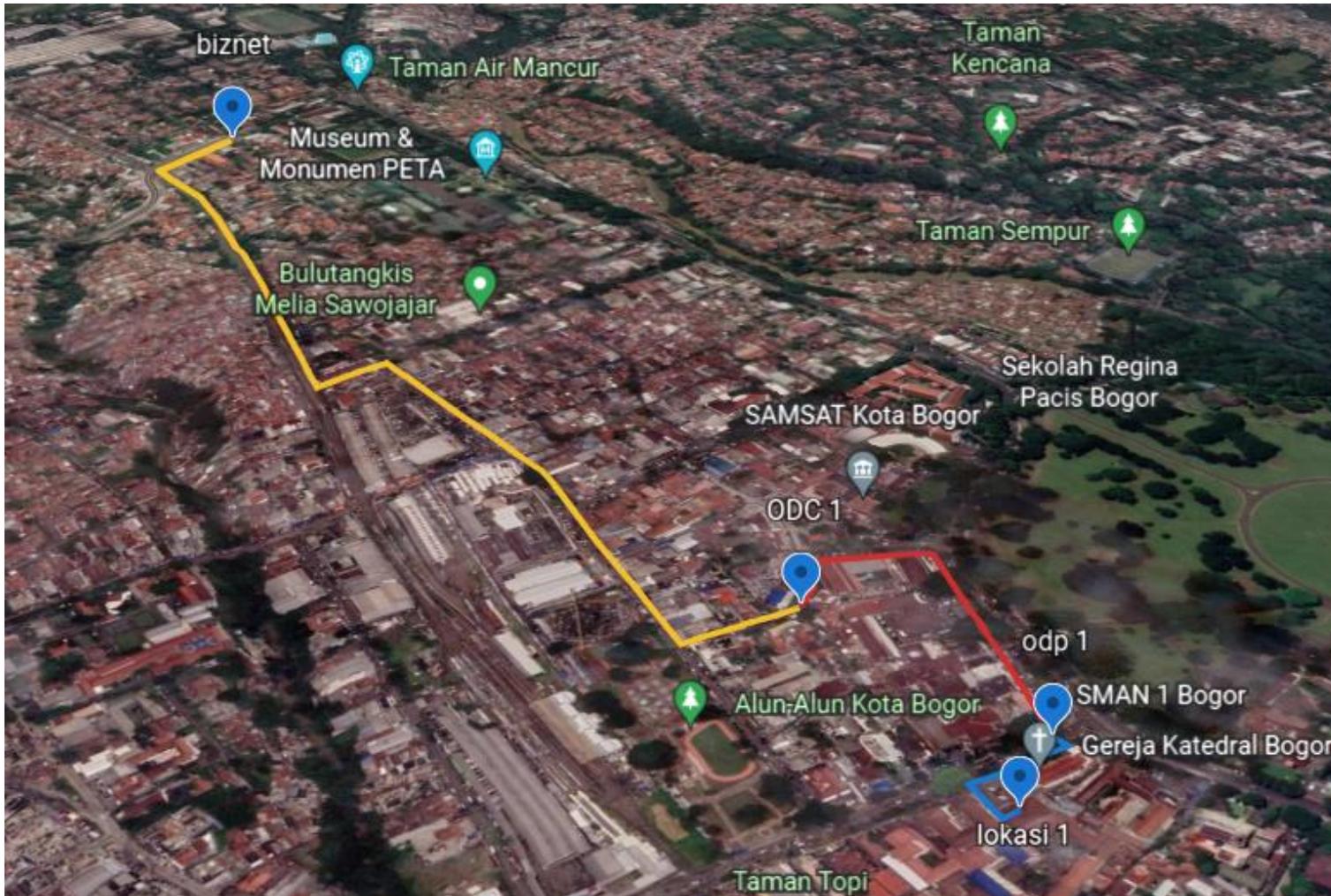
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jl. Tanah Merdeka No. 6, Kp. Rambutan, Pk. Bida, Jakarta Timur
Telp. (021) 87782739, Fax. (021) 8400941

Membimbing II: Kun Pangkun, ST., MT. NIDN. 0305125701
Mahasiswa: Pujuh Kujatnirio NIM. 1803025050

Lampiran C : Dokumentasi



Lampiran D : Denah Lokasi Jl. Dramaga



Lampiran E : Denah Lokasi JL. Layungsari III



Lampiran F : Surat Pernyataan Kelayakan Penguji 1

 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA	Surat Pernyataan Kelayakan Sidang Sarjana	Kode Arsip :
		04/Prodi-EI/Akad/2010
		Program Studi Teknik Elektro

Jakarta, 10 Oktober 2022..

Bismillahirrahmanirrahim,

Dengan ini, saya sebagai pembimbing I / II menyatakan bahwa,

N a m a : Puguh Kujatmiko
N I M : 1803025050
Alamat : Jl. Swadaya 2 RT 04/06 Kel.Jatijajar Kec.Tapos Depok

Judul Tugas Akhir : ANALISA REDAMAN PADA FIBER TO THE HOME (FTTH)
BERTEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON)

bahwa nama yang tertera diatas dinyatakan ~~Layak / Tidak Layak~~ *) untuk mengikuti sidang sarjana (S-1) pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.

Segala kekurangan dan kelebihan selama melakukan pengawasan dalam melakukan penelitian dan penulisan menjadi tanggung jawab saya sebagai pembimbing I / II. Terima kasih atas perhatian dan kerjasama.

Mengetahui
Ketua Program Studi
Teknik Elektro – FT UHAMKA


(Ir. Harry Ramza, MT, PhD)

Jakarta , 10 Oktober 2022
Pembimbing I / ~~II~~


(Ir. Harry Ramza, MT, PhD)

Cc :

1. Yang bersangkutan.
2. Arsip.

Lampiran G : Surat Pernyataan Kelayakan Penguji 2

 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA	Surat Pernyataan Kelayakan Sidang Sarjana	Kode Arsip :
		04/Prodi-EI/Akad/2010 Program Studi Teknik Elektro

Jakarta, 11 Oktober , 2022

Bismillahirrahmanirrahim,

Dengan ini, saya sebagai pembimbing  / II menyatakan bahwa,

N a m a : Puguh Kujatmiko
N I M : 1803025050
Alamat : Jl. Swadaya 2 RT 04/06 Kel.Jatijajar Kec.Tapos Depok

Judul Tugas Akhir : ANALISA REDAMAN PADA FIBER TO THE HOME (FTTH)
BERTEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON)

bahwa nama yang tertera diatas dinyatakan **Layak / Tidak Layak** *) untuk mengikuti sidang sarjana (S-1) pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka.

Segala kekurangan dan kelebihan selama melakukan pengawasan dalam melakukan penelitian dan penulisan menjadi tanggung jawab saya sebagai pembimbing  / II.
Terima kasih atas perhatian dan kerjasama.

Mengetahui
Ketua Program Studi
Teknik Elektro – FT UHAMKA



(Ir. Harry Ramza, MT, PhD)

Jakarta , 11 Oktober 2022
Pembimbing  / II



(Kun Fayakun, ST., MT.)

Cc :

1. Yang bersangkutan.
2. Arsip.

Lampiran H : Lembar Revisi Penguji 1

LEMBAR REVISI SIDANG SKRIPSI TEKNIK ELEKTRO ONLINE (PENGUJI-1)
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA UHAMKA

Nama
 MahasiswaNIM
 Hari Tanggal Sidang
 Nama Pembimbing
 SkripsiJudul Skripsi

: Puguh Kujatmiko
 : 1803025050
 : Kamis, 10 November 2022
 : Harry Ramza, ST., MT., Ph.D., MIPM
 : STUDI KINERJA JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) PADA KAWASAN AIR MANCUR BOGOR

Catatan

1	Diperbaiki istilah redaman sampai diterima ataupun daya dipenerima, berikut besaran
2	Kesimpulan diperbaiki
3	
4	
5	
6	

VALIDASI REVISI	NAMA DOSEN	TANGGAL REVISI	PARAF
Ketua Sidang	Dr. Dwi Astuti Cahyasiwi, S.T., M.T.	14 - 11 - 2022	
Pembimbing-1	Harry Ramza, ST., MT., Ph.D., MIPM	16-11-2022	
Pembimbing-2	Kun Fayakun S.T., M.T.	16-11-2022	
Penguji-1	Dr. Dwi Astuti Cahyasiwi, S.T., M.T.	14 - 11 - 2022	
Penguji-2	M. Mujirudin, ST., MT	16-11-2022	

Selanjutnya, yang bersangkutan harus segera menyelesaikan permasalahan sehubungan dengan skripsi ini, selambat-lambatnya 7 (tujuh) hari setelah tanggal pelaksanaan sidang.

- ü Apabila revisi telah selesai dan mendapatkan approval (penguji, pembimbing, Kaprodi dan Dekan), maka tulisan (Skripsi, Jurnal) dan Program dikumpulkan dalam bentuk CD diberi label sebanyak 3 buah (lengkap) dan hardcover (Fakultas/Perpustakaan, Pembimbing dan Program Studi)
 - ü Berkas disusun sesuai petunjuk dan tanda tangan setiap berkas Asli, untuk softcopy dilampirkan hasil pemindaian / scanning.
 - ü Batas Akhir Revisi Sabtu, 19 November 2022
 - ü Batas Akhir Pengumpulan Berkas dan CD (Skripsi, Jurnal) Sabtu, 19 November 2022
- Wassalamu'alaikum wa Rohmatullahi wa Barokaatuh,*

Harry Ramza, S.T., M.T., Ph.D.
 Ketua Program Studi Teknik Elektro

Catatan: Daftar revisi ini diserahkan kepada mahasiswa untuk acuan revisi bagi Dosen Pembimbing

Lampiran I : Lembar Revisi Penguji 2

LEMBAR REVISI SIDANG SKRIPSI TEKNIK ELEKTRO ONLINE (PENGUJI-2)
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA UHAMKA

Nama	: Puguh Kujatmiko
MahasiswaNIM	: 1803025050
Hari Tanggal Sidang	: Kamis, 10 November 2022
Nama Pembimbing	: Harry Ramza, ST., MT., Ph.D., MIPM
Skripsi/Judul Skripsi	: STUDI KINERJA JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) PADA KAWASAN AIR MANCUR BOGOR

Catatan

1	
2	
3	
4	
5	
6	

VALIDASI REVISI	NAMA DOSEN	TANGGAL REVISI	PARAF
Ketua Sidang	Dr. Dwi Astuti Cahyasiwi, S.T., M.T.	14 - 11 - 2022	
Pembimbing-1	Harry Ramza, ST., MT., Ph.D., MIPM	16-11-2022	
Pembimbing-2	Kun Fayakun S.T., M.T.	16-11-2022	
Penguji-1	Dr. Dwi Astuti Cahyasiwi, S.T., M.T.	14 - 11 - 2022	
Penguji-2	M. Mujirudin, ST., MT	16-11-2022	

Selanjutnya, yang bersangkutan harus segera menyelesaikan permasalahan sehubungan dengan skripsi ini, selambat-lambatnya 7 (tujuh) hari setelah tanggal pelaksanaan sidang.

- ü Apabila revisi telah selesai dan mendapatkan approval (penguji, pembimbing, Kaprodi dan Dekan), maka tulisan (Skripsi, Jurnal) dan Program dikumpulkan dalam bentuk CD diberi label sebanyak 3 buah (lengkap) dan hardcover (Fakultas/Perpustakaan, Pembimbing dan Program Studi)
 - ü Berkas disusun sesuai petunjuk dan tanda tangan setiap berkas Asli, untuk softcopy dilampirkan hasil pemindaian / scanning.
 - ü Batas Akhir Revisi Sabtu, 19 November 2022
 - ü Batas Akhir Pengumpulan Berkas dan CD (Skripsi, Jurnal) Sabtu, 19 November 2022
- Wassalamu'alaikum wa Rohmatullahi wa Barokaatuh,*

Harry Ramza, S.T., M.T., Ph.D.
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Catatan: Daftar revisi ini diserahkan kepada mahasiswa untuk acuan revisi bagi Dosen Pembimbing