

SKRIPSI

PERANCANGAN DAN ANALISIS JARINGAN FTTB DENGAN METODE GPON BERBASIS *SOFTWARE OPTISYSTEM* PADA GEDUNG FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN

Disusun dan diajukan oleh:

MUHAMMAD FAATHIR HAQ
D041 18 1345



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**PERANCANGAN DAN ANALISIS JARINGAN FTTB DENGAN METODE
GPON BERBASIS *SOFTWARE OPTISYSTEM* PADA GEDUNG
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Disusun dan diajukan oleh:

MUHAMMAD FAATHIR HAQ

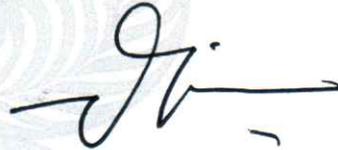
D041 18 1345

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada Tanggal 08 Maret 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Eng. Wardi, S.T, M.Eng.
NIP. 19720828 199903 1 003

Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T.
NIP. 19691026 199412 2 001

Ketua Departemen Teknik Elektro,




Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T.
NIP. 19691026 199412 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Muhammad Faathir Haq
NIM : D041181345
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

PERANCANGAN DAN ANALISIS JARINGAN FTTB DENGAN METODE GPON BERBASIS *SOFTWARE OPTISYSTEM* PADA GEDUNG FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN

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

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

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

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

Gowa, 13 Maret 2023

Yang menyatakan



Muhammad Faathir Haq

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SubhanahubWa Ta' ala, atas berkah rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini yang berjudul “Perancangan dan Analisis Jaringan FTTB dengan Metode GPON Berbasis *Software Optisystem* pada Gedung Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin”. Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat kelulusan pada Pendidikan Strata Satu (S1) di Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Terselesaikannya skripsi ini tak lepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan segala macam bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung demi penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta' ala, berkat rahmat, karunia, dan hidayahnya lah yang memudahkan dan memberikan arah dalam kelancaran segala urusan dalam hal ini skripsi bagi penulis.
2. Keluarga serta orang tua tercinta Ibu Warnila, Bapak Nasyanto, Pomma, Poppa, Petta, dan Abdul Hanan yang tiada hentinya memberikan doa, dukungan, serta kasih sayang dalam segala bentuk, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Dosen pembimbing Bapak Dr. Eng. Wardi, S.T, M.Eng. selaku dosen pembimbing I dan ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T. selaku dosen bimbingan II yang membantu dalam mengarahkan serta membantu dalam menjawab permasalahan mengenai penelitian kali ini.
4. Dosen penguji Dr. Eng. Ir. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng. selaku dosen penguji I dan ibu Andini Dani Achmad, S.T., M.T. selaku dosen penguji II yang memberikan saran dan kritik yang membangun demi menghasilkan skripsi yang baik dan benar.

5. Bapak/ibu Dosen dan seluruh Staff Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah banyak memberikan ilmu dan waktu selama kuliah serta membantu dalam kelancaran proses penyusunan skripsi ini.
6. Kak Janu selaku pembimbing eksternal penulis yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan informasi terkait skripsi ini.
7. Nurwahyuni Hamzah yang selalu memberikan dukungan, bantuan, menjadi wadah berkeluh kesah terbaik bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman member Lab Antena dan Propagasi Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah bersedia membantu dalam penulisan skripsi ini.
9. Rifki Kurniawan yang membantu dalam penyusunan dan memberikan saran-saran untuk skripsi ini.
10. Teman-teman Kuliah Kerja Sopko yang turut membantu dan memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman-teman CALI18RATOR yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang selalu berbagi kebahagiaan dan waktu selama penulis kuliah hingga menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi bahan masukan dalam dunia pendidikan.

Gowa, 08 Maret 2023

Penulis

ABSTRAK

MUHAMMAD FAATHIR HAQ. *Perancangan dan Analisis Jaringan FTTB dengan Metode GPON Berbasis Software Optisystem Pada Gedung Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (dibimbing oleh Wardi dan Dewiani).*

Pada penelitian kali ini perancangan jaringan FTTB berbasis *Software Optisystem* dan *Google Earth Pro* berteknologi GPON pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dengan 11 jumlah bangunan. Ada beberapa parameter yang dijadikan sebagai tolak ukur dalam penelitian ini yaitu *Power Link Budget*, *Bit Error Rate*, dan *Rise time Budget*. Dari hasil analisis secara *software* dan manual didapatkan nilai *power link budget* berkisar -17 dBm hingga -18dBm dibawah batas maksimal sensitivitas daya terima (Rx) yaitu -28 dBm. Untuk nilai *Bit error rate* didapatkan nilai berkisar 10^{-50} hingga 10^{-22} dibawah batas maksimal untuk kelayakan jaringan 10^{-9} . Adapun nilai *Rise timebudget* yang diperoleh untuk keadaan *downstream* berkisar 0.27 hingga 0.2808 dibawah batas maksimal 0.2813 ns, sedangkan untuk *upstream* didapatkan nilai berkisar 0.25 hingga 0.51 dibawah batas maksimal 0.562 ns. Perolehan hasil perhitungan melalui *software* dan manual dapat disimpulkan performansi terhadap perancangan jaringan dapat dikatakan layak, baik, dan memenuhi standar ITU-T G.984.

Keyword: *Power link budget, bit error rate, rise time budget, FTTB*

ABSTRACT

MUHAMMAD FAATHIR HAQ. *Design and Analysis of the FTTB Network with the GPON Method Based on Optisystem Software in the Faculty of Engineering, Hasanuddin University building (supervised by Wardi and Dewiani).*

In this study, the design of the FTTB network based on Optisystem Software and Google Earth Pro with GPON technology at the Faculty of Engineering, Hasanuddin University with 11 buildings. There are several parameters that are used as a measure in this study, namely Power Link Budget, Bit Error Rate, and Rise time Budget. From the results of software and manual analysis, the value of the power link budget ranged from -17 dBm to -18dBm above the max line of acceptability sensitivity (Rx) is -28 dBm. For the value Bit error rate, values ranging from 10^{-50} to 10^{-22} below the maximum limit for network eligibility are 10^{-9} . The Rise time budget value obtained for downstream conditions ranges from 0.27 to 0.2808 below the maximum limit of 0.2813 ns, while for upstream, values range from 0.25 to 0.51 below the maximum limit of 0.562 ns. The acquisition of calculation results through software and manuals can be concluded that the performance of the network design can be said to be feasible, good, and meets the standards of ITU-T G.984.

Keyword: *Power link budget, bit error rate, rise time budget, FTTB*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Masalah.....	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Fiber Optik	6
2.1.1 Arsitektur Jaringan Fiber Optik	6
2.2 Fiber To The X (FTTX)	7
2.3 Fiber To The Building (FTTB)	7
2.4 Gigabit Passive Optical Network (GPON)	8
2.4.1 Prinsip Kerja GPON.....	10
2.4.2 Arsitektur GPON.....	10
2.4.3 Komponen GPON	11
2.5 Optical Line Terminal (OLT).....	12
2.6 Optical Distribution Network (ODN)	12
2.7 Optical Network Termination/Unit (ONT/ONU)	13
2.8 Power Link Budget	13
2.9 Bit Error Rate (BER).....	15
2.10 Rise Time Budget.....	15
2.11 <i>Optisystem</i>	16
2.12 Google Maps	16
2.13 Atenuasi	16
2.14 Bending Loss.....	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu Penelitian	17
3.2 Tempat Penelitian.....	17
3.3 Bahan dan Alat	18
3.4 Pengumpulan Data	19
3.5 Perancangan dan Simulasi pada <i>software</i>	19
3.6 Analisa Data	19
3.7 Alur Penelitian	20
3.8 Diagram Sistem.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Lokasi Perancangan	23

4.2 Lokasi Letak Komponen Penyusun FTTB.....	23
4.2.1 Letak OLT dan ODC.....	23
4.2.2 Letak ODP.....	24
4.2.3 Sebaran Kabel dari ODC GW ke tiap titik ODP.....	26
4.3 Perancangan Jaringan Distribusi FTTH Menggunakan Aplikasi <i>Optisystem</i> ..	28
4.3.1 Perancangan Pada Bagian OLT (<i>Optical Line Terminal</i>).....	29
4.3.2 Perancangan Pada Sisi ODC (<i>Optical Distribution Cabinet</i>).....	29
4.3.3 Perancangan Pada Sisi ODC (<i>Optical Distribution Cabinet</i>).....	30
4.3.4 Perancangan Pada Sisi ONT (<i>Optical Network Terminal</i>).....	30
4.4 Kelayakan Rancangan Distribusi FTTB	34
4.4.1 Analisis Perhitungan Kualitas <i>Power Link Budget</i> dan Daya Sinyal.....	34
4.4.1.1 Analisis secara <i>software</i> simulasi <i>optisystem</i>	34
4.4.1.2 Analisis Perhitungan Manual	36
4.4.1.2.1 Distribusi baru terhadap ODP terdekat pada titik ODP COT	36
4.4.1.2.2 Distribusi baru terhadap ODP terjauh pada titik ODP Perkapalan B.....	37
4.4.1.2.3 Distribusi existing terhadap ONT terjauh pada titik ONT Perkapalan B38	
4.4.2 Analisis Bit Error Rate (BER) dan Tampilan Eye diagram	41
4.4.2.1 Analisis secara <i>Software Optisystem</i>	41
4.4.2.2 Analisis Perhitungan manual	42
4.4.2.2.1 Distribusi baru terhadap ODP terdekat	42
4.4.2.2.2 Distribusi baru terhadap ODP terjauh	44
4.4.2.2.3 Distribusi <i>existing</i> terhadap ODP terjauh.....	46
4.4.3 Analisis Rise Time Budget (RTB)	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Spesifikasi GPON	9
Tabel 2 Konfigurasi GPON.....	11
Tabel 3 Loss Splitter	13
Tabel 4 Letak koordinat komponen FTTB	25
Tabel 5 Jarak ODC ke ODP baru	26
Tabel 6 Jarak ODC ke ODP existing	27
Tabel 7 Tinggi bangunan	27
Tabel 8 Kualitas daya sinyal untuk keadaan <i>Downstream</i>	34
Tabel 9 Kualitas Power link budget untuk keadaan <i>Downstream</i>	35
Tabel 10 Kualitas daya untuk keadaan <i>Upstream</i>	35
Tabel 11 Kualitas Power link budget untuk keadaan <i>Upstream</i>	36
Tabel 12 Hasil Analisis secara <i>software</i> dan manual terhadap daya sinyal dan power link budget.....	39
Tabel 13 %Error Power link budget antara perhitungan <i>software</i> dan manual	40
Tabel 14 Analisis dan %error secara <i>software</i> dan manual daya sinyal	49
Tabel 15 Analisis secara <i>software</i> dan manual Bit error rate.....	50
Tabel 16 Analisis cara <i>software</i> dan manual nilai Rise time budget	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Titik Konversi Optik FTTx	7
Gambar 2 Arsitektur Teknologi FTTB	8
Gambar 3 Arsitektur GPON	10
Gambar 4 Optical Line Terminal (OLT).....	12
Gambar 5 Optical Distribution Network (ODN)	12
Gambar 6 Optical Network Termination (ONT)	13
Gambar 7 Diagram Penelitian Tugas Akhir.....	20
Gambar 8 Diagram sistem.....	21
Gambar 9 <i>Google earth</i>	21
Gambar 10 Layout <i>optisystem</i>	22
Gambar 11 Layout desain jaringan fiber optik pada <i>optisystem</i>	22
Gambar 12 Area <i>polygon</i> penelitian	23
Gambar 13 Lokasi OLT dan ODC	24
Gambar 14 Lokasi ODP baru	24
Gambar 15 Lokasi ODP <i>existing</i>	25
Gambar 16 Distribusi kabel baru	26
Gambar 17 Distribusi kabel <i>existing</i>	26
Gambar 18 Perancangan pada sisi OLT untuk <i>downstream</i> ataupun <i>upstream</i>	29
Gambar 19 Perancangan pada sisi ODC untuk <i>downstream</i> ataupun <i>upstream</i>	29
Gambar 20 Perancangan pada sisi ODP untuk <i>downstream</i> ataupun <i>upstream</i>	30
Gambar 21 Perancangan pada sisi ONT untuk <i>downstream</i> ataupun <i>upstream</i>	30
Gambar 22 Perancangan jaringan FTTB untuk keadaan <i>downstream</i>	32
Gambar 23 Perancangan jaringan FTTB untuk keadaan <i>upstream</i>	33
Gambar 24 Nilai daya sinyal dan <i>power link budget downstream</i> distribusi baru terhadap titik ODP terdekat pin ODP COT.....	34
Gambar 25 Nilai daya sinyal dan <i>power link budget downstream</i> distribusi baru terhadap titik ODP terjauh pin ODP Perkapalan B	34
Gambar 26 Nilai daya sinyal dan <i>power link budget downstream</i> distribusi <i>existing</i> terhadap titik ONT te jauh pin ONT Perkapalan B	34
Gambar 27 Nilai daya sinyal dan <i>power link budget upstream</i> distribusi baru terhadap titik ODP terdekat pin ODP COT.....	35
Gambar 28 Nilai daya sinyal dan <i>power link budget upstream</i> distribusi baru terhadap titik ODP terjauh pin ODP Perkapalan B	35
Gambar 29 Nilai daya sinyal dan <i>power link budget upstream</i> distribusi <i>existing</i> terhadap titik ONT terjauh pin ONT Perkapalan B	35
Gambar 30 Tampilan nilai <i>bit error rate</i> untuk <i>downstream</i>	41
Gambar 31 Tampilan nilai <i>bit error rate</i> untuk <i>upstream</i>	41
Gambar 32 Tampilan <i>eye diagram</i> untuk <i>downstream</i>	51
Gambar 33 Tampilan <i>eye diagram</i> untuk <i>upstream</i>	51

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, kebutuhan akan jaringan komunikasi berkapasitas tinggi sangatlah penting. Hal tersebut guna memenuhi kebutuhan masyarakat akan layanan informasi dengan kecepatan transfer data. Mewabahnya pandemic Covid-19 di beberapa negara, termasuk Indonesia, mendorong pemerintah untuk menerapkan langkah social distancing. Akibatnya, masyarakat harus melakukan berbagai aktivitasnya dari rumah, bekerja dari rumah dan belajar dari rumah. Seperti berbagai aplikasi konferensi video seperti; Zoom Meetings, Skype, Google Hangouts, Microsoft Teams, Cisco Webex, WhatsApp, Facetime, dan lainnya telah mengalami peningkatan pengguna. Salah satu penyedia layanan video conferencing ini menyatakan, bahwa pengguna mereka meningkat sampai 70% dibandingkan sebelum pandemik covid-19. Meskipun saat ini sudah memasuki era new normal penggunaan video conferencing ini dalam pekerjaan tetap mengalami peningkatan, karena sudah menjadi kebiasaan baru di era new normal (Hidayat & rahmat, 2020).

Kebutuhan layanan ini dapat terpenuhi dengan menggunakan teknologi jaringan optik. Perkembangan teknologi optik dengan bandwidth lebar, biaya rendah, dan daya rendah telah memicu minat operator telekomunikasi agar menggunakan teknologi optik untuk pengembangan jaringan telekomunikasi, khususnya demi mendukung komunikasi layanan pita lebar. Salah satu teknologi jaringan optik yang menjanjikan dan mampu mendukung layanan broadband saat ini adalah teknologi Passive Optical Network (PON). Teknologi Passive Optical Network (PON) adalah jaringan optik point-to-multipoint (PTMP) yang digunakan dalam jaringan FTTx yang menggunakan pembagi pasif dalam fasilitas off-site (OSP). Menggunakan teknologi PON sebagai jaringan akses optik menghasilkan banyak keuntungan seperti biaya pemasangan dan perawatan yang rendah, pengurangan penggunaan kabel optik, cakupan area luas dan dukungan aplikasi layanan broadband dua standar ialah GEPON dan GPON. Kecepatan transmisi teknologi GPON upstream 1.244 Gbit/s

dan downstream 2.488 Gbit/s pada area layanan 37 km (Damayanti & Putri, 2016). Dari penjelasan kedua teknologi PON tersebut, penulis memilih salah satu yang lebih baik dari yang lainnya yaitu teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON).

Serat optik adalah salah satu media transmisi yang dapat menyalurkan informasi dengan kapasitas besar dengan keandalan yang tinggi. Teknologi penggunaan kabel serat optik sebagai media transmisi dalam sistem telekomunikasi kemudian disebut JARLOKAF (Jaringan Lokal Akses Fiber). JARLOKAF menawarkan kecepatan transfer data lebih cepat dari jaringan kabel tembaga dan dapat menjangkau jarak yang ekstrem (Dermawan, Santoso, & Prakoso, 2016) . Fiber To The Building (FTTB) adalah arsitektur jaringan kabel fiber optik yang di distribusikan ke suatu bangunan gedung. Perkembangan FTTB sendiri tidak terlepas dari kemajuan perkembangan teknologi serat optik yang dapat menggantikan penggunaan kabel konvensional (tembaga) dan juga didorong oleh keinginan untuk mendapatkan peningkatan layanan yang dikenal dengan istilah Triple Play Services yaitu layanan akan akses internet yang cepat, suara (voip) dan video dalam satu infrastruktur pada unit pelanggan. Saat ini jaringan ke bangunan didominasi oleh jaringan kabel tetap (fixed wireline) yang menggunakan tembaga dan memiliki beberapa kekurangan karena dianggap tidak dapat memberikan bandwidth yang tinggi dibandingkan dengan kabel fiber optik yang bisa dipergunakan untuk kecepatan yang tinggi, hingga mencapai beberapa gigabit/detik. PT Siscom Technologies sebagai perusahaan infokom di Indonesia melayani penggelaran fiber optik untuk kebutuhan tripleplay (Dina & Rendy Munadi, 2013).

Gedung pada fakultas teknik Universitas Hasanuddin berjumlah 9 bangunan yang terdiri atas 13 departemen yang sebagian bangunan terdiri dari 2 jurusan didalamnya, gedung Central of Technology (COT), gedung classroom, dan gedung CSA. Setiap bangunan memerlukan akses internet dan juga banyak peralatan elektronik yang membutuhkan jaringan fiber optik seperti IP TV dan CCTV. Khususnya pada bangunan di fakultas teknik ini ada 2 jenis topologi yang digunakan yaitu topologi ring menghubungkan antar bangunan pada fakultas teknik menggunakan kabel serat optik dan topologi bus dan juga ring di dalam

bangunan-bangunannya. Topologi tersebut merupakan sistem yang sudah terbangun di fakultas teknik namun memiliki kekurangan seperti tidak cocok untuk lalu lintas jaringan yang padat mengakibatkan koneksi yang lambat namun masih dikatakan dalam kondisi koneksi stabil sehingga penulis ingin mencoba jenis topologi lain yang memiliki keunggulannya tersendiri yaitu topologi star. Topologi ini tahan terhadap lalu lintas yang tinggi dan cukup aman namun sangat bergantung kepada fungsionalitas hub pusat (Rofii, Huanaini, & Sholawati, 2018).

Dalam penelitian ini, penulis merancang jaringan FTTB berteknologi GPON di bangunan fakultas teknik Universitas Hasanuddin. Penelitian ini menganalisis parameter pengaruh perancangan jaringan FTTB dengan menggunakan *software Optisystem*. Berdasarkan parameter yang diamati akan muncul bentuk perancangan bagi lokasi yang diteliti yang nantinya akan digunakan untuk pengembangan jaringan FTTB pada bangunan tersebut. Maka dari itu penulis mengangkat judul penelitian yaitu **PERANCANGAN DAN ANALISIS JARINGAN FTTB DENGAN METODE GPON BERBASIS *SOTFWARE OPTISYSTEM* PADA GEDUNG FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN.**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara melakukan perancangan jaringan *Fiber To The Building* (FTTB) pada gedung Fakultas Teknik UNHAS?
2. Bagaimana cara penerapan teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) pada perancangan jaringan FTTB?
3. Bagaimana menganalisa rise time budget, power link budget, dan Bit Error Rate (BER) pada perancangan jaringan FTTB dengan metode GPON?
4. Bagaimana cara mengetahui kualitas dari perancangan jaringan FTTB dengan metode GPON?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Mampu merancang sistem jaringan FTTB pada fakultas teknik Universitas Hasanuddin yang dijadikan objek penelitian
2. Mampu mensimulasikan rancangan dari sistem jaringan FTTB pada fakultas teknik Universitas Hasanuddin
3. Mampu memperoleh parameter terhadap rancangan jaringan FTTB pada *software optisystem* di fakultas teknik Universitas Hasanuddin
4. Untuk mengetahui analisis kelayakan parameter rancangan distribusi FTTB

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat yaitu sebagai berikut :

1. Memberikan sumbangan pemikiran khususnya dibidang perancangan jaringan FTTB.
2. Dapat membandingkan hasil rancangan sistem yang sudah ada sehingga akan menghasilkan luaran yang lebih efisien.
3. Memberikan referensi bacaan dan gambaran kajian ilmu kepada peneliti selanjutnya di bidang perancangan jaringan FTTB.
4. Memberikan sumbangan ilmiah melalui metode penelitian yang digunakan
5. Bagi penulis dapat memberi penambahan wawasan terkait konsep dasar perancangan jaringan FTTB dari sentral pelanggan dan standar kelayakan rancangan.

1.5 Ruang Lingkup

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, perancangan yang dibuat dibatasi pada beberapa hal:

1. Perancangan difokuskan kepada perancangan fiber optik jalur bawah tanah
2. Analisis kelayakan rancangan jaringan FTTB terfokus terhadap nilai power link budget, Bit Error Rate (BER), dan rise time budget
3. Simulasi dilakukan menggunakan aplikasi *optisystem*

1.6 Sistematika Penulisan

Agar pembahasan yang dibuat tersusun sistematis, maka pada tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab, dimana isis masing-masing bab tersebut diuraikan secara singkat sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari beberapa sub bab yang menjelaskan tentang latar belakang pembuatan sistem monitoring keamanan berbasis website, tujuan, serta manfaat penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori-teori yang relevan untuk pembuatan sistem monitoring keamanan berbasis website.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan secara spesifik mengenai metode penelitian yang dilakukan dalam perancangan dan pengimplementasian sistem monitoring keamanan yang dibuat.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil dan pembahasan dari penelitian yang dilakukan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil dan pembahasan yang diperoleh selama pembuatan tugas akhir serta saran yang diperlukan untuk pengembangan lebih lanjut di masa yang akan datang.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Fiber Optik

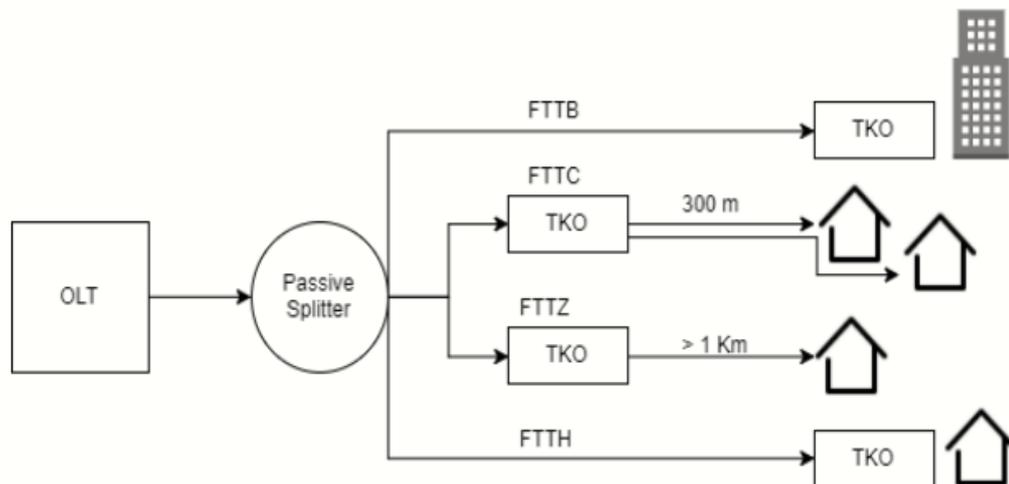
Fiber Optik merupakan suatu jenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang halus dan berguna sebagai media transmisi dikarenakan mampu melakukan proses transmisi sinyal cahaya dari suatu titik lokasi ke titik lainnya dengan kecepatan yang tinggi. Fiber Optik adalah media transmisi, karena dapat mentransmisikan sinyal cahaya dari satu lokasi ke lokasi lainnya dengan kecepatan tinggi dan kapasitas data yang besar. Ukuran fiber optik ini sangat kecil dan halus (diameternya hanya 120 mikrometer), bahkan lebih kecil dari helai rambut manusia. Komponen jaringan ini memiliki kecepatan transmisi yang tinggi dengan menggunakan pembiasan cahaya sebagai prinsip kerjanya. Sumber cahaya yang digunakan untuk proses transmisi adalah laser atau LED. Fiber optik atau serat optik menjadi salah satu komponen yang cukup populer dalam dunia telekomunikasi belakangan ini. Pasalnya, kabel jaringan tersebut memiliki kecepatan akses yang tinggi sehingga banyak digunakan sebagai saluran komunikasi (Mukhlisin & Nur, 2021).

2.1.1 Arsitektur jaringan fiber optik

Arsitektur jaringan fiber optic ada 4 yaitu Fiber To The Zone, Fiber To The Curb, Fiber To The Building, dan Fiber To The Home diperuntukan sesuai dengan kebutuhan, untuk layanan indihome menggunakan arsitektur jaringan FTTH, yang merupakan suatu format penghantaran isyarat optik dari pusat penyedia (provider) ke kawasan pengguna dengan menggunakan serat optik sebagai media penghantar. Konsep jaringan FTTH (fiber to the home). menggunakan konsep point-to-multipoint yang berarti jaringan dimulai dari satu titik kemudian menyebar ke titik lainnya (Suryawan, P.K.Sudiarta, & G.Sukadarmika, 2019).

2.2 Fiber To The X (FTTx)

Fiber to The X (FTTx) adalah istilah umum untuk arsitektur jaringan dasar yang bergantung pada. Istilah umum tersebut berasal dari generalisasi beberapa konfigurasi penyebaran fiber (FTTZ, FTTC, FTTB, FTTH), semua dimulai dengan FTT tapi dibedakan oleh huruf terakhir, yang digantikan oleh x pada generalisasi tersebut. Sistem FTTX paling sedikit memiliki dua buah perangkat optoelektronik yaitu satu perangkat opto-elektronik di sisi sentral dan satu perangkat di sisi pelanggan selanjutnya disebut Titik Konversi Optik (TKO) (Sembiring, damayanti, & uripno, 2018).

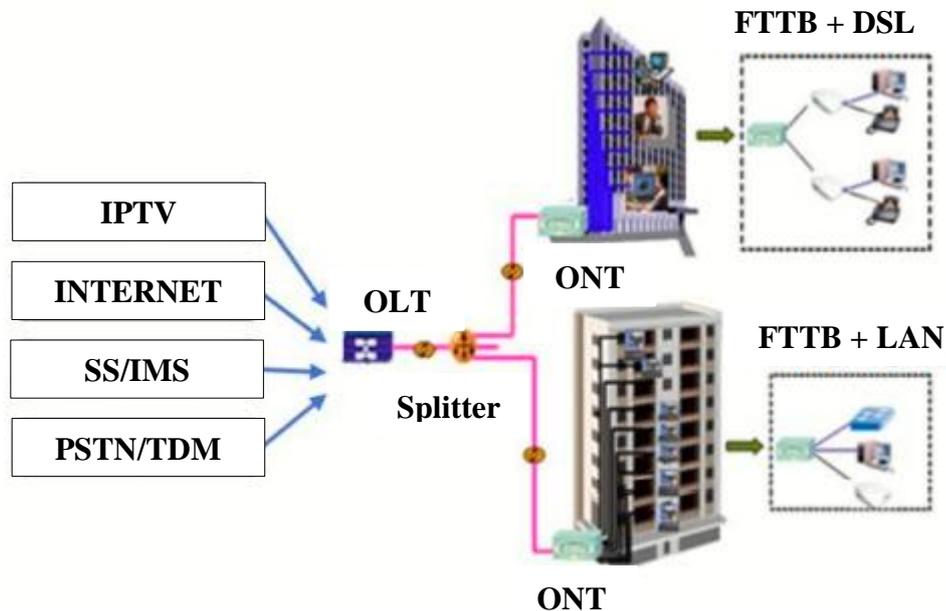


Gambar 1 Titik Konversi Optik FTTx

2.3 Fiber To The Building (FTTB)

FTTB atau juga dikenal sebagai teknologi fiber to the basement atau fiber to the building adalah istilah umum bagi arsitektur jaringan dasar koneksi data yang ditempatkan di gedung bertingkat demi menyediakan bandwidth yang memenuhi kebutuhan pelanggan. Arsitektur jaringan ini menggunakan kabel serat optik sebagai media transmisi data jaringan akses serat optik. Selain dari FTTB, teknologi lainnya dikenal dengan sebutan FTTH (fiber to the home) yang dirancang pada perumahan berbasis digital atau serat optik dan juga FTTC (fiber to the curb) dimana serat optik yang digunakan sebagai media transmisi dipasangkan pada tiang tinggi. Perancangan FTTB ini diharapkan mampu memenuhi kebutuhan pelanggan dengan menghemat sumber daya dan juga faktor

kemudahan dalam pemasangan atau instalasi jaringan (Anggita, Rahman, Akbar, Laagu, & Apriono, 2020).



Gambar 2 Arsitektur Teknologi FTTB

Gambar diatas memperlihatkan arsitektur dari teknologi FTTB yang biasa digunakan. Terdapat dua jenis teknologi FTTB, yaitu FTTB yang dipasangkan dengan LAN dan FTTB yang dipasangkan dengan DSL (Digital Subscriber Line). Arsitektur jaringan FTTB+DSL biasanya digunakan untuk perkantoran yang hanya memerlukan jaringan untuk aplikasi suara maupun fax sehingga tidak memperhitungkan pembagian kapasitas untuk penggunaan aplikasi data internet. Sedangkan untuk FTTB+LAN biasa digunakan pada perkantoran yang membutuhkan jaringan untuk aplikasi multimedia. Dapat dilihat dari gambar tersebut bahwa alur kerja dari arsitektur ini bermula dari OLT (Optical Line Termination) untuk pengubahan sinyal listrik menjadi sinyal optik, sedangkan untuk pembagian jaringan ke arah pengguna menggunakan ONT (Optical Network Terminal) (Anggita, Rahman, Akbar, Laagu, & Apriono, 2020).

2.4 Gigabit Passive Optical Network (GPON)

GPON merupakan salah satu teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T via G.984 dan hingga kini bersaing dengan GEPON (Gigabit Ethernet PON),

yaitu PON versi IEEE yang berbasiskan teknologi Ethernet (Wicaksono & Dwi, 2019). Sedangkan pada sumber lain GPON merupakan salah satu teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T via G.984 series dan hingga kini bersaing dengan Gigabit Ethernet PON (GEPON) yaitu PON versi IEEE pada tahun 2004 yang berbasiskan teknologi ethernet. GPON adalah teknologi dari FTTX yang dapat mengirimkan informasi sampai ke pelanggan menggunakan optical fiber (Putra, Hambali, & Pamukti, 2018). GPON mempunyai dominansi pasar yang lebih tinggi dan roll out lebih cepat dibanding penetrasi GEPON. Standar G.984 mendukung bit rate yang lebih tinggi, perbaikan keamanan, dan pilihan protokol layer 2 (ATM, GEM, atau Ethernet). Baik GPON ataupun GEPON, menggunakan serat optik sebagai medium transmisi. Satu perangkat akan diletakkan pada sentral, kemudian akan mendistribusikan trafik Triple Play (Suara/VoIP, Multi Media/Digital Pay TV dan Data/Internet) hanya melalui media 1 core kabel optik disisi subscriber atau pelanggan. Yang menjadi ciri khas dari teknologi ini dibanding teknologi optik lainnya semacam SDH adalah teknik distribusi trafik dilakukan secara pasif. Dari sentral hingga ke arah subscriber akan didistribusikan menggunakan splitter pasif. GPON menggunakan TDMA sebagai teknik multiple access *upstream* dengan data rate sebesar 1.2 Gbps dan menggunakan broadcast ke arah *downstream* dengan data rate sebesar 2.5 Gbps. Model paketisasi data menggunakan GEM (GPON Encapsulation Methode) atau ATM cell untuk membawa layanan TDM dan packet based. GPON jadi memiliki efisiensi bandwidth yang lebih baik dari BPON (70%), yaitu 93% (Wicaksono & Dwi, 2019).

Tabel 1 Spesifikasi GPON

Standar	ITU.G.984
Kecepatan <i>Downstream</i>	2.4 Gbps
Kecepatan <i>Upstream</i>	1.2 Gbps
Layanan	Data, Suara, dan Video
Perbandingan Splitter Maksimum	1 : 64
Jarak Maksimum	60 Km

Panjang Gelombang <i>Downstream</i>	1490nm dan 1550 nm
Panjang Gelombang <i>Upstream</i>	1310 nm
Splitter	Pasif

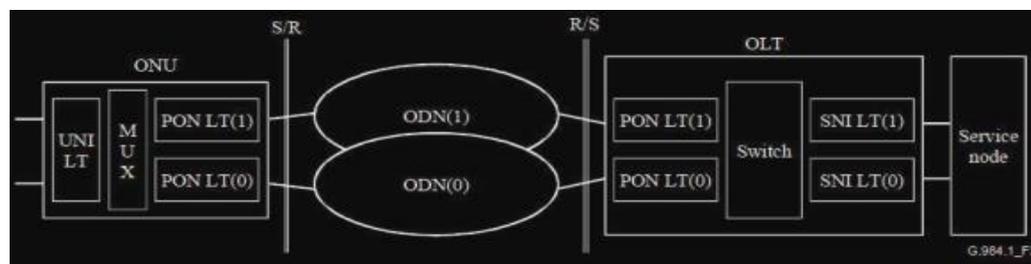
Sumber : Tri Nopiani Damayanti, 2016

2.4.1 Prinsip kerja GPON

GPON merupakan teknologi FTTx yang dapat mengirimkan informasi sampai ke pelanggan menggunakan kabel optik. Prinsip kerja dari GPON, ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT, maka ada bagian yang bernama splitter yang berfungsi untuk memungkinkan serat optik tunggal dapat mengirim ke berbagai ONU, untuk ONU sendiri akan memberikan data-data dan sinyal yang diinginkan pelanggan. Pada prinsipnya, PON adalah sistem point to multipoint, yang menggunakan splitter sebagai pembagi jaringannya. Arsitektur sistem GPON berdasarkan pada TDM (Time Division Multiplexing) sehingga mendukung layanan T1, E1 dan DS3 (Wicaksono & Dwi, 2019).

2.4.2 Arsitektur GPON

Secara umum arsitektur GPON sama seperti arsitektur jaringan akses fiber optik pada umumnya. OLT dan ONU yang merupakan perangkat aktif pada jaringan akses serat optik dihubungkan dengan ODN yang sifatnya pasif. Arsitektur GPON dapat dilihat pada gambar dibawah ini (Wicaksono & Dwi, 2019):



Gambar 3 Arsitektur GPON

2.4.3 Komponen GPON

Komponen GPON memiliki dua jenis, yaitu komponen aktif dan komponen pasif. Pada komponen aktif, terdiri dari perangkat OLT dan ONT. Sedangkan perangkat pasif yaitu kabel feeder, konektor, passive optical splitter dan kabel distribusi. Konfigurasi network GPON intinya dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu (Putra, Hambali, & Pamukti, 2018) :

Tabel 2 Konfigurasi GPON

Items	Deskripsi Target
Performansi layanan dan QoS	Full Services (19/100 Base-T, Voice, Leased Lines)
Bit Rates	1.25 Gb/s symmetric dan 155 Mb/s & 622 Mb/s <i>upstream</i>
Jarak pencapaian fisik maksimum	Max 20 km dan Max 10 km
Logical Reach	Max 60 km (for ranging protocol)
Branches	Max 64 pada layer fisik Max 128 pada layer TC
Alokasi panjang gelombang	<i>Downstream</i> : 1480 – 1500 nm <i>Upstream</i> : 1260 – 1360 nm
Kelas ODN	Kelas A, B, dan C (sama seperti persyaratan B-PON)

Teknologi GPON menggunakan dua metode multiplexing untuk menyalurkan trafik layanan ke pelanggan yaitu dengan Wavelength Division Multiplexer (WDM) yang dapat menggabungkan panjang gelombang sinyal optik yang berbeda menjadi satu berkas sinyal optik untuk memisahkan jenis layanan dari OLT menuju ONT. Kedua adalah Time Division Multiplexer (TDM) yaitu metode pada pelanggan yang dialokasikan dengan time slot yang berbeda untuk memisahkan antar identitas pelanggan dari ONT menuju OLT. Dengan metode ini, maka trafik akan lebih teratur dan tidak akan terjadi sebuah interferensi pada gelombang sinyal optik (Putra, Hambali, & Pamukti, 2018).

2.5 Optical Line Terminal (OLT)



Gambar 4 OLT

Perangkat OLT merupakan perangkat FTTx yang memiliki fungsi mengubah sinyal listrik menjadi sinyal optik. Perangkat ini sebagai antarmuka dari teknologi PON yang digunakan kearah ONT. OLT dihubungkan menggunakan kabel optik dan passive splitter menuju ONT/ONU(Damayanti & Putri, 2016). OLT menyediakan interface antara sistem GPON dengan penyedia layanan (service provider) data, video, dan jaringan telepon) (Ulfawaty & Fausiah, 2018).

2.6 Optical Distribution Network (ODN)



Gambar 5 ODN

Perangkat ODN merupakan perangkat penyedia sarana transmisi optik ke perangkat ONU/ONT. Elemen perangkat ODN terdiri dari kabel optik standar ITU-T G.652 single mode, sambungan, konektor, dan splitter. Pada teknologi PON, splitter yang digunakan merupakan splitter pasif yang membagi daya keluaran sama rata serta tidak memerlukan sumber energi dari luar. Berdasarkan standar yang direkomendasikan oleh ITU-T G.984 passive splitter dapat membagi masukan menjadi maksimum 64 keluaran. Tabel dibawah merupakan table dari loss passive splitter (Damayanti & Putri, 2016).

Tabel 3 Loss Splitter

Jumlah Port	Loss Splitter (dB)
2	2,8 – 4,0
4	7.25
8	10.38
16	13.10
32	17.45
64	18

2.7 Optical Network Termination/Unit (ONT/ONU)



Gambar 6 ONT

ONT/ONU merupakan penyedia antarmuka jaringan ke layanan FTTx. ONU/ONT akan merubah sinyal optik yang ditransmisikan menjadi sinyal listrik untuk layanan FTTx. Perangkat ONU atau ONT memiliki sedikit perbedaan yaitu perangkat ONT dapat dihubungkan langsung ke perangkat user, sedangkan ONU memerlukan network terminal pada bagian user (Damayanti & Putri, 2016).

2.8 Power Link Budget

Kerja transmisi jaringan dilihat salah satunya dari nilai anggaran daya pada jaringan tersebut dengan mengetahui batasan redaman total yang diijinkan. Perhitungan ini menjamin daya yang dikirim oleh transmitter dapat diterima oleh receiver tidak kurang dari level daya minimum sesuai dengan parameter daya yang telah distandarisasi oleh ITU-T (Damayanti & Putri, 2016). Pada jaringan fiber optik berbasis GPON maka maksimal link budgetnya adalah 28 dB dan jarak

maksimum 20 km. Namun, maksimum redaman dalam perencanaan pembangunan harus 25-26 dB. Link power budget merupakan pola perbandingan perhitungan kebutuhan daya pada sisi penerima dari daya minimum (Muhtar & Rafika, 2021).

Tabel 4 Nilai level daya terima terhadap kualitas jaringan

Level daya terima (dBm)	Keterangan
-13 sampai -19	Sangat baik
-19 sampai -25	Baik
-25 sampai -28	Lambat loading
Dibawah -28	Putus

Total redaman untuk link power budget dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Damayanti & Putri, 2016):

$$\alpha_{\text{total}} = L \cdot \alpha_{\text{serat}} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p \quad (1)$$

Perhitungan Margin Data dihitung dengan persamaan:

$$M = (P_t - P_r) - \alpha_{\text{tot}} - SM \quad (2)$$

Nilai daya yang diterima di ONT atau disisi pelanggan dihitung dengan persamaan:

$$P_{R_x} = P_{T_x} - \alpha_{\text{tot}} \quad (3)$$

Dimana,

α_{total} : Redaman total sistem (dB)

L : Panjang total serat optic (km)

α_{serat} : Redaman serat optic (dB/km)

α_c : Redaman konektor (dB/buah)

α_s : Redaman sambungan (dB/sambungan)

N_c : Jumlah konektor

N_s : Jumlah sambungan

S_p : Redaman Splitter (dB)

P_t : Daya keluaran optic (dBm)

Pr	: Sensitivitas daya maksimum detector (dBm)
PRx	: Daya terima, sensitivitas penerima (dBm)
PTx	: Daya kirim (dBm)
M	: Margin Daya
SM	: Safety Margin 6-8 dBm

2.9 Bit Error Rate (BER)

Bit error rate adalah laju kesalahan bit yang terjadi dalam mentransfer sinyal digital. Sensitivitas merupakan daya serat optik minimum dari sinyal yang datang pada bit error rate yang dibutuhkan. BER untuk system okomunikasi optik sebesar 10^{-9} bit/s. Faktor-faktor yang mempengaruhi BER antara lain noise, interferensi, distorsi, sinkronisasi bit, redaman, multipath fading (Suryawan, P.K.Sudiarta, & G.Sukadarmika, 2019).

2.10 Rise Time Budget

Rise time budget merupakan metode untuk menentukan batasan dispersi suatu link serat optik. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisis apakah kinerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Umumnya degradasi total waktu transisi dari link digital kurang dari atau sama dengan 70 persen dari satu periode bit NRZ (Non-Return-to-Zero) Perhitungan Rise time budget menggunakan Persamaan berikut (Dermawan, Santoso, & Prakoso, 2016):

$$T_{\text{total}} = (t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{intramodal}}^2 + t_{\text{intermodal}}^2 + t_{\text{rx}}^2)^{1/2} \quad (4)$$

Dengan t_{total} = total rise time budget (ns), t_{tx} = rise time transmitter (ns), t_{rx} = rise time receiver (ns), $t_{\text{intramodal}} = t_{\text{material}} + t_{\text{waveguide}}$ (ns), dan $t_{\text{intermodal}}$ = bernilai nol untuk serat optic single mode (ns). Menghitung maksimum rise time dari bit rate NRZ menggunakan persamaan 2, yaitu:

$$T_r = 0,7/Br \quad (5)$$

2.11 Optisystem

Optisystem merupakan perangkat lunak desain sistem fotonik yang kuat dan mudah digunakan. Hampir semua jenis jaringan serat optik dapat dirancang, diuji dan disimulasikan menggunakan Aplikasi *Optisystem*. Dengan aplikasi tersebut dapat dilihat nilai redaman yang diterima perangkat berupa kualitas power link budget (PLB), Rise time Budget (RTB) dan Error rate budget (ERB). Selain itu, dengan aplikasi ini dapat diperoleh grafik BER, Q factor dan eye diagram (Muhtar & Rafika, 2021).

2.12 Google Maps

Google Maps adalah layanan gratis yang diberikan oleh Google dan sangat populer. Google Maps adalah suatu peta dunia yang dapat kita gunakan untuk melihat suatu daerah. Dengan kata lain, Google Maps merupakan suatu peta yang dapat dilihat dengan menggunakan suatu browser (Ariyanti, Khairil, & Kaned, 2015).

2.13 Atenuasi

Cahaya yang merambat dalam serat optik intensitasnya akan berkurang, pengurangan intensitas ini disebut atenuasi. Atenuasi disebabkan oleh penyerapan cahaya oleh bahan material serat optik serta penghamburan cahaya. Besarnya atenuasi tergantung jarak yang ditempuh dan karakteristik bahan serat optik.

2.14 Bending Loss

Ada dua jenis pembengkokan yang menyebabkan rugi-rugi dalam fiber, yaitu pembengkokan-mikro (microbending) dan pembengkokan-makro (macrobending). Keduanya timbul karena alasan yang berbeda, dan menimbulkan rugi-rugi dengan dua macam mekanisme yang berbeda pula. Pembengkokan mikro adalah suatu pembengkokan mikroskopis dari inti fiber yang disebabkan oleh laju penyusutan (contraction) thermal yang sedikit berbeda antara bahan inti dan bahan pelapis. Pembengkokan mikro dapat juga timbul bila fiber berulang kali digulung menjadi suatu kabel fiber majemuk (multifiber cable), atau bila digulung pada kelos-kelos untuk memudahkan pengangkutannya. Makin tajam

belokan itu dibuat, makin banyak pula ragam-ragam yang terlepas pada belokan. Pembengkokan makro adalah pelengkungan fiber optik. Rugi-rugi pembengkokan sebagai berikut: Loss Pembengkokan = Loss pada kabel tidak dibengkokan – Loss pada kabel dibengkokan.