

T E S I S

METODE *MANAGEMENT CORE* DAN ANALISIS *LINK POWER BUDGET* UNTUK OPTIMALISASI PERLUASAN JARINGAN FIBER OPTIK BARU

Disusun dan diajukan oleh

ARAS MABE PARENRENG

D032181011



**PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

METODE *MANAGEMENT CORE* DAN ANALISIS *LINK POWER BUDGET* UNTUK OPTIMALISASI PERLUASAN JARINGAN FIBER OPTIK BARU

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Teknik Elektro

Disusun dan diajukan oleh :

ARAS MABE PARENRENG

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2021

TESIS

METODE MANAGEMENT CORE DAN ANALISIS LINK POWER BUDGET UNTUK OPTIMALISASI PERLUASAN JARINGAN FIBER OPTIK BARU

Disusun dan diajukan oleh

ARAS MABE PARENRENG
D032181011

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi
Program Magister Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 10 Februari 2021
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pembimbing Utama,



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

Pembimbing Pendamping,



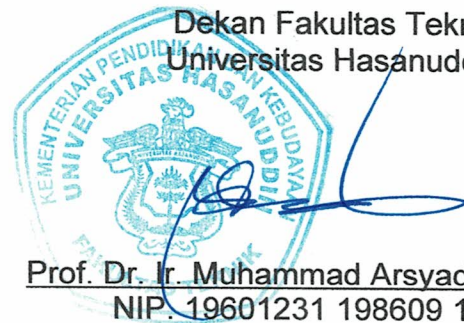
Prof. Dr. Ir. H. Andani Achmad, M.T.
NIP. 19601231 198703 1 022

Ketua Program Studi S2
Teknik Elektro,



Prof. Dr. Eng. Syafaruddin, S.T., M.Eng
NIP. 19740530 199903 1 003

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin,



Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T.
NIP. 19601231 198609 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Aras Mabe Parenreng

NIM : D32181011

Program Studi : Teknik Elektro

Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

**METODE *MANAGEMENT CORE* DAN ANALISIS *LINK POWER*
BUDGET UNTUK OPTIMALISASI PERLUASAN JARINGAN FIBER
OPTIK BARU**

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

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

Makassar, 3 Maret 2021

Yang Menyatakan



Aras Mabe Parenreng

KATA PENGANTAR



Assalamu' Alaikum Warahmatullahi Wabarakatu

Segala Puji dan Syukur hanya bagi **Allah Subhanahu wa Ta'ala**, atas limpahan rahmat dan hidayah, pertolongan, ampunan dan perlindungannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini dengan judul **“Metode Managemen Core dan Analisis Power Link Budget untuk Perluasan Fiber Optik Baru”**.

Tesis ini digunakan sebagai salah satu syarat akademis untuk memperoleh gelas Master Teknik (M.T) di Universitas Hasanuddin Makassar.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan tesis ini masih terdapat banyak kekurangan yang disebabkan karena keterbatasan penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca demi pengembangan dan perbaikan tesis ini. Terimakasih kepas seluruh pihak yang telah membantu penyusunan buku tesis ini. Semoga buku ini dapat membawa manfaat.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatu

Makassar, Maret 2021

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Terucap syukur Alhamdulillah dan terima kasih sebesar-besarnya kepada **ALLAH SUBHANAHU WA TA'ALA** atas segala karunia Rahmat, Hidayah dan Kemudahan yang telah diberikan-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan proyek akhir ini dengan baik.

Penyelesaian Tesis ini terlaksana berkat bantuan dari berbagai pihak baik moril maupun material. Oleh karena itu, selayaknyalah pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan terutama kepada Ibu **Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T** selaku Pembimbing I, dan Bapak **Prof. Dr. Ir. Andani Achmad, M.T** selaku Pembimbing II, yang senang tiasa rela meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan dorongan moril selama pembuatan dan penyusunan Proyek Akhir ini.

Pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayah dan Ibu tercinta, atas segala pengorbanan, penderitaan, kekecewaan dan tetesan air mata atas diri kami, kupersembahkan Tesis ini sebagai bagian dari rasa cinta, hormat, dan tanggung jawab, semoga karya ini memberikan kebanggaan dan kebahagiaan untuk sejenak melupakan kegetiran hidup yang dialami ketika melahirkan, membesarkan, mendidik dan menyanyangi sampai sekarang ini.
2. Bapak dan Ibu mertua yang senangtiasa memberikan doa terbaik demi kelancaran urusan-urusan kami
3. Istri Tercinta yang senang tiasa sabar dalam mendampingi, terimakasih semoga selalu dalam keadaan sehat dan bahagia
4. Saudara-saudaraku yang selalu memberikan doa, dukungan dan semangat serta lpar-iparku terimakasih semoga urusan-urusan kita senantiasa selalu diberi kemudahan Amin!

5. Bapak Prof. Dr. Eng. Syafaruddin, S.T.,M.T, selaku Ketua Program Studi S2 Teknik Elektro
6. Semua dosen dan staf Jurusan Teknik Elektro Universitas Hasanuddin, bidang keahlian Teknik Telekomunikasi terimakasih atas didikannya, dukungan selama ini, dan ilmu yang bermanfaat.
7. Kepada teman-teman seperjuangan S2 Teknik Telekomunikasi sukses buat kalian serta Semua pihak yang ikut membantu dan merasa direpotkan, baik secara langsung maupun tidak langsung atas terselesainya tesis ini. Maaf tidak menyebutkan nama kalian satu-persatu. Apapun itu, siapapun itu terimakasih semoga setiap urusan-urusan kita senang tiasa dimudahkan Allah SWT Amin!

ABSTRAK

Aras Mabe Parenreng. Metode *Management Core* dan Analisis *Link Power Budget* untuk Optimisasi Perluasan Jaringan Fiber Optik Baru (Dibimbing oleh Dewiani dan Andani Ahmad)

Kebutuhan komunikasi data terus meningkat setiap tahun. Perubahan transmisi kabel tembaga menjadi kabel optik terus dilakukan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan internet. Berbagai metode bermunculan untuk mengakomodasi kebutuhan terhadap kapasitas besar dan kecepatan tinggi. Banyak daerah yang belum terjangkau jaringan fiber optik khususnya kabupaten luwu timur, sehingga dibutuhkan pembangunan jaringan baru guna memenuhi kebutuhan internet masyarakat. Pembangunan jaringan memiliki kendala diantaranya rugi-rugi pada saat penyambungan, banyaknya penumpukan kabel ketika melakukan perluasan karena adanya penarikan kabel yang berulang pada daerah yang sama.

Penelitian ini melakukan pengoptimasian penggunaan kabel dengan memanfaatkan kabel yang sudah ada. Penerapan konsep jaringan *Fiber to The Home* (FTTH) menggunakan teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON), *Splitter* 1:4. Menggunakan *power link budget* untuk memperoleh besaran redaman, penentuan *core* dengan menggunakan metode *management core* dan simulasi menggunakan *Optisystem*.

Hasil penelitian menunjukkan perhitungan *power budget* -19.21 dBm pada panjang kabel 1056 Meter, -19.22 dBm pada panjang kabel 2100 Meter dan -22.72 dBm pada panjang kabel 4100 Meter. Perhitungan *rise time* total harus dikecil dari hasil *rise time budget*, sesuai dengan standar yang ditetapkan dari nilai Non Return to Zero (NRZ). Hasil kelayakan pada perhitungan menunjukkan *rise time budget* layak *Core* yang digunakan berdasarkan hasil dari *management core* yaitu *core* biru dan coklat. Hal ini menunjukkan bahwa perancangan perluasan area baru dengan konsep ini layak untuk diimplementasikan di lapangan dan dapat menjadi solusi untuk mengurangi penumpukan kebel katika akan dilakukan perluasan jaringan optik baru, memenuhi standar layak -28 dBm

Kata Kunci— Kabel serat optik, *management core*, *power link budget*, *optisystem*.

ABSTRACT

Aras Mabe Parenreng. Core Management Methods and Link Power Budget Analysis for Optimizing New Fiber Optic Network Expansion (Supervised by Dewiani and Andani Ahmad)

The need for data communication continues to increase every year. Changes in the transmission of copper cables into optical cables are continuously being made to meet the public's need for the internet. Various methods have emerged to accommodate the needs for large capacities and high speeds. Areas that have not been reached by fiber optic networks will require the construction of new networks to meet the internet needs of the community. Network development has constraints including losses during connection, the number of accumulated cables when expanding due to repeated cable pulls in the same area.

This study optimizes the use of cables by utilizing existing cables. The application of the Fiber to The Home (FTTH) network concept uses Gigabit Passive Optical Network (GPON) technology, 1: 4 Splitter. Using power link budget to obtain attenuation magnitude, core determination using core management method and simulation using Optisystem.

The results show the calculation of the power budget -19.21 dBm on cable length 1056 meters, -19.22 dBm on cable length 2100 meters and -22.72 dBm on cable length 4100 meters. The cores used are based on the results of the management core, namely blue and brown cores. This shows that the design of new area expansion with this concept is feasible to be implemented in the field and can be a solution to reduce the build-up of cables when a new optical network is being expanded meets decent standards -28 dBm

Keywords— Fiber optic cable, core management, power link budger, optisystem

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
BAB I	30
PENDAHULUAN	30
A. LATAR BELAKANG	30
B. RUMUSAN MASALAH	32
C. TUJUAN PENELITIAN	32
D. MANFAAT PENELITIAN	33
E. BATASAN MASALAH	33
F. SISTEMATIKA PENULISAN	34
BAB II	36
TINJAUAN PUSTAKA	36
A. LANDASAN TEORI	36
B. STATE OF THE ART	58
C. KERANGKA PIKIR	35
BAB III	35
METODOLOGI PENELITIAN	35
A. PERANCANGAN JARINGAN FIBER OPTIK BARU	39
B. PERHITUNGAN POWER LINK BUDGET	44
C. SIMULASI OPTIC SYSTEM	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	59
A. SIMULASI PERANCANGAN JARINGAN BARU	59
B. IMPLEMENTASI DI LAPANGAN	71
BAB V	80
A. KESIMPULAN	80

B. SARAN.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Dasar Serat Optic Plastik.....	8
Gambar 2.2 Sinar Cahaya Datang Pada Bidang Batas	10
Gambar 2.3 Sinar Optik Dimana Sinar Dapat Diterima Disinar Optik.....	11
Gambar 2.4 Cahaya Terpancar Kesegala Arah	14
Gambar 2.5 Pemantulan Fresnel.....	15
Gambar 2.6 Penggandengan Ragam Model Kopling.....	16
Gambar 2.7 Arsitektur FTTH.....	18
Gambar 2.8 Penggunaan Aplikasi Optik System.....	18
Gambar 2.9 Perhitungan Power Budget.....	19
Gambar 2.10 Kinerja Sistem Transmisi Optik system.....	20
Gambar 2.11 Persyaratan Warna Pada Kabel Fiber Optik.....	22
Gambar 2.12 Persyaratan Warna Pada Loose Tube Fiber Optik.....	23
Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Penelitian.....	36
Gambar 3.2 Konfigurasi FTTH berbasis GPON	37
Gambar 3.3 Rancangan Pemetikan Jaringan Baru	40
Gambar 3.4 Kabel Type G652D Aerial	43
Gambar 3.5 Persyaratan Warna Pada Kabel Fiber Optik	43
Gambar 3.6 Tampilan ODC	43
Gambar 3.7 <i>Base Tray</i>	45
Gambar 3.9 <i>Splitter</i>	45
Gambar 3.10 <i>Pigtail</i>	46

Gambar 3.11 <i>Slack Core</i> dalam <i>Cassette</i>	47
Gambar 3.12 Contoh Terminasi Kabel Pada ODC	47
Gambar 3.13 Alokasi Port Untuk Kapasitas ODC 144 Port.....	48
Gambar 3.14 Spliter.....	49
Gambar 3.15 Contoh Terminasi Kabel Pada ODP Closure	52
Gambar 3.16 (a) dan (b) adalah distribusi ODC-ODP.....	52
Gambar 3.17 Pemodelan dalam Optisystem	53
Gambar 4.1 Hasil Perancangan Optisystem.....	55
Gambar 4.2 Output Power Untuk Panjang Kabel 1056 M.....	59
Gambar 4.3 Output Power Untuk Panjang Kabel 2100 M.....	59
Gambar 4.4 Output Power Untuk Panjang Kabel 4100 M.....	59
Gambar 4.5 BER Untuk Panjang Kabel 1056 M	61
Gambar 4.6 BER Untuk Panjang Kabel 2100 M	61
Gambar 4.7 BER Untuk Panjang Kabel 4100 M	62
Gambar 4.8 BER(a) dan (b) Peta jalur kabel dengan penomoran 061 pada ODP	63
Gambar 4.9 (A) Dan (B) Peta Jalur Kabel Dengan Penomoran 060 Pada ODP	64
Gambar 4.10 (A) Dan (B) Peta Jalur Kabel Dengan Penomoran 059 Pada ODP	65
Gambar 4.11 Hasil Implementasi Pembangunan Jaringan Baru	67

DAFTAR TABEL

Tabel 1 <i>State Of The Art</i>	28
Tabel 2 Jadwal Penelitian	35
Tabel 3.1 Parameter <i>Link Power Budget</i>	42
Tabel 3.2 Alokasi Port Dan Kapasitas Odc	48
Tabel 3.3 Data Besaran Max Redaman Pada Splitter	50
Tabel 4.1 Simulasi Optisystem.....	54
Tabel 4.2 Perbandingan Nilai Total Power Menggunakan Opm	60

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Beberapa tahun terakhir kebutuhan akan internet semakin meningkat dilihat dari hasil survey penggunaan internet dari tahun 2008 sampai 2017 terjadi peningkatan yang terus menerus setiap tahunnya mulai dari 2008 sebesar 25% sampai pada tahun 2018 sebesar 143,2% (kompas online, 2018). Meningkatnya kebutuhan akan komunikasi data terutama sistem komunikasi serat optik yang pada akhir-akhir ini mendorong munculnya berbagai metode dan teknologi yang dapat digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan terhadap kapasitas yang besar dan berkecepatan tinggi pada komunikasi data. PT. Telkom adalah salah satu perusahaan BUMN yang bergerak dibidang telekomunikasi telah melakukan integrasi dari transmisi kabel tembaga menjadi transmisi kabel serat optik secara perlahan. Integrasi ini ditunjukkan dengan mengubah brand Speedy menjadi Indihome. Seiring dengan perkembangan jaringan tersebut, kebutuhan akan jaringan komunikasi juga semakin tinggi di daerah khususnya yang belum terjangkau jaringan kabel serat optik, maka dari itu pembangunan infrastruktur jaringan baru sangat di butuhkan untuk menunjang kebutuhan masyarakat di daerah tersebut akan internet.

Meskipun pembangunan infrastruktur jaringan telah di lakukan namun dalam perencanaan pembangunan masih terdapat beberapa kelemahan yang ditimbulkan, berupa hilangnya informasi yang diakibatkan oleh rugi-rugi yang terjadi disepanjang kabel serat optik. Rugi-rugi tersebut

diantaranya adalah rugi pada saat penyambungan dan rugi-rugi konektor dan disperse berupa distorsi yang terjadi jika suatu berkas cahaya melintas di dalam inti serat (Ila Nurmawati, 2017) yang berdampak pada perubahan daya dari pemancar optik (*Transmitter*) di penerima optik (*Receiver*).

Masalah lain yang timbul ketika terjadi perluasan cakupan area beberapa provider melakukan penarikan kabel secara berulang misalnya kabel tersedia dari titik A ke titik B kemudian akan dilakukan perluasan ke titik C yang dilakukan adalah penarikan kabel fiber optik dari titik A ke titik C sehingga dari titik A ke titik B terjadi tumpukan kabel tentunya hal ini menjadi pemborosan. Dari kondisi di atas muncul ide untuk perluasan area cakupan fiber optic dengan mengoptimalkan jaringan kabel yang sudah ada, dengan melakukan pemetikan/ penyambungan jaringan dari titik B ke titik C. perancangan jaringan menggunakan Fiber To The Home (FTTH) menggunakan teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) (Abdul Hamid Alfauzi, dkk, 2017), (K Satyanarayana, dkk, 2014), dengan melihat parameter power link budget dan redaman yang dihasilkan (Ng Boon Chuan, dkk, 2010). Perhitungan manajemen core sebelum dilakukan pemetikan core dilanjutkan dengan simulasi perluasan area baru menggunakan software optisystem (M.M. Elgaud, dkk, 2016). hasil dari simulasi ini kemudian diimplementasikan di lapangan. Sehingga ketika akan dilakukan pembangunan jaringan baru akan lebih mudah, tidak ada lagi penumpukan kabel dan tentunya lebih menghemat biaya.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah diutarakan di atas, maka penulis melakukan penelitian dengan judul **Metode**

Managemen Core dan Analisa Power Link Budget untuk Perluasan Fiber Optik Baru. penelitian ini bertujuan bahwa system pembangunan jaringan baru kedepannya dapat di optimalisasi dalam penggunaan kabel serta mengurangi terjadinya penumpukan kabel.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang topologi jaringan Fiber Optik menggunakan *Software Optic System* pada Area baru yang akan diintegrasikan ke jaringan Fiber Optik yang sudah ada?
2. Bagaimana menganalisa redaman pada jaringan Fiber Optik menggunakan *Link power budget* dan *Management core* sehingga dapat diketakui besaran redaman yang terjadi pada sambungan jaringan *fiber optic* yang baru?

C. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini:

- a. Merancang topologi jaringan fiber optik menggunakan *Software Optic System* pada area baru yang akan diintegrasikan ke jaringan Fiber Optik yang sudah ada.
- b. Menganalisa redaman pada jaringan Fiber Optik menggunakan *Link power budget* sehingga dapat diketahui besaran redaman yang terjadi pada sambungan jaringan fiber optic yang baru.

D. MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Industri, penelitian yang diusulkan memberikan pengetahuan berupa cara merancang topologi jaringan baru menggunakan kabel jaringan optic yang sudah ada tanpa harus membangun infrastruktur jaringan optik yang baru yang mana dapat mengurangi penggunaan dana yang berlebihan serta menghindari terjadinya kesemerawutan jaringan pengkabelan.
2. Bagi peneliti, berguna untuk menambah pengetahuan dan kemampuan *skill* untuk merancang dan menganalisis rancang bangun jaringan Fiber Optik Menggunakan metode Link Power Budget untuk perluasan jaringan baru.
3. Bagi institusi pendidikan Magister Departemen Teknik Elektro bidang Telekomunikasi, dapat digunakan sebagai referensi ilmiah dalam penelitian untuk pengembangan sistem topologi jaringan Fiber Optik

E. BATASAN MASALAH

Untuk menyederhanakan permasalahan dalam Tugas Akhir ini maka diberikan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Menggunakan *software optic system* dalam pembuatan simulasi jaringan *fiber optic*
2. Menggunakan *link power budget* untuk menghitung rugi-rugi sambungan pada *fiber optic*
3. Menggunakan metode *management core* pada proses penyambungan *fiber optic*

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Adapun sistematika penulisan pada penelitian Pembangunan Jaringan Fiber Optik untuk Perluasan Jaringan Baru dengan menggunakan Software *Optisystem* dengan Metode *Link Power Budget* dan *Management Core* adalah :

Bab I Pendahuluan

Bab I berisi penjelasan tentang latar belakang penelitian mengenai Pembangunan Jaringan Fiber Optik untuk Perluasan Jaringan Baru dengan menggunakan Software *Optisystem* dengan Metode *Link Power Budget* dan *Management Core*. Selain itu, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan dipaparkan pada bab ini.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab II berisi penjelasan tentang tinjauan pustaka yang merupakan penjelasan tentang hasil-hasil penelitian lainnya yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, tentang sumber acuan terbaru dari pustaka primer seperti buku, artikel, jurnal, dan tulisan asli lainnya untuk mengetahui penelitian relevan dengan usulan penulis terkait perancangan dan analisa pembangunan jaringan Fiber Optik menggunakan metode *Link Power Budget*. Dalam bab ini juga diuraikan tentang kerangka pikir yang merupakan penjelasan tentang kerangka berpikir untuk memecahkan masalah yang sedang diteliti termasuk menguraikan objek penelitian.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab III ini merupakan penjelasan tentang tahapan penelitian dimulai dari desain rancangan topologi jaringan Fiber Optik menggunakan Software *Optic System dan Link power Budget* pada Area Area baru yang akan diintegrasikan ke jaringan Fiber Optik yang sudah ada yang kemudian dilakukan analisis sesuai rumusan masalah yang ada secara terperinci.

Bab IV Hasil dan pembahasan

Bab ini memberikan analisa hasil dan pembahasan penelitian serta simulasi Optimalisasi Fiber Optik Untuk Perluasan Jaringan Baru Menggunakan Software *Optic System Dan Perhitungan Link Power Budget* serta management core yang diperoleh dari perhitungan rumus dan besarnya penguatan daya yang dihasilkan (yang ditampilkan pada simulator).

Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini memberikan rangkuman dari hasil yang diperoleh dalam penelitian ini baik berupa hasil dari perhitungan maupun hasil dari simulasi. Dan berisi saran-saran yang akan menjadi masukan serta kemungkinan pengembangan lebih lanjut

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. LANDASAN TEORI

1. *Fiber Optic* (Serat Optik)

a. Pengertian *Fiber Optic* (Serat Optik)

Serat optik merupakan media transmisi atau pandu gelombang cahaya berbentuk silinder yang dikembangkan diakhir tahun 1960-an sebagai jawaban atas perkembangan sistem komunikasi yang semakin lama membutuhkan *bandwidth* yang besar dengan laju transmisi yang tinggi. Serat optik terbuat dari bahan dielektrik berbentuk seperti kaca. Di dalam serat inilah energi cahaya yang dibangkitkan oleh sumber cahaya disalurkan sehingga dapat diterima di ujung unit penerima (*receiver*).

Serat optik terdiri dari dua jenis yaitu serat optik kabel dan serat optik plastik. Serat optik kabel banyak digunakan untuk transmisi jarak jauh sementara untuk serat optik plastik hanya digunakan untuk komunikasi jarak pendek. Serat optik banyak dibuat dari kaca atau bahan silika (SiO_2), yang biasanya diberi *doping* untuk menaikkan indeks biasnya. Serat optik plastik tidak jauh berbeda dengan serat optik kabel, hanya saja untuk serat optik kabel dilengkapi dengan *kevlar* untuk penguat serat optik.

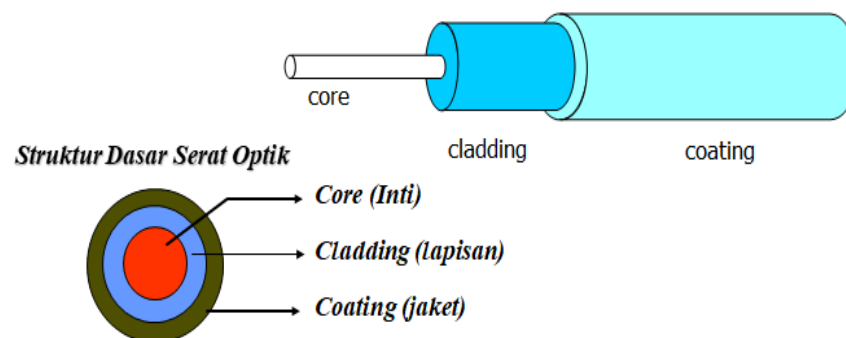
b. Serat Optik Plastik

Serat optik plastik adalah jenis serat optik yang terbuat dari jenis plastik tertentu dengan indeks bias tertentu. Serat optik plastik kurang banyak digunakan sebagai media transmisi jarak jauh karena memiliki atenuasi yang besar. Serat optik plastik banyak dikembangkan sebagai sensor

karena mudah diubah-ubah dan diberi perlakuan, sedangkan serat optik kaca terlalu rapuh dan ukurannya yang kecil sehingga sulit untuk diberi perlakuan.

Serat optik plastik terdiri dari teras (*core*), selongsong (*cladding*), dan jaket pelindung. Teras dan selongsong dibuat berbeda indeks bias, agar bisa terjadi pemantulan internal total. Pemantulan internal total inilah yang menyebabkan cahaya tetap berada dalam serat optik. Sementara jaket digunakan untuk melindungi serat optik dari kondisi lingkungan yang merusak.

Jaket pelindung adalah pelindung lapisan teras dan selongsong. Serat optik diberi jaket pelindung yang kegunaannya untuk menghindari terjadinya kerusakan yang disebabkan oleh pengaruh luar baik pada saat penggunaan atau akibat pengaruh lain, bagian ini terlibat dalam memandu cahaya (Ahmad Mulia Rambe, 2003: 4).



Gambar 2.1. Struktur dasar serat optik plastik (Gred Keiser, 1991:26)

c. Karakteristik Serat Optik

1) Pemantulan Internal Total

Ketika cahaya yang menjalar di dalam bahan transparan yang memiliki perbedaan indeks bias, sehingga menemui permukaan bahan transparan lainnya, maka dua hal akan terjadi, yaitu:

- Sebagian cahaya dipantulkan, dan
- Sebagian cahaya diteruskan ke dalam bahan transparan kedua.

Cahaya yang diteruskan biasanya berubah arah ketika memasuki bahan kedua, yaitu jika cahaya masuk dengan sebuah sudut terhadap garis normal permukaan bahan. Pembelokan cahaya ini timbul karena pembiasan yang bergantung pada kecepatan cahaya di dalam suatu bahan, dan kecepatannya berbeda di dalam bahan dengan indeks bias berbeda. Seberkas sinar datang dari medium pertama yang mempunyai indeks bias dengan sudut datang, sinar itu dibiaskan pada bidang batas dan masuk ke medium kedua yang mempunyai indeks bias dengan sudut bias. Menurut hukum Snell pembiasan tersebut dapat dituliskan dalam bentuk:

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1)$$

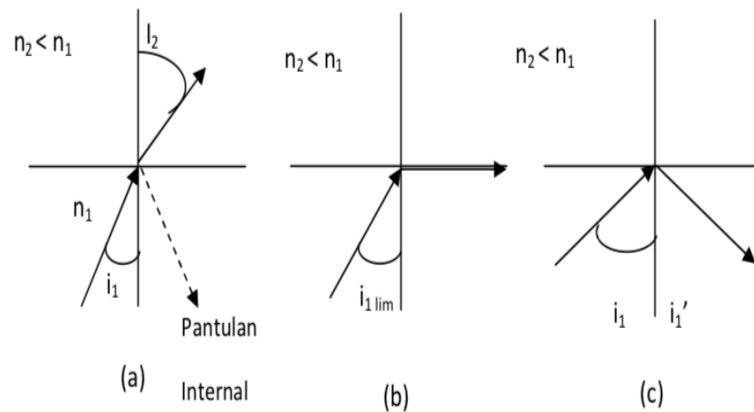
Gambar 2.2 (a) menunjukkan sinar datang dari medium pertama menuju medium kedua dengan sudut datang. Pada bidang batas sinar datang sebagian dipantulkan dengan sudut pantul dan sebagian lain dibiaskan dengan sudut bias i_2 .

Apabila sinar datang dengan sudut yang melewati bidang batas dua medium dengan $<$ dibiaskan dengan sudut 90° , maka sudut datang inilah

yang disebut dengan sudut kritis (θ), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2(b). Berdasarkan persamaan (1) nilai sudut kritis diberikan oleh:

$$\theta_{kritis} = \text{arc sin} \frac{n_2}{n_1} \quad (2)$$

Gambar 2.2 (c) menunjukkan bahwa sudut datang i_1 lebih besar dari pada sudut kritis, sehingga sinar mengalami pemantulan internal total.

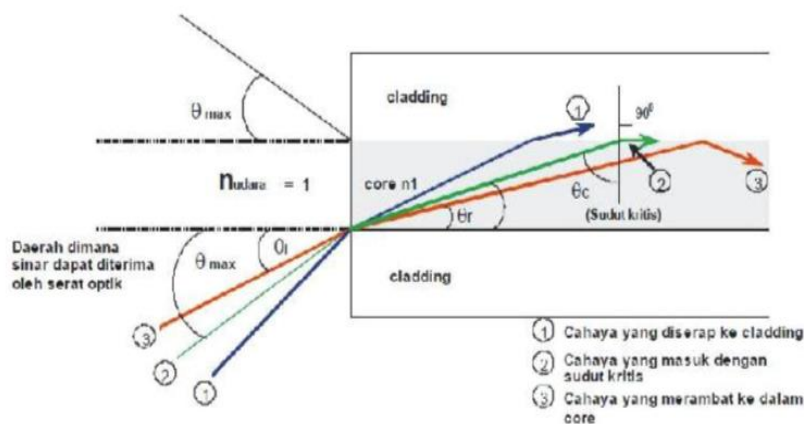


Gambar 2.2 Sinar cahaya datang pada bidang batas

2) Numerical Aperture

Sinar cahaya yang masuk ke dalam inti serat optik membentuk sudut datang tertentu terhadap poros serat optik. Sudut yang menuju ke arah permukaan serat optik, tidak semua akan diteruskan. Tetapi ada syarat tertentu agar sinar yang datang tersebut dapat diteruskan. Gambar 2.3 menunjukkan adanya sudut θ_{max} yang merupakan batas agar sinar dapat melewati serat optik. Sudut ini disebut *Numerical Aperture*.

Sinar tidak dapat melewati serat optik jika datang dengan sudut lebih besar dari θ_{max} . Sinar ini bisa masuk ke serat optik tetapi tidak dapat melewati serat optik karena sinar telah diserap oleh *cladding*. Sedangkan semua sinar dengan sudut datang kurang dari θ_{max} dapat masuk dan melewati serat optik, sinar ini akan mengalami pemantulan internal total yang menyebabkan sinar tetap berada dalam serat optik.



Gambar 2.3 Sinar Optik dimana sinar dapat diterima oleh serat optik (Harsono, 2010).

Besarnya nilai *numerical aperture* (NA) ditentukan dengan persamaan berikutnya:

$$NA = n \sin \theta_{maks} = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)} \quad (3)$$

Dengan n adalah indeks bias udara = 1, n_1 adalah indeks bias inti, n_2 adalah indeks bias selubung (*cladding*) (Mitschke,2009:18-19). Nilai *numerical aperture* adalah suatu ukuran kemampuan serat optik untuk menangkap sinar yang berasal dari sumber optik. Semakin besar nilai NA

menandai semakin tinggi efisiensi dari suatu sumber optik dalam mengkoplingsinar-sinar ke dalam serat optik

d. Rugi-rugi Serat Optik

Daya yang dibawa oleh cahaya akan mengalami pelemahan (rugi-rugi/loss) akibat terjadinya kebocoran atau karena kurangnya kejernihan bahan serat optik. Besaran pelemahan daya pada serat optik dinyatakan sebagai perbandingan antara daya pancaran awal terhadap daya yang diterima dan dinyatakan dalam *deci-Bell* (dB). Pelemahan daya disebabkan oleh 3 faktor utama yaitu absorpsi, hamburan (*scattering*) dan lekukan (*bending losses*). Gelas yang merupakan bahan pembuat serat optik biasanya terbentuk dari *silicon-dioksida* (SiO_2) yang memiliki indeks bias tertentu. Variasi indeks bias diperoleh dengan menambahkan bahan lain seperti *oksida titanium*, *thallium*, *germanium* atau *boron*. Dengan susunan bahan yang tepat maka akan didapatkan atenuasi yang kecil. Pelemahan energi yang mengakibatkan pelemahan amplitudo gelombang yang sampai pada penerima menjadi lebih kecil dari pada amplitudo yang dikirimkan oleh pemancar.

Cahaya yang merambat sepanjang serat optik mengalami penurunan energi secara eksponensial terhadap jaraknya. Jika $P(0)$ adalah daya optik awal dalam serat (pada $z = 0$), dan $P(z)$ adalah daya optik setelah menempuh z , maka diperoleh hubungan sebagai berikut:

$$P(z) = P(0)e^{-\alpha_p z} \quad (4)$$

$$\alpha_p = \frac{1}{z} \ln \left[\frac{P(0)}{P(z)} \right] \quad (5)$$

Dengan merupakan koefisien atenuasi satuannya km, z adalah panjang lintasan serat optik yang digunakan untuk perjalanan sinar (gelombang elektromagnetik). Secara ringkas dalam perhitungan atenuasi dalam serat optik dinyatakan dengan *decibel per kilometer* (dB/km).

Beberapa hal yang menyebabkan terjadinya atenuasi dalam serat optik yaitu absorpsi, pancaran Reyleigh, pemantulan Fresnel, rugi-rugi karena pembengkokan. Penjabaran dari masing-masing adalah sebagai berikut:

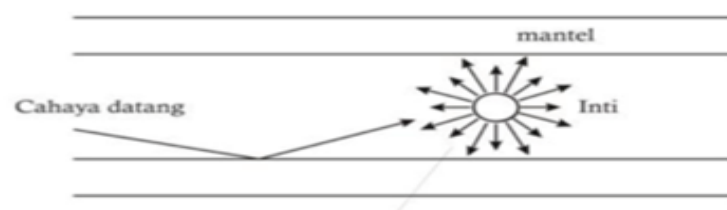
1) Absorpsi

Zat pengotor atau impurity apapun yang masih tersisa di dalam bahan inti akan menyerap sebagian dari energi cahaya yang merambat di dalam serat optik hidroksil atau dan zat-zat Logam ion ion hidroksil yang merupakan wujud dari wujud lain dari air akan menyerap energi gelombang dengan panjang gelombang 1380 nanometer sedangkan 11 logam akan menyerap energi gelombang dengan berbagai nilai panjang gelombang tertentu.

2) Hamburan *Rayleigh*

Hamburan *Rayleigh* atau *Relix cater* adalah efek terpancarnya cahaya akibat terjadinya perubahan kecil yang bersifat lokal pada indeks bias bahan inti dan bahan corn dikatakan bersifat lokal karena perubahan hanya terjadi di lokasi-lokasi tertentu saja di dalam bahan dan ukuran daerah yang terkena pengaruh perubahan ini sangat kecil yaitu kurang dari 1 panjang gelombang cahaya yang terhambur

Terdapat 2 hal yang menyebabkan terjadinya fenomena ini dan keduanya timbul di dalam proses manufaktur sebab pertama adalah terdapatnya ketidakrataan di dalam adonan bahan-bahan pembuatan serat optik ketidakrataan dalam jumlah yang sangat kecil dan bersifat acak mustahil untuk sepenuhnya dihilangkan sebab kedua adalah pergeseran-pergeseran kecil pada kerapatan bahan yang biasanya terjadi pada saat kaca silika mulai membeku menjadi padat salah satu lokasi kelemahan ini adalah efek yang ditimbulkannya diilustrasikan pada gambar.4 dalam gambar diperlihatkan bahwa cahaya terpecah dan terpancar ke segala arah semua komponen pancaran sinar yang kini merambat dengan sudut datang kurang dari sudut kritis akan dapat menembus mantel dan hilang sebagai rugi daya intensitas pancaran rileks bergantung pada ukuran daerah perubahan relatif terhadap panjang gelombang cahaya yang bersangkutan Oleh karena itu cahaya dengan panjang gelombang paling kecil atau frekuensi tinggi akan paling besar terkena dampak pancaran ini



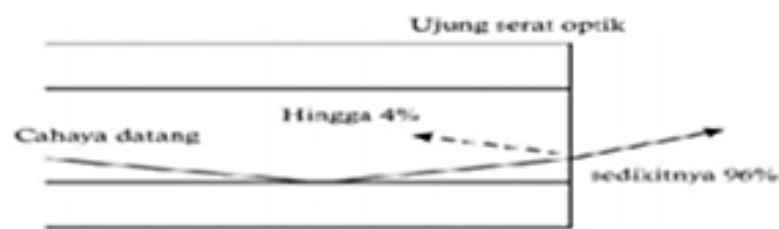
Gambar 2.4 Cahaya terpancar ke segala arah(chip dan Elliot 2008 :54)

3) Pemantulan *Fresnel*

Ketika Sinar cahaya menumbuk sebuah titik perubahan indeks bias dan terpancar ke segala arah komponen pancaran yang merambat dengan sudut datang mendekati garis normal atau 90° akan langsung lewat menembus bidang perbatasan akan tetapi tidak semua bagian dari cahaya

yang datang dengan sudut mendekati garis normal akan menembus bidang perbatasan sebagian kecil dari cahaya itu akan terpantul balik di bidang pembatasan efek ini dapat menjadi masalah untuk cahaya yang meninggalkan ujung output serat optik seperti gambar. 4 di titik ini terjadi perubahan seketika dari indeks bias ke index bias udara yang ada di luar serat optik efek yang sama juga terjadi pada arah yang berlawanan sebagian sangat kecil cahaya yang datang dan hendak memasuki serat optik akan terpantul balik oleh bidang perbatasan udara dan kursi seperti pada gambar. 5 seberapa besar propagasi cahaya yang menembus bidang pembatas dan seberapa besar cahaya yang terpantul Bali tentukan oleh besarnya perubahan indeks bias di bidang perbatasan dan dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$\text{Daya terpantul} = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2 \quad (6)$$



Gambar 2.5 Pemantulan fresnel (chip dan Elliot 2008 :54)

(1) Rugi-rugi penggantian ragam atau mode losses

Daya yang sudah dilepas dengan baik ke dalam suatu ragam yang merambat mungkin kemudian digandengkan ke dalam satu ragam bocor atau ragam radiasi pada sebuah titik yang relatif jauh pada *fiber* efek penggantian ini dapat terjadi karena produk ini timbul pada saat serat

optik di kopel atau disambungkan dengan sumber cahaya atau fotodetektor rugi-rugi kopling dapat diperkecil dengan penambahan lensa di depan sumber cahaya atau pembentukan permukaan tertentu misalnya pada sumber cahaya atau ujung *fiber*



Gambar 2.6 Penggandengan ragam model kopling

Rugi-rugi penggandengan ragam secara umum sebagai berikut

$$\mu = \frac{P_{in}}{P_{out}}, \quad (8)$$

maka

$$L = -10 \log \mu, \quad (9)$$

dengan:

L = rugi rugi daya

P_{in} = cahaya yang dimasukkan ke dalam serat optik satuannya watt

P_{out} = daya yang dipancarkan oleh sumber satuannya watt

μ = efisiensi penyambungan

(2) rugi-rugi penyambungan

Rugi-rugi penyambungan dengan frekuensi *place* ini ditimbulkan sebagai akibat tidak sempurnanya kegiatan penyambungan sehingga sinar dari serat optik yang satu tidak dapat dirambatkan ke seluruhnya ke dalam

serat yang lain beberapa kesalahan penyambungan yang menimbulkan rugi-rugi.

- a. Sambungan kedua serat optik membentuk sudut
- b. Sambungan kabel serat optik tidak sejajar
- c. Sumbu kedua serat optik berimpit tetapi ada celah diantaranya
- d. Ada perbedaan ukuran antara kedua serat optik yang disambungkan.

2. Perancangan Fiber To The Home (FTTH)

Fiber To The Home (FTTH) adalah sistem penyediaan akses jaringan fiber optik dimana titik konversi optik berada di rumah pelanggan [3]. Titik konversi optik merupakan ujung jaringan fiber optik di sisi *client* yang berfungsi sebagai tempat konversi sinyal optik ke sinyal elektrik sebelum diakses oleh berbagai perangkat. FTTH adalah satu dari berbagai alternatif jaringan FTTX. Istilah yang lainnya adalah *Fiber To The Building* (FTTB), *Fiber To The Curb* (FTTC), *Fiber To The Tower* (FTTT), atau *Fiber To The Zone* (FTTZ).

Definisi lain dari *Fiber to the Home* (FTTH) adalah sebuah jaringan akses, yakni jaringan yang menghubungkan jaringan **core** dengan pelanggan. FTTH merupakan penerapan *Passive Optical Network* yang menyampaikan sinyal melalui serat optik dengan titik terminasi di rumah pelanggan. Jaringan FTTH berakhir di rumah pada perangkat *optical network terminal* (ONT) [8].

Arsitektur jaringan komunikasi fiber optik yang digunakan dalam FTTH adalah *Passive Optical Network* (PON). PON merupakan jaringan *point-to-multipoint* yang tidak memiliki komponen aktif selain di sisi *Central Office*(CO) dan sisi pelanggan / *user*. Dengan kata lain, sinyal optik dikirimkan hanya melalui komponen pasif yaitu fiber optik, *splices*, dan *splitter/combiner*. PON merupakan teknologi terbaru setelah *Point-to-point fiber connection*, dimana tiap client memiliki jalur fiber optik pribadi untuk menuju CO, dan *Active Optical Network*(AON), yaitu jaringan yang membutuhkan komponen aktif berupa switch elektronik sebagai penyalur informasi. [4]

Sejak ditemukan oleh British Telecom pada 1980-an, PON terus dikembangkan karena memiliki fleksibilitas tinggi. Terbukti dari munculnya berbagai skema jaringan baru yang berakar dari PON, yaitu GE-PON, Broadband PON (BPON), GPON [5], XGPON, dan Ethernet PON (EPON) [6]. Pengembangan PON juga dilakukan pada cara sharing data yang dilakukan, yaitu TDM-PON, WDM-PON, dan Hybrid-PON [4]. Topologi dari PON juga dapat divariasikan seperti jaringan pada umumnya menggunakan topologi *tree*, *bus*, atau *ring*.

3. Optisystem

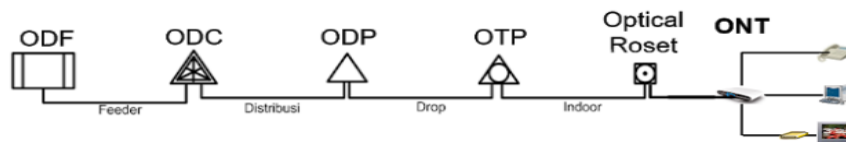
Optisystem adalah sebuah simulator yang berbasis pada pemodelan sistem komunikasi optik yang bersifat nyata. Optisystem dilengkapi dengan Graphical User Interface (GUI) yang menyeluruh yang terdiri dari project layout, komponen netlist, model komponen dan tampilan grafik. Library

Optisystem terdiri dari komponen aktif dan pasif yang tergantung kepada parameter wavelength. Dalam pensimulasian jaringan fiber optik dari ISP ke enduser melalui OptiSystem, pemodelan akan dilakukan dengan menggunakan software optisystem. Hal ini dilakukan karena optisystem merupakan perangkat lunak yang komprehensif yang memungkinkan kita untuk mendesain, menguji, dan mensimulasikan jaringan optic. Selain itu, Optisystem dilengkapi dengan instrumen virtual sehingga kita bisa melakukan penelitian tanpa terkendala oleh ketersediaan peralatan. *Optisystem ini* digunakan untuk melakukan simulasi suatu jaringan *fiber* optik mulai dari sentral sampai end-user, selain itu Optisystem juga mendukung untuk pengukuran jaringan seperti *Power Link Budget* dan *Rise Time Budget*. Dalam melakukan perancangan jaringan FTTH, ada beberapa poin penting yang harus kita tentukan terlebih dahulu, diantaranya:

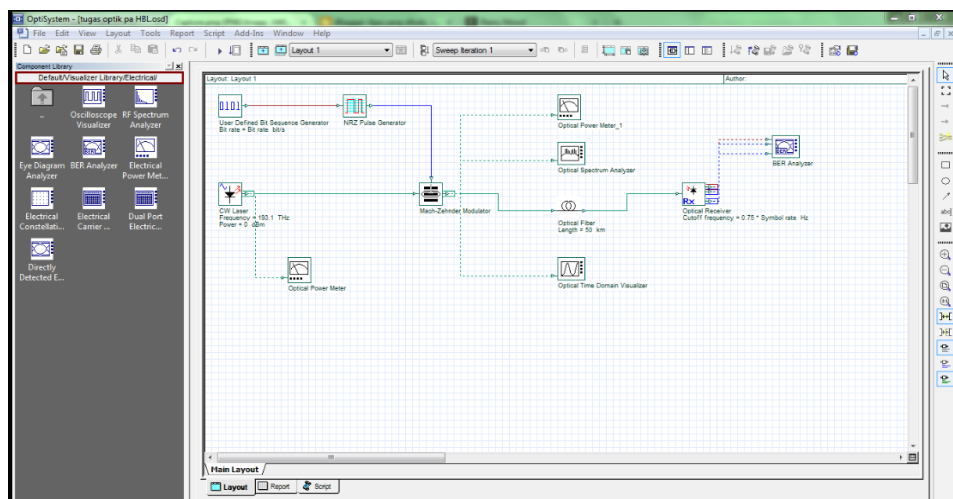
- 1) Panjang link atau jalur dari sentral s/d pelanggan.
- 2) Daya pancar di sentral.
- 3) Panjang gelombang yang digunakan.
- 4) Penggunaan penguat atau amplifier.
- 5) Berapa kali sambungan kabel.
- 6) Responsivitas perangkat penerima

Setelah mengetahui requirements dari beberapa poin tersebut, nilai diatas sebagai tolok ukur atau standard dalam menentukan kualitas

jaringan. Dalam melakukan perancangan FTTH jangan lupa mengenai arsitektur jaringan FTTH mulai dari sentral sampai dengan user. Kalau kita urutkan mulai dari sentral berarti ada OLT, ODF, ODC, ODP, roset, dan ONU/ONT.



Gambar 2.7 Arsitektur jaringan FTTH (optiwave.com. 2018)



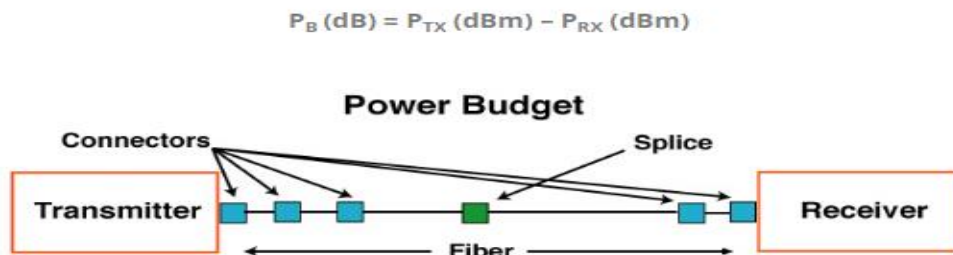
Gambar 2.8 Penggunaan aplikasi *optisystem*(optiwave.com. 2018).

4. *Link power budget*

Link power budget adalah cara untuk menghitung penguatan dan redaman dari semua parameter yang dibutuhkan untuk membangun suatu jaringan seperti jaringan FTTH, jaringan *Microwave*, ataupun Jaringan *fiber* optik. Dimana perhitungan dari *Link Budget* ini dapat memaksimalkan hasil dari arsitektur jaringan yang akan dibuat. Parameter yang dihitung dalam rumus perhitungan link budget dapat berupa penguatan atau gain dan redaman atau *loss*. Rumus untuk menghitung *Link Budget* berasal dari

hasil perhitungan dari Gain (Penguatan) dan Loss yang ada pada suatu pemancar. Gain dapat berasal dari amplifier sedangkan Loss dapat disebabkan oleh konektor, media penghantar (kabel, udara, dll), dan dapat pula berasal dari instalasi.

Perhitungan *Link Budget* ini sangat penting dalam suatu perancangan jaringan karena dengan Link Budget kita dapat mengetahui seberapa besar daya yang akan dipancarkan oleh pemancar agar dapat diterima dengan baik di sisi penerima.



Gambar 2.9 Perhitungan *power budget* (www.optiwave.com)

Tujuan dilakukannya perhitungan *power budget* adalah untuk menentukan apakah komponen dan parameter desain yang dipilih dapat menghasilkan daya sinyal di penerima sesuai dengan tuntutan persyaratan performansi yang diinginkan serta untuk melakukan proses evaluasi secara rutin. Perhitungan *power budget* dilakukan berdasarkan keadaan jaringan seperti :

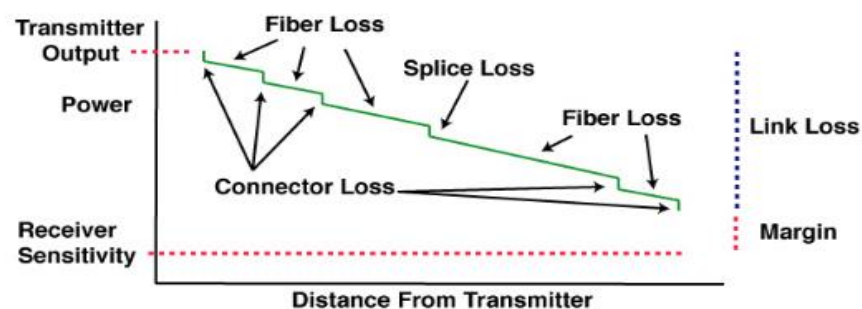
- a. Daya minimum transmitter (PS) (dBm)
- b. Sensitivitas minimum receiver (PR) (dBm)
- c. Atenuasi (α) (dB/km)

- d. Rugi-rugi penyambungan seperti rugi konektor (Lossconn) dan splice (Losssplice) (dB)
- e. Margin saluran (Lossmargin)(dB)
- f. Jarak sambungan (l) (km)
- g. Jumlah konektor dan splice

Perhitung power budget adalah sebagai berikut:

- System Gain (Gs) = Pt –MRP dB
- Lo = D.Lf + Nc.Lc + Ns.Ls + Lps dB
- M = (Pt-MRP)-Lo dBm

Saat melakukan perhitungan *power budget*, ada beberapa elemen yang harus diperhitungkan. Adapun beberapa elemen dasar yang menentukan kinerja sistem transmisi tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 2.10 Kinerja sistem transmisi *Optisystem*

(www.optiwave.com)

- o *Fiber loss* : *Fiber loss* sangat mempengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan, yang dinyatakan oleh dB per kilometer. Kehilangan

serat total dihitung berdasarkan jarak \times faktor kehilangan (disediakan oleh pabrikan).

- *Connector loss* : hilangnya pasangan konektor yang gabungan. Konektor multimode biasanya akan mengalami kerugian 0,2-0,5 dB. Konektor mode tunggal, yang dibuat oleh pabrik dan disambungkan akan mengalami kerugian sebesar 0,1-0,2 dB. Konektor mode tunggal yang diakhiri lapangan mungkin mengalami kerugian setinggi 0,5-1,0 dB.
- Jumlah dan jenis sambungan: Kehilangan sambungan mekanis umumnya berkisar antara 0,7 hingga 1,5 dB per konektor. Kehilangan sambungan fusi adalah antara 0,1 dan 0,5 dB per-sambungan. Karena faktor kehilangan yang terbatas, splices fusi lebih disukai.
- Power margin/Margin daya: margin anggaran daya umumnya mencakup penuaan serat, penuaan komponen pemancar dan penerima, perangkat tambahan, puntiran dan pelengkungan serat yang tidak disengaja, *splices* tambahan, dll. Margin diperlukan untuk mengkompensasi degradasi link, yang ada dalam kisaran 3 hingga 10 dB.

5. Managemen Core

Kabel fiber optik core yang berada di dalam kabel fiber optik multi core adalah berwarna warni. Jika mengupas kabel fiber optik yang memiliki jumlah core atau tube yang banyak, maka akan menemukan

banyak warna yang berulang. Warna- warna kabel fiber optik core ini sebenarnya adalah kode, yang akan memudahkan teknisi fiber optik saat instalasi atau perbaikan. Penggunaan warna ini secara internasional sudah melalui kesepakatan standard TIA/EIA-598 yang menggunakan 12 warna untuk menentukan warna kabel fiber optik core. Kedua belas warna itu biasanya disingkat dengan nama “BOHCAP MEHIKUVIPITOS” yang merupakan urutan untuk warna kabel fiber optik core. Urutan tersebut bersifat baku dimana mulai urutan 1 = Biru, 2 = Orange, 3 = Hijau, 4= Cokelat, 5 = Abu-abu, 6 = Putih, 7 = Merah, 8 = Hitam, 9 = Kuning, 10 = Violet, 11 = Pink, 12 = Tosca.



No urut serat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Warna	Biru	Oranye	Hijau	Coklat	Abu-abu	Putih	Merah	Hitam	Kuning	Ungu	Merah muda	Biru toska

Gambar 2.11 Persyaratan warna pada kabel fiber optik

(www.dct.co.id)

Dalam kabel fiber optik dengan jumlah core yang banyak, maka core itu akan dikelompokkan dalam satu selubung (tube). Satu tube mengandung 12 warna kabel fiber optik core. Dengan demikian kabel fiber optik 24 core akan memiliki 2 tube yang masing masing berisi 12 warna core serat optik yang berbeda. Warna selubung untuk

pembungkus “kelompok” warna core serat optik-pun juga berdasarkan urutan di atas. Untuk contoh di atas, maka selubung corenya akan berwarna biru dan orange. Demikian seterusnya. Sehingga jika mengupas kabel fiber optik 96 core, maka akan memiliki 8 selubung dengan warna biru, orange, hijau, coklat, abu-abu, putih dan merah. Dan jika menentukan warna kabel fiber optik core yang ke 24, maka akan berada dalam selubung berwarna orange, dan serat optik yang berwarna tosca. Demikian seterusnya.

Persyaratan Warna Loose Tube pada Lapisan Dalam

No Urut Loose Tube	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Warna	Biru	Oranye	Hijau	Coklat	Abu-abu	Putih	Merah	Hitam	Kuning	Ungu

Persyaratan Warna Loose Tube pada Lapisan Luar

No Urut Loose Tube	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Warna	Biru	Oranye	Hijau	Coklat	Abu-abu	Putih	Merah	Hitam	Kuning	Ungu	Merah muda	Biru tosca	Warna Emas	Warna Perak

Gambar 2.12 Persyaratan warna pada loose tube fiber

optik(www.dct.co.id)

A. Penelitian yang Relevan

1. Penelitian yang dilakukan oleh Rochmah N.S “Analisis *Power Budget* Jaringan Komunikasi Serat Optik PT Telkom di STO Jatinegara” pada tahun 2009. Bahwa perhitungan dan analisis power budget berada pada batas standarisasi yang ditentukan,

akses tersebut masih sangat positif dan masih berada dalam standarisasi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa berdasarkan hasil analisis power budget ke-empat jaringan akses tersebut masih memiliki performansi yang sangat baik.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Fazra Habib “Analisa Rugi-Rugi Serat Optik Menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer* Dengan Aplikasi AQ77932 *Emulation*” pada tahun 2015. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa Rugi-rugi akan mempengaruhi performansi sistem komunikasi serat optik jika nilai rugi-rugi dari hasil pengukuran melebihi nilai hasil perhitungan *link power budget*, nilai rugi-rugi yang melebihi nilai perhitungan *link power budget* akan membuat core tersebut tidak layak sebagai media transmisi serat optik.
 3. Penelitian yang dilakukan oleh Iswan Umaternate “Sistem Penyambungan dan Pengukuran Kabel *Fiber* Optik Menggunakan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) pada PT.Telkom Kandatel Ternate” pada tahun 2016”, menunjukkan bahwa redaman akan mempengaruhi sistem komunikasi serat optik jika nilai redaman melebihi nilai standar ITU-T yaitu 0,4 dB/Km. Nilai redaman yang melebihi standar ITU-T akan membuat core tersebut tidak layak digunakan sebagai media transmisi serat optik.
7. Komunikasi serat optik lebih banyak menguntungkan dari pada komunikasi dengan menggunakan media yang lain. Pada komunikasi serat optik juga dapat menyebabkan penundaan bila

jarak yang di tempuh semakin jauh, untuk mengoptimalkan pengiriman data yang semakin jauh maka harus membutuhkan penguat (*repeater*).

4. Penelitian dengan judul Optimalisasi jaringan komunikasi serat optik melalui analisa power budget Studi Kasus PT. Telkom STO Padang pada tahun 2017, bahwa komunikasi serat optik tidak lepas dari perhitungan anggaran daya atau *power budget* sistem komunikasi berjalan baik dan lancar apabila tidak kekurangan anggaran daya atau power budget analisis power budget ini sangat penting dilakukan secara berkala untuk menilai dan mengevaluasi kelayakan suatu jaringan komunikasi optik analisis power budget pada penelitian ini dilakukan untuk jaringan komunikasi yang berada di area Padang PT. Telkom untuk mengetahui kualitas jaringan berdasarkan pengukuran menggunakan alat ukur OTDR dan power meter yaitu melihat besaran redaman serat optik sepanjang link padang-bukittinggi parameter yang digunakan meliputi redaman sambungan, redaman konektor, serat optik dan jumlah penguat optic. power budget digunakan untuk menentukan kelayakan dari jaringan serat optik dari hasil penelitian yang diperoleh bahwa redaman pada kabel serat optik tipe G 655 Padang Bukittinggi sesuai dengan rekomendasi dari CCIT yaitu komunikasi jarak jauh dan maksimal yang diperbolehkan adalah 0,25 dB/km sehingga dapat disimpulkan berdasarkan data hasil analisis power budget diperoleh hasil yang baik.

5. Penelitian dengan judul Analisis Teknologi GPON untuk Perluasan Jaringan Fiber to The Home (FTTH) tahun 2017. Penelitian ini dimulai dengan memilih lokasi yang ingin diperluas lalu dilakukan survei lokasi untuk dijadikan dasar dalam melakukan desain jaringan. Setelah itu dilakukan pemilihan perangkat dan spesifikasi dan membuat simulasi jaringan menggunakan *optic system*. Dari hasil simulasi didapat nilai rise time budget arah upstream sebesar 0,38 ns dan downstream sebesar 0,9 ns nilai tersebut sudah sesuai karena kurang dari 70% satu periode bit NRZ. Nilai *link power budget* sebesar 22,15 dB, sudah sesuai karena kurang dari standar yaitu 25 dB. daya terima pada jarak terjauh untuk upstream sebesar 19,36 dBm dan downstream sebesar -20,91 sudah sesuai karena lebih dari standar -28 dBm berdasarkan hasil simulasi yang telah dibuat dapat dinyatakan layak untuk diterapkan karena Sesuai dengan standar yang ditentukan oleh PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan ITU-T.
6. Penelitian dengan judul Perancangan dan Analisis Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Dengan *Optic system* Untuk Perumahan Permata Sariwangi Asri Gegerkalong Bandung Oleh Linda Rasyida Purnamasari, menganalisa kinerja jaringan FTTH berdasarkan beberapa parameter yaitu *link power budget*, *rise time budget*, *signal to noise ratio* (SNR) bit *error rate* (BER) dan menganalisa secara langsung masalah yang terjadi di lapangan pada jaringan FT di perumahan Sariwangi Asri telah terpasang perangkat GPON yaitu 1

ODC, 54ODP dan 227 ONT dengan total pelanggan sebanyak 227 user. Diperoleh hasil uji jaringan yang telah terimplementasi FTTH telah layak dengan memenuhi standar jaringan yang ditetapkan oleh PT.Telkom.

B. STATE OF THE ART

Pada Tabel 2.1 dapat dilihat perbandingan performansi jaringan sensor dalam aplikasi monitoring berbasis IoT dan juga perbandingan sistem antena cerdas dengan menggunakan metode *beam steering* yang digunakan untuk jaringan sensor IoT.

Tabel 2.2. *State of The Art*

No.	Penulis	Judul / Tahun	Penerbit	Metode	Jenis Antena / Frekuensi	Hasil
1	Nyoman Putra Sastra ; Dewa Made Wiharta	<i>Environmental Monitoring As An IoT Application in Building Smart Campus of Universitas Udayana</i> 2016	2016 International Conference on Smart Green Technology in Electrical and Information Systems (ICSGTEIS)	Sensor Humidity DHT11, ESP8266	Frekuensi WiFi 2,4 GHz	Data dikirim sensor ke web server oleh ESP8266 melalui WiFi, dan untuk area yang tidak terjangkau WiFi komunikasi menggunakan Xbee 802.15.4
2	Shie-Yuan Wang, Yo-Ru Chen, Tzu-Yang Chen, Chia-Hung Chang, Yu-Hsiang Cheng, Chun-Chia Hsu, and Yi-Bing Lin	<i>Performance of LoRa-based IoT Applications on Campus</i> 2017	2017 IEEE 86th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall)	Monitoring kualitas udara dengan Sensor PM2.5	LoRa 915 MHz, antena Gemtek	Pada indoor paket loss sekitar 60-90 % pada jarak 1,2 km, pada outdoor daya pancar 20 dBm dan jarak 1,1 km paket loss hampir 0%, paket loss sebesar 50% dengan sudut antena 0% pada jarak 1,1 km
3	Rizky Pratama Hudhajanto ; Nurul Fahmi ; Eko Prayitno ; Rosmida	<i>Real-Time Monitoring for Environmental Through Wireless Sensor Network Technology</i>	2018 International Conference on Applied Engineering (ICAIE)	Sensor Temperature LM35, Humidity DHT11, Carbon dioxide (CO2) MQ3,	Zigbee 802.15.4 / dengan antena standar modul Zigbee	Dari hasil pengujian komunikasi sensor dan gateway, tingkat data yang error pada jarak 90-100 m 57,8%, jarak 10-20 m error 0%.

		2018		Xbee Pro S1 802.15.4		
4	Adnan ; A. Ejah Umraeni Salam ; Arham Arifin ; Muhammad Rizal	<i>Forest Fire Detection using LoRa Wireless Mesh Topology</i> 2018	The 2nd East Indonesia Conference on Computer and Information Technology (EIconCIT) 2018	Sensor temperature LM35, Humidity DHT11	Lora shield 915 MHz	Dalam NLOS jarak yang tercover hanya mampu 500 m, menambah 4 modul LoRa untuk mengcover area yang luas
5	Ahmed Kausar ; Hani Mehrpouyan ; Mathini Sellathurai ; Rongrong Qian ; Shafaq Kausar	<i>Energy Efficient Switched Parasitic Array Antenna for 5G Networks and IoT</i> 2016	2016 Loughborough Antennas & Propagation Conference (LAPC)	4:1 Analog Device Multiplier ADG 904 RF Switch	Switched Parasitic Array (SPA) 6 elemen parasitic 1 elemen center (feed element) 2,45 GHz	Beam steering antena berputar 360° setiap step perpindahan 60°, gain antena 8 dB
No.	Penulis	Judul / Tahun	Penerbit	Metode	Jenis Antena / Frekuensi	Hasil
6	Kranti Kumar Katare ; Animesh Biswas ; Karu P. Esselle	<i>Directive Array Based Pattern Reconfigurable Antenna</i> 2017	2017 11th European Conference on Antennas and Propagation (EUCAP)	6 saklar ON/OFF yang terhubung ke elemen parasitic	Parasitic Array berbahan strip logam 1 elemen monopole 6 elemen parasitic 2,45 GHz	Antena dapat berpindah beam setiap step 360°, gain antena ~8 dB setiap perpindahan sudut arah
7	Roktim Konch ; Angana Sarma ; Sivaranjan Goswami ; Kumaresh Sarmah	<i>Design of a Pattern Reconfigurable Switched Parasitic Array for Null Steering Application</i> 2018	2018 2nd International Conference on Electronics, Materials Engineering & Nano-Technology (IEMENTech)	7 PIN Dioda yang terhubung dengan elemen parasitic	Patch dengan substrate FR4 1 elemen driven aktif 7 patch parasitic 5 GHz	3 elemen parasitic dengan arah yang sama terhubung ke elemen aktif menghasilkan beam yang lebar, dan beam <i>null</i> di arah yg berlawanan
8	Luca Santamaria ; Fabien Ferrero ; Leonardo Lizzi	<i>Radiation Pattern Agile Antenna for Smart IoT Gateways</i> 2018	2018 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation & USNC/URSI National Radio Science Meeting	6 saklar ON/OFF	Silinder tembaga tertutup atas dan bawah, terpasang 6 slot persegi di 2 level 1 monopole terpasang di dasar silinder sebagai ground plane 2,44 GHz	Perpindahan arah setiap 60°, gain dan HPBW berubah pada konfigurasi pattern yang beda
9	Nosherwan Shoaib ; Sana Ilyas ; Aimen Raza ; Tayyab Hassan	<i>Beam Steering Using Active Superstrate Antenna for WLAN Applications</i> 2019	2019 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI Radio Science Meeting	8 PIN Diode	Aktif substrate berbentuk patch metalik dan patch gradasi grid metalik 5,25 GHz	Penggabungan AIS-PSR menghasilkan sudut kemiringan perpindahan -41° dan gain meningkat dari 5,3 dB menjadi 8,3 dB.

Perbandingan beberapa penelitian *fiber optic* dapat dilihat pada table berikut. Beberapa penelitian yang telah dilakukan termasuk perhitungan rugi-rugi dan Teknik penyambungan *fiber optic*.

Tabel 1. State of The Art

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil
1	Analysis Implementation Fiber to the Home (FTTH) Devices with Optisystem on the STO Ahmad Yani to Gateway Apartement	Aghnia Fatyah Sabika	2014	Pengujian analisis hanya dilakukan un <i>inkoptik</i> jarak terjauh. BER dan <i>link power budget</i> simulasi berupa parameter	perhitungan kelayakan sistem untuk <i>link power budget</i> pada jarak terjauh,
2	Analisa Rugi-rugi serat Optik menggunakan optical time domain reflector dengan aplikasi AQ77932	Fazra Habib	2015	Menghitung besaran redaman menggunakan splikasi AQ77932	Rugi-rugi akan mempengaruhi performansi system komunikasi serat optik jika nilai rugi-rugi yang melebihi nilia perhitungan link power budget
3	System penyambungan dan pengukuran kabel fuber optik menggunakan OTDR pada PT Telkom Kendater tertate	Iswan Umaternate	2016	Menghitung besaran redaman yang terdapat pada penyambungan kabel Optik	penelitian tersebut menunjukkan bahwa redaman akan mempengaruhi sistem komunikasi serat optik jika nilai redaman melebihi nilai standar ITU-T yaitu 0,4 dB/Km.

4	Analisis Power Budget Jaringan Komunikasi Serat Optik PT Telkom di STO Jatinegara	Rochmah N.S	2018	Menghitung nilai Loss hasil pengukuran apa masih dalam batas standarisasi jaringan kabel optik	hasil perhitungan dan analisis power budget juga terlihat bahwa nilai loss hasil pengukuran masih berada dalam batas standarisasi yang ditentukan dan nilai Margin yang dihasilkan oleh keempat jaringan akses tersebut masih sangat positif dan masih berada dalam standarisasi
5	Optimalisasi Jaringan Komunikasi Serat Optik melalui Anlisa Power Budget (Studi Kasus PT. Telkom STO Padang)	Kartiria	2017	Meggunakan perhitungan power budget, menggunakan pengukuran kualitas jaringan dengan alat ukur OTDR dan power meter	Diperoleh hasil untuk power budget baik karena sesuai dengan standar yang direkomendasikan dari CCIT unruk serat optic tipe G 655
6	Analisis Teknologi GPON untuk perluasan Jaringan FTTH di Perumahan Manggis	Abdul Hamid Al-Fauziah, Imam Santoso, dan Teguh Prakoso	2017	Menggunakan teknologi GPON untuk perluasan FTTH dengan menggunakan optic system untuk simulasi dan link power budget	Hasil simulasi dinayakan layak untuk diterapkan karena sudah sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh PT. Telekomunikasi Indonesia
7	Perancangan dan Analisa jaringan FTTH dengan optisystem untuk	Linda Ulifaurrosyidah Purnamasari	2015	Analisa kinerja jaringan FTTH dengan parameter Link power	Berdasarkan hasil uji diperoleh data jaringan yang terimplementasi

	perumahan permata sariwangi Asri gegeraklong Bandung			budget, rise time budget SNR dan BER	FTTH telah layak dengan memenuhi standar jaringan yang ditetapkan Telkom
--	---	--	--	--	---

Dari beberapa penelitian terdahulu yang telah dipaparkan pada table diatas, terdapat peneliti yang telah mengangkat judul penelitian yang menggunakan simulasi *optic system* untuk membuat desai jaringan yang akan dimplementasikan, dan menggunakan *link power budget* untuk perhitunga anggaran daya. Ada pula peneliti yang mnggunakan teknologi GPON untuk perluasan jaringan menggunakan FFTH. Peneliti lain menggunakan Analisa *power budget* dengan menggunakan alat ukur OTDR dan peneliti lain melakukan perhitungan rugi-rugi pada saat penyambungan kabel *fiber optic*. Berdasarkan dari hasil tinjauan dari penelitian seblumnya dan membandingkan metode yang digunakan, maka pada penelitian ini diangkat judul *Optimaslisasi Fiber Optic Dengan Perluasan Jaringan Baru Menggunakan Optic System Dengan Manajemen Core Dan Perhitungan Link Power Budget*. Dimana *optic system* digunakan untuk membuat simulasi jaringan yang akan dibuat, dan *link power budget* untuk perhitungan rugi-rugi Perbedaan terlihat pada penggunaan *manajemen core* untuk metode penyambungan. Hal ini tentunya akan menghasilkan efisiensi dari segi penggunaan kabel karena prosedur penyambungan yang dilakukan yaitu dengan menyambungkan kabel di bagian akhir area tersebut tanpa membuat sambungan lagi dari awal.

C. KERANGKA PIKIR

