

BAB II

DASAR TEORI

2. 1. KAJIAN PUSTAKA

Penyusunan Tugas Akhir mengenai perancangan jaringan FTTH di perumahan Anthurium *Regency* menggunakan tiga referensi jurnal skripsi atau tugas akhir sebagai bahan penelitian. Adapun kelebihan dan kekurangan beberapa penelitian sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya oleh Rizky Mauludy Muttaqien, Akhmad Hambali, Ir., MT.2, Musarah Wim pada tahun 2016 yang berjudul Perancangan Jaringan Akses *Fiber To The Home* (FTTH) Menggunakan Teknologi *10 - Gigabit Passive Optical Network* (XGPON) Untuk Perumahan Graha Yasa Asri Dengan Ducting Bersama. Hasil dari simulasi pada *Optisystem* nilai *link power budget* yang di dapatkan sudah memenuhi standarisasi yang ditentukan yaitu $-20,537$ dBm untuk *downstream* dan $-23,328$ dBm untuk *upstream*. Sehingga nilai tersebut sudah dikatakan layak karena tidak melebihi nilai sensitivitas dayanya yaitu -28 dBm. Untuk nilai *Q factor* dan BER yang di dapatkan pada simulasi juga sudah memenuhi standarisasi yang di tetapkan yaitu untuk *downstream* 6,10 dan *upstream* 6,18 nilai tersebut sudah dikatakan layak karena minimal *Q factor* yaitu 6. Sedangkan nilai BER yang di dapatkan *downstream* sebesar $5,07235 \times 10^{-10}$ dan untuk *upstream* sebesar $3,23372 \times 10^{-10}$. Sehingga dapat disimpulkan kedua nilai tersebut memenuhi nilai minimum BER yang ditentukan untuk optic yaitu 10^{-9} [2].

Penelitian selanjutnya yaitu oleh Ian Amri Dinina, Imam Santoso dan Teguh Prakoso pada tahun 2016 yang berjudul Analisis Perbandingan Teknologi GPON Dan XGPON Untuk Perancangan Jaringan *Fiber To The Home*. Berdasarkan hasil analisis diperoleh kesimpulan bahwa kedua teknologi ini (GPON dan XGPON) layak untuk diterapkan. Untuk nilai BER dan *Q Factor* yang diperoleh juga sudah memenuhi syarat dari standarisasi yang ditentukan[3].

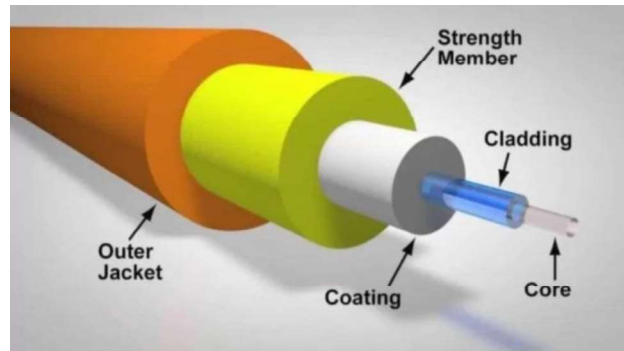
Penelitian selanjutnya yaitu oleh Nur Rizki Yulizar, Ir., MT. Akhmad Hambali, Andi Audy Oceanto, ST., MT pada tahun 2015 yang berjudul Analisis Perancangan Teknologi *Hybrid* GPON dan XGPON Pada Jaringan FTTH Di Perumahan Batununggal. Berdasarkan perhitungan dan simulasi mengenai *link*

power budget baik pada teknologi GPON maupun XGPON dapat dikatakan layak, karena nilai redaman yang diperoleh tidak melebihi batas yang telah ditetapkan oleh PT. Telkom dan ITU-T. Untuk nilai BER dan *Q Factor* yang di dapatkan juga sudah memenuhi standarisasi[4].

2.2. DASAR TEORI

2.2.1. SERAT OPTIK

Serat optik merupakan saluran transmisi atau sejenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus. Serat optik dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain menggunakan laser sebagai sumber cahaya. Struktur serat optik terdiri dari 3 bagian yaitu *core*, *cladding* dan *coating*. *Core* atau bagian paling utama dari serat optik merupakan gelombang cahaya yang dikirim akan merambat dan mempunyai indeks bias lebih besar dari lapisan kedua. *Core* mempunyai diameter yang bervariasi antara 5 sampai 200 μm tergantung dari jenis serat optiknya. Bagian kedua yaitu *cladding* atau lapisan selimut yang mempunyai indek bias lebih kecil dibandingkan dengan bagian inti (*core*). Bagian ketiga yaitu *coating* sebagai pelindung lapisan inti dan selimut yang terbuat dari bahan plastik elastik[5].



Gambar 2.1 Struktur Serat Optik[6]

Kabel serat optik terbagi menjadi 3 jenis :

1. *Single Mode*

Single mode mempunyai ukuran diameter *core* yang sangat kecil yaitu sekitar 4 sampai 10 μm . *Single mode* juga mempunyai diameter *cladding* sebesar 125 μm . *Single mode* hanya dapat mentransmisikan sinyal dalam satu *mode*, sehingga *single mode* dapat mencegah terjadinya dispersi. Oleh karena itu, *single mode*

cocok untuk kapasitas besar dan komunikasi serat optik jarak jauh. *Bandwidth* yang dimiliki pada serat optik ini relatif besar dengan *bit rate* yang tinggi sehingga sering digunakan untuk komunikasi jarak jauh[7]. Gambar 2.2 merupakan serat optik *single mode*.



Gambar 2.2 Serat Optik *Single Mode*[7]

2. *Multimode Step Index*

Multimode mempunyai ukuran inti yang lebih besar yaitu diameter *core* 50 sampai 125 μm dan diameter *cladding*-nya yaitu 125 sampai 500 μm . *Multimode step index* mentransmisikan cahaya inframerah yang panjang gelombangnya 850 sampai 1300 nm dari LED. Serat ini digunakan untuk mentransmisikan banyak sinyal dalam setiap serat dan sering digunakan pada jaringan komputer dan LAN. Namun, *multimode step index* memiliki rugi – rugi dispersi pada saat transmisi yang besar dan cocok untuk menyalurkan data atau informasi dengan jarak relatif dekat. Gambar 2.3 merupakan serat optik *multimode step index*.



Gambar 2.3 Serat Optik *Multimode Step Index*[7]

3. *Multimode Graded Index*

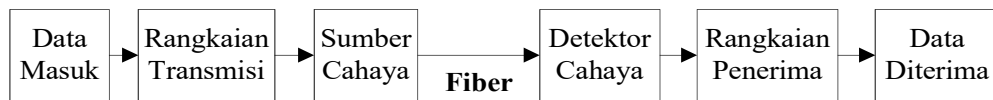
Pada jenis *graded index* ini mempunyai diameter *core* sekitar 30 sampai 60 μm dan diameter pada *cladding*-nya yaitu 100 sampai 150 μm terdiri dari sejumlah lapisan gelas yang memiliki *index* bias yang berbeda. *Index* bias terdapat pada pusat *core* dan berangsur turun sampai ke batas *core – cladding*. Akibatnya dispersi waktu berbagai mode cahaya yang merambat berkurang sehingga cahaya akan tiba pada waktu yang bersamaan[1]. Gambar 2.4 merupakan serat optik *multimode graded index*.



Gambar 2.4 Serat Optik *Multimode Graded Index*[7]

2.2.2. SISTEM KOMUNIKASI SERAT OPTIK

Sistem komunikasi serat optik merupakan suatu sistem yang menggunakan kabel serat optik sebagai penghantar gelombang cahaya yang membawa suatu sinyal informasi. Data yang diterima pada sisi penerima merupakan data elektrik yang berasal dari data keluaran komponen sistem transmisi serat optik yaitu pemancar optik (*optical transmitter*), serat optik sebagai media transmisi dan penerima optik (*optical receiver*). Secara umum sistem komunikasi serat optik dapat dijelaskan pada gambar 2.5.



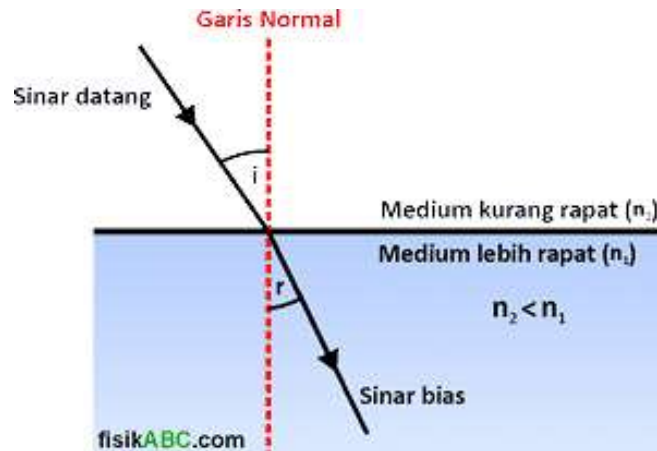
Gambar 2.5 Sistem Komunikasi Serat Optik

Pada gambar 2.5 data yang akan dikirimkan dapat berupa data analog atau digital. Dalam sistem serat optik maka data berasal dari data elektrik yang akan diubah dahulu ke optik oleh sumber cahaya berupa LED. Kemudian disambungkan dengan *splices* atau konektor dari serat satu ke yang lain yang kemudian diterima oleh detektor berupa PIN yang akan mengubah dari optik ke data elektrik selanjutnya akan diubah ke data semula[8].

2.2.3. PEMBIASAN CAHAYA (Hukum *Snellius*)

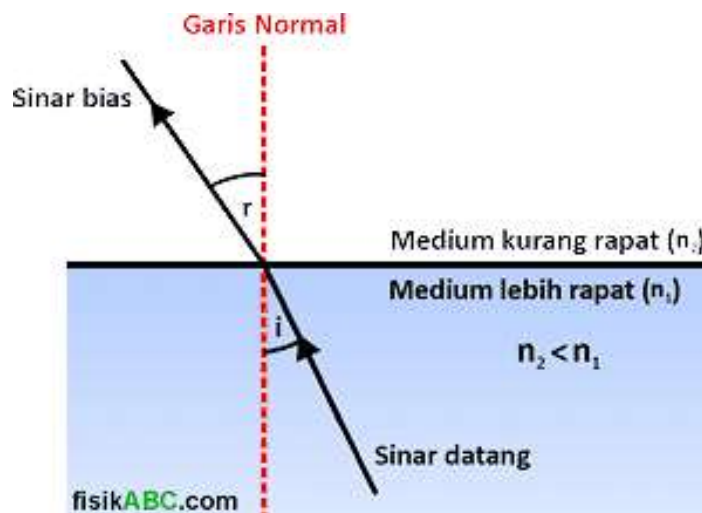
Ketika cahaya cahaya dari sebuah medium merambat melewati medium lain yang berbeda kerapatan, cepat rambat cahaya akan berubah. Cepat rambat cahaya akan berkurang jika memasuki medium dengan kerapatan tinggi. Sebaliknya, cepat rambat cahaya akan bertambah jika memasuki medium dengan kerapatan rendah. Ada tiga kemungkinan yang terjadi pada peristiwa pembiasan, yaitu[9]:

1. Jika sinar datang dari medium kurang rapat ke medium lebih rapat, sinar akan dibiaskan mendekati garis normal. Ini berarti, sudut bias lebih kecil daripada sudut datangnya ($r < i$), seperti pada Gambar 2.6.



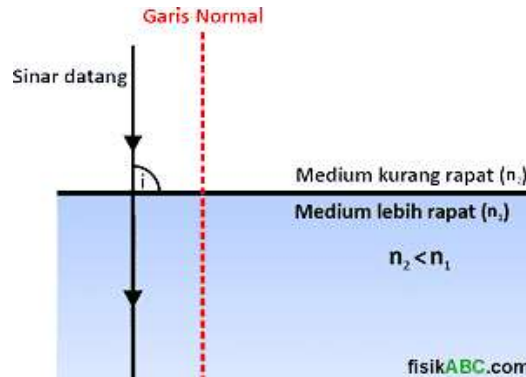
Gambar 2. 6 Pembiasan Cahaya (Peristiwa 1)

2. Jika sinar datang dari medium lebih rapat ke medium kurang rapat, cahaya akan dibiaskan menjauhi garis normal. Jadi, sudut datang lebih kecil dari sudut bias ($i < r$) seperti pada Gambar 2.7



Gambar 2. 7 Pembiasan Cahaya (Peristiwa 2)

3. Jika sinar datang tegak lurus batas dua medium, maka sinar tidak dibiaskan melainkan diteruskan.

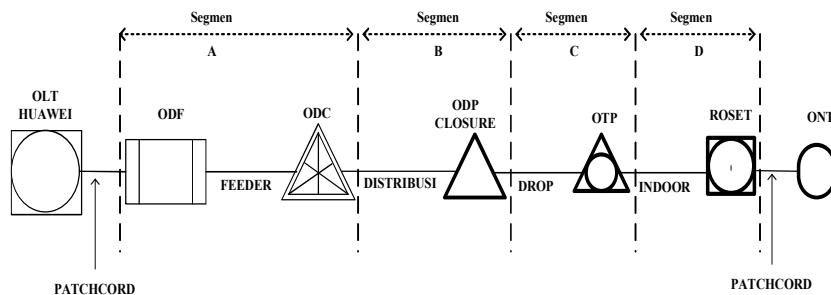


Gambar 2. 8 Pembiasan Cahaya(Peristiwa 3)

2.2.4. FIBER TO THE HOME (FTTH)

FTTH adalah salah satu pengimplementasian dari teknologi transmisi serat optik yang biasa disebut juga FTTx dapat mentransmisikan data dengan laju bit yang cepat dan stabil untuk sampai kerumah dengan menggunakan media serat optik. FTTH dapat di definisikan sebagai arsitektur jaringan optik mulai dari Sentral *Office* (STO) hingga ke perangkat pelanggan[10]. Pada dasarnya aplikasi FTTH sama dengan aplikasi FTTB. Perbedaanya hanya pada TKO terletak di dalam rumah pengguna dimana di dalamnya terdapat satu atau lebih satuan sambungan telepon. Setiap terminal yang terhubung dengan saluran serat optik terhubung dengan TKO tersebut menggunakan kabel tembaga[6].

FTTH sama halnya seperti jaringan akses tembaga dimana terdapat segmen – segmen catuan. Pada jaringan FTTH terdapat catuan kabel *feeder*, catuan kabel distribusi, catuan kabel *drop* dan catuan kabel *indoor*. Selain itu, FTTH juga mempunyai perangkat aktif seperti OLT dan ONU/ONT. Pada Gambar 2.9 merupakan segmen – segmen catuan pada jaringan FTTH.



Gambar 2. 9 Segmen - Segmen Catuan Jaringan FTTH

Keterangan gambar :

Segmen A : Catuan Kabel *Feeder*

Segmen B : Catuan Kabel Distribusi

Segmen C : Catuan Kabel Penangkal/*Drop*

Segmen D : Catuan Kabel Rumah/Gedung

2.2.5. 10-GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (XGPON)

10-Gigabit Passsive Optical Network (XGPON) merupakan suatu teknologi akses yang dikategorikan sebagai *broadbandaccess* berbasis serat optik. XGPON merupakan salah satu dari 13 teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T G.987. Prinsip kerja dari XGPON sendiri sama dengan prinsip kerja dari GPON, hanya ada pengembangan pada kapasitasnya saja yaitu untuk XGPON memiliki kapasitas *downstream* sebesar 10 Gbps dan kapasitas *upstream* sebesar 2,5 Gbps[4]. Tabel 2.1 merupakan layer fisik dari XGPON.

Tabel 2.1 Layer Fisik XGPON[4]

Parameter	Uplink	Downlink
<i>Loss budget</i>	-28 dB	-28 dB
Panjang Gelombang	1260 – 1280 nm	1575 – 1580
<i>Data Rate</i>	2.488320 Gbit/s	9.953.280
<i>Line Coding</i>	NRZ	NRZ

Adapun komponen – komponen teknologi XGPON antara lain :

1. *Optical Line Termination (OLT)*

OLT merupakan perangkat aktif yang berfungsi sebagai titik akhir (*end point*) dari layanan optik pasif. Perangkat ini mempunyai dua fungsi utama antara lain :

- a. Melakukan konversi antara sinyal listrik yang digunakan oleh penyedia layanan dan sinyal optik yang digunakan oleh jaringan optik pasif.
- b. Mengkoordinasikan *multiplexing* pada perangkat lain di ujung jaringan atau biasa disebut dengan *Optical Network Terminal* (ONT) atau *Optical Network Unit* (ONU).



Gambar 2. 10 *Optical Line Termination (OLT)*[10]

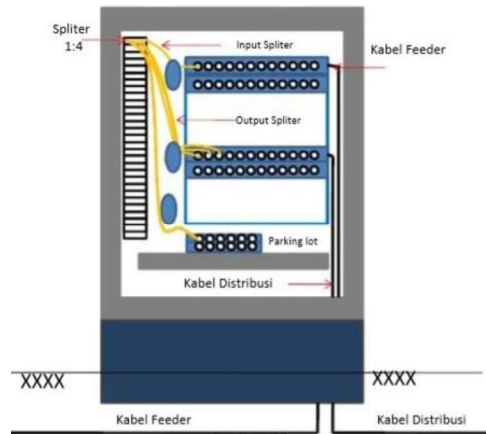
2. *Optical Distribution Cabinet (ODC)*

ODC merupakan perangkat pasif yang diinstalasi di lapangan (*Outdoor*) dan juga bisa didalam ruangan / di MDF Gedung HRB (*Indoor*), yang mempunyai fungsi sebagai berikut :

- a. Sebagai titik terminasi ujung kabel *feeder* dan pangkal kabel distribusi.
- b. Sebagai titik distribusi kabel dari kapasitas besar (*feeder*) menjadi beberapa kabel yang kapasitasnya lebih kecil lagi (distribusi) untuk fleksibilitas
- c. Tempat *splitter* dan penyambungan

Kapasitas ODC disesuaikan dengan kebutuhannya, berdasarkan standar buatan pabrik kapasitas ODC antara lain :

- a. Kapasitas 96 *Port*
- b. Kapasitas 144 *Port*
- c. Kapasitas 288 *Port*
- d. Kapasitas 576 *Port*

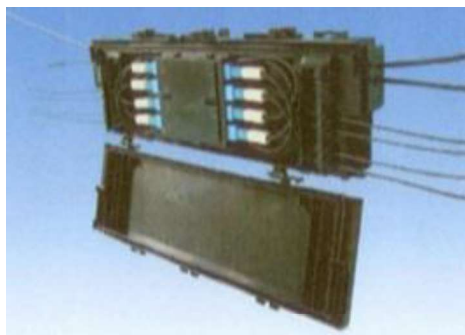


Gambar 2. 11 Optical Distibution Cabinet (ODC)[10]

3. **Optical Distribution Point (ODP)**

ODP merupakan suatu perangkat pasif yang memiliki fungsi sebagai terminasi kabel sebelum masuk ke dalam rumah pelanggan. Terdapat beberapa fungsi dari ODP antara lain :

- a. Sebagai titik terminasi ujung kabel distribusi dan titik rambat awal / pangkal kabel *drop* / penanggal.
- b. Sebagai titik distribusi kabel menjadi beberapa saluran penanggal (kabel *drop*).
- c. Sebagai tempat *splitter* dan penyambungan.



Gambar 2. 12 Optical Distribution Point (ODP)

4. **Optical Network Termination (ONT)**

ONT merupakan perangkat aktif yang dipasang disisi pelanggan. Fungsi dari perangkat ini yaitu sebagai *interface* antara jaringan optik dengan pelanggan

yang membutuhkan layanan data, suara dan video. ONT dapat berperan sebagai *receiver* yang berfungsi sebagai penangkap sinyal yang akan diolah sebelum disebarakan, salin itu juga dapat digunakan untuk memisahkan sinyal informasi dari gangguan *noise*.



Gambar 2. 13 Optical Network Termination (ONT)

5. *Passive Splitter (PS)*

Splitter merupakan perangkat pasif yang berfungsi untuk membagi informasi sinyal optik (gelombang cahaya), kapasitas distribusi dari *splitter* bermacam – macam yaitu 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32 dan 1:64. Dapat dilihat pada tabel 2.2 yang merupakan spesifikasi *passive optical splitter*.

Tabel 2.2 Spesifikasi *Passive Optical Splitter*[10]

Network Elemen	Batasan	Ukuran
Splitter 1:4	Max	7,25 dB
Splitter 1:8	Max	10,38 dB
Splitter 1:16	Max	14,10 dB
Splitter 1:32	Max	17,45 dB

Berdasarkan Tabel 2.3 diatas, dijelaskan bahwa nilai maksimal *loss* pada tiap *splitter* berbeda. *Splitter* 1:4 memiliki nilai maksimum *loss* 7,25 dB, untuk *splitter* 1:8 memiliki nilai maksimum *loss* 10,38 dB, untuk *splitter* 1:16 memiliki nilai maksimum *loss* 14,10 dB dan untuk *splitter* 1:32 memiliki nilai maksimum *loss* 17,45 dB.

2.2.6. PARAMETER KINERJA TRANSMISI SERAT OPTIK

Terdapat beberapa parameter yang menjadi tolak ukur dalam kinerja transmisi serat optik untuk mendapatkan sistem yang layak sehingga hasil analisis yang diperoleh dapat diimplementasikan di lapangan. Parameter tersebut yaitu *Link Power Budget*, *Bit Error Rate (BER)* dan *Q Factor*.

1. *Link Power Budget*

Link power budget digunakan untuk mengetahui redaman total yang diijinkan daya keluar pemancar dan sensitivitas penerima. Batasan redaman total tersebut diperhitungkan dari redaman konektor, redaman sambung dan redaman dari serat itu sendiri. Sehingga dengan perhitungan redaman tersebut akan berpengaruh pada jarak transmisi pengirim dan penerima, jumlah *repeater* yang dibutuhkan dan *margin loss* yang diberikan[5]. Untuk menghitung *link power budget* dapat dihitung dengan rumus :

$$\alpha_{total} = (L \cdot \alpha_{serat}) + (N_c \cdot \alpha_c) + (N_s \cdot \alpha_s) + SP \quad (2.1)$$

Bentuk persamaan untuk perhitungana margin daya adalah :

$$Prx = Ptx - \alpha_{total} \quad (2.2)$$

$$M = (Ptx - Prx) - \alpha_{total} - SM \quad (2.3)$$

Keterangan :

- α_{total} = Redaman Total Sistem (dB)
- L = Panjang Serat Optik (Km)
- α_c = Redaman Konektor (dB/buah)
- α_s = Redaman Sambungan (dB/sambungan)
- α_{serat} = Redaman Serat Optik (dB/Km)
- Ns = Jumlah Sambungan
- Nc = Jumlah Konektor

SP	= Redaman <i>Splitter</i> (dB)
Prx	= Daya terima (dB)
Ptx	= Daya Kirim (dBm)
SM	= <i>Safety Margin</i> , berkisar 6-8 dB

Margin daya harus memiliki nilai lebih dari 0 (nol). *Margin* daya merupakan daya yang masih tersisa dari daya pancar *transmitter* setelah dikurangi dari *loss* selama proses pentransmisian, pengurangan dengan nilai *safety margin* dan pengurangan dengan nilai sensitifitas *receiver*.

2. *Bit Error Rate (BER)*

BER merupakan laju kesalahan bit yang terjadi dalam mentransmisikan sinyal digital. BER merupakan rasio perbandingan *bit error* dengan jumlah keseluruhan bit yang dikirim dengan nilai maksimal BER sebesar 10^{-9} . Faktor – faktor yang mempengaruhi BER antara lain *noise*, interferensi, distorsi, sinkronisasi bit, redaman, *multipath fading*, dll[11].

3. *Q Factor*

Q factor merupakan lebar atau sempitnya *bandwidth* dari frekuensi yang dihasilkan pada saat proses transmisi. Semakin tinggi angkanya maka semakin besar frekuensi yang digunakan, begitu juga sebaliknya. *Q factor* juga sebagai penentu baik atau buruknya suatu sistem, dengan nilai minimum sebesar 6[4].

2.2.7. APLIKASI YANG DIGUNAKAN

1. *OPTISYSTEM*

Optisystem merupakan sebuah *software* untuk mensimulasikan sistem komunikasi optik yang dapat merancang, menguji dan mengoptimalkan hampir semua *link* optik di lapisan fisik untuk spektrum yang luas dari jaringan optik. Perangkat lunak ini merupakan sistem *level* simulator yang didasarkan pada pemodelan realistik sistem komunikasi serat optik[2]. Berikut merupakan beberapa *tools* dalam *optisystem* :

- a. *Optical Transmitter*
Optical transmitter berfungsi sebagai pengirim sinyal LED dan pengganti OLT dalam keadaan sesungguhnya. Di dalam komponen ini terjadi proses mengubah sinyal – sinyal elektrik analog maupun digital menjadi bentuk sinyal – sinyal cahaya.
- b. *Optical Receiver*
Optical receiver berfungsi untuk menangkap cahaya yang dikirimkan dari *optical transmitter* atau *light source*. Setelah mendapatkan cahaya dari media serat optik maka sinyal akan di *decode* menjadi sinyal – sinyal digital yang berisi informasi yaitu sebagai pengganti ONT dalam keadaan sesungguhnya.
- c. *Connector*
Connector merupakan slot yang menghubungkan kabel serat optik dengan setiap *core* serat optik yang akan dihubungkan bersama adaptor dan ini sebagai pengganti konektor dalam keadaan sesungguhnya.
- d. *Splitter*
Splitter berfungsi untuk membagi sinyal optik dari satu titik ke banyak titik (*point to multipoint*) dan dapat sebagai pengganti *splitter* dalam keadaan sesungguhnya.
- e. *Optical Power Meter (OPM)*
OPM berfungsi untuk melihat pengukuran daya *loss* yang terdapat pada suatu *range* dalam suatu jaringan serat optik dan sebagai pengganti OPM dalam keadaan sesungguhnya[1].

2. **GOOGLE EARTH**

Menurut Sutanto dalam Kreatif Geografi tahun 2008, *Google Earth* merupakan program memetakan bumi dari superimposisi gambar yang dikumpulkan dari pemetaan satelit, fotografi udara dan *globe GIS 3D*. *Google* juga menambah pemetaan dari basis datanya ke perangkat lunak pemetaan berbasis web. Peluncuran *google earth* menyebabkan sebuah peningkatan lebih pada cakupan media mengenai *global virtual*. *Global virtual* dapat memperlihatkan rumah, warna mobil dan bahkan bayangan orang dan rambu jalan[12].



Gambar 2.14 Logo Google Earth Pro[12]

3. CORELDRAW

CorelDraw merupakan program aplikasi desain grafis intuitif dan menyediakan banyak fasilitas yang menawarkan kemudahan bagi pengguna dalam membuat sebuah objek desain grafis. *CorelDraw* menyediakan *tool* dan efek yang dapat bekerja efisien untuk menghasilkan sebuah gambar berkualitas tinggi[13].



Gambar 2.15 Logo CorelDraw X7[13]

4. MATLAB

Matlab (*Matrix Laboratory*) digunakan untuk keperluan analisis numerik, aljabar linier dan teori tentang matriks. Namun, kemampuan dan fitur yang dimiliki *Matlab* saat ini sudah jauh lebih lengkap dengan ditambahkannya *tool box*[14]. Beberapa manfaat yang didapatkan dari *Matlab* antara lain :

- Perhitungan matematika
- Komputasi numerik
- Simulasi dan pemodelan
- Visualisasi dan analisis data
- Pembuatan grafik untuk keperluan teknik



Gambar 2. 16 Logo MATLAB[14]

5. MICROSOFT VISIO

Microsoft visio 2010 merupakan salah satu aplikasi yang terdapat dalam keluarga besar *microsoft office* yang digunakan untuk membuat gambar desain diagram teknik dan skema jaringan. Aplikasi ini menggunakan grafik vektor untuk membuat diagram – diagramnya[15].



Gambar 2.17 Logo *Microsoft Visio* 2010[15]