

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian yang dilakukan oleh Okta Nur Theo Yuwana yaitu mengenai “Perancangan Jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) dengan Teknologi GPON di Kecamatan Cibeber Kota Cilegon” Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta (2017). Hasil dari perhitungannya sudah diperoleh dengan memenuhi standar namun hasil tersebut tidak menampilkan hasil perhitungan margin daya. Hasil dari perhitungan tersebut juga tidak dilakukan dengan simulasi *software optisystem* sehingga dari penelitian ini tidak menghasilkan nilai dari *Q factor* dan nilai BER[2].

Penelitian yang dilakukan oleh Yus Natali dan Retno Dwihapsari yaitu mengenai “Perancangan Kapasitas Jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) Pada Perumahan Tawanganom Magetan Menggunakan *Optisystem*” Akademik Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta (2016). Hasil perhitungan yang dilakukan secara manual dan secara hasil simulasi menghasilkan hasil yang berbeda namun perbedaan tersebut masih dalam batas standar kelayakan jaringan FTTH maka jaringan tersebut memiliki performasi yang baik. Hasil dari bentuk *Eye Diagram* ini menunjukkan hasil nilai dispersi yang kecil sehingga pada perancangan FTTH tersebut mampu menampung bandwidth dengan jumlah yang besar. Sama dengan penelitian sebelumnya belum menampilkan hasil perhitungan margin daya dan hasil perhitungan tersebut sudah sesuai dengan standar yang disesuaikan[3].

Penelitian yang dilakukan oleh Sembara P.Toago, Alamsyah, Ardi Amir yaitu mengenai “Perancangan Jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) berteknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) di Perumahan Citraland Palu”. Pada hasil penelitian ini sudah cukup baik dalam melakukan sistem perhitungan *power link budget* tetapi dalam perhitungan tersebut tidak dilakukan sampai tahap simulasi pada *software optisystem*. Untuk kualitas sinyal yang baik perlu memperhatikan jaraknya,

jika jarak dekat akan menghasilkan kualitas sinyal yang baik dan jika dengan jarak jauh kualitas sinyal akan buruk dan akan didapat hasil redaman yang tinggi[4].

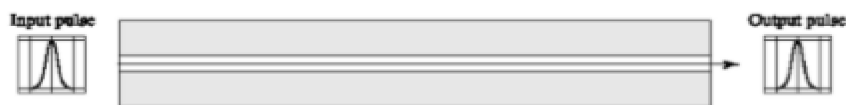
2.2 DASAR TEORI

2.2.1. Serat Optik

Serat optik merupakan teknologi kabel yang menggunakan benang serat kaca atau plastik untuk mengirimkan data. Kabel serat optik terdiri dari seikat benang kaca yang masing – masing mampu mentransmisikan pesan modulasi ke gelombang cahaya. Koneksi fiber optic ini sangat stabil, tidak berpengaruh terhadap cuaca yang sedang terjadi. Kecepatan transfer datanya pun mencapai 100 Mbps[2].

Perkembangan teknologi serat optik saat ini, telah dapat menghasilkan pelemahan (*attenuation*) kurang dari 20 *decibels* (dB)/km. Dengan lebar jalur (*bandwidth*) yang besar sehingga kemampuan dalam mentransmisikan data menjadi lebih baik banyak dan cepat dibandingkan dengan penggunaan kabel konvensional. Dengan demikian serat optik memantulkan dan membiaskan sejumlah cahaya yang merambat didalamnya[5].

Dalam kabel serat optik ini terbagi menjadi dua tipe yaitu tipe *single mode* dan tipe *multi mode*. Serat *single mode* memiliki inti yang jauh lebih kecil yang hanya memungkinkan satu *mode* cahaya saja untuk menyebar melalui inti. Serat *single mode* mempertahankan keutuhan setiap pulsa cahaya yang melewati jarak – jarak yang lebih jauh memungkinkan dikirimkannya informasi yang lebih banyak. *Bandwidth* yang tinggi akan membuat serat *single mode* menjadi sarana transmisi yang sangat ideal bagi banyak aplikasi jaringan. Serat *single mode* standart dengan ukuran inti yang terkecil, kira – kira 8 sampai 10 μm diameternya. Dengan kapasitas pembawa informasi yang jauh lebih besar serat *single mode* digunakan *bandwidth* yang lebih besar[6].



Gambar 2.1 Serat Optik *Single Mode*[7]

Serat *multi mode* mempunyai inti yang jauh lebih besar daripada serat *single mode*, yang memungkinkan ratusan sinar cahaya untuk menyebar melalui serat secara serentak. Serat *multi mode* saat ini terutama digunakan dalam aplikasi perkantoran, dimana jarak transmisi kurang dari dua kilometer. Serat *multi mode* tersedia dalam beberapa ukuran inti yang paling banyak digunakan secara luas adalah 50 μm dan 62,5 μm . Ukuran inti yang lebih besar biasanya memiliki *bandwidth* yang lebih besar dan lebih mudah dipasangkan dan disambungkan[6].



Gambar 2. 2 Serat Optik *Multi Mode*[7]

2.2.2. Struktur Serat Optik

Struktur kabel serat optik secara umum dibagi atas 3 bagian yaitu :

1) *Core*

Core terbuat dari bahan plastik atau kaca halus yang berkualitas tinggi dan tidak mengalami perkaratan. *Core* merupakan bagian utama dari serat optik karena perambatan cahaya terjadi pada bagian *Core*.

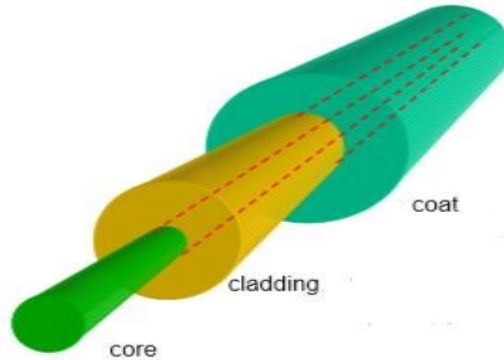
2) *Cladding*

Cladding merupakan lapisan yang melapisi pada *core* sebagai selubung *core*. *Cladding* ini juga terbuat dari bahan yang sama dengan *core* tetapi indeks biasnya berbeda dari indeks bias *core*. Tujuan dibuat indeks bias berbeda agar cahaya selalu dipantulkan kembali ke *core* oleh permukaan *cladding*-nya dan memungkinkan cahaya tetap berada di dalam serat optik.

3) *Coating*

Jaket pelindung digunakan untuk melindungi serat optik dari munculnya retakan – retakan awal pada permukaannya, sebuah lapisan plastik yang sangat lembut ditambahkan di bagian luar. Lapisan pembungkus tambahan ini disebut sebagai *buffer primer* atau terkadang juga *coating*,

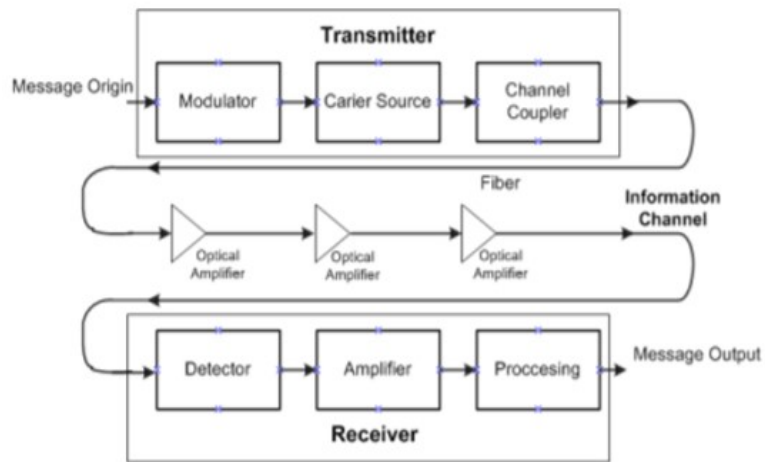
penggunaannya untuk memberikan perlindungan mekanis bagian ini tidak terlibat dalam proses transmisi cahaya dalam serat optik. berikut gambar skema struktur serat optik Gambar 2.3[8].



Gambar 2. 3 Struktur dari Kabel Serat Optik[9]

2.2.3. Sistem Komunikasi Serat Optik

Pada umumnya sistem komunikasi serat optik terdiri dari pemancar sebagai sumber pengirim informasi, detektor penerima informasi, dan media transmisi sebagai sarana untuk melewati sinyal informasi. Pengirim bertugas mengelola informasi yang akan disampaikan agar dapat dilewatkan melalui suatu media informasi tersebut dapat sampai dan diterima dengan baik dan benar oleh penerima. Perangkat yang ada di penerima bertugas untuk menterjemahkan insformasi kiriman tersebut sehingga informasi yang dimaksud dapat dimengerti[10].



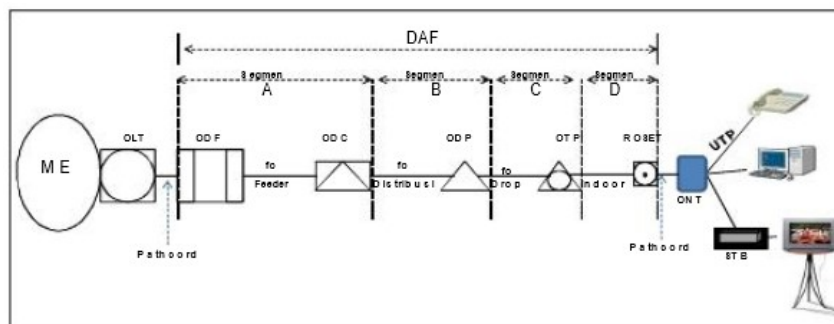
Gambar 2. 4 Blok Diagram Sistem Komunikasi Serat Optik[10]

Penjelasan dari Blok Diagram tersebut adalah :

1. *Message origin*, bisa berupa besaran fisik non-listrik (suara atau listrik), sehingga diperlukan *tranduser* (sensor) yang merubah *message* dari non-listrik kedalam listrik.
2. Modulator dan *Carrier Source*, memiliki dua fungsi utama pertama merubah *message* listrik kedalam bentuk yang sesuai, kedua menumpangkan sinyal pada gelombang yang dibangkitkan oleh *carrier source*.
3. *Cannel Coupler*, untuk menyalurkan daya gelombang media cahaya yang termodulasi dari *carrier source* ke informasi *channel* (serat optik), merupakan bagian penting dari desain sistem komunikasi serat optik sebab kemungkinan *loss* yang tinggi.
4. Detektor dan *amplifier*, berfungsi merubah sinyal optik yang diterima menjadi sinyal listrik.
5. *Message Output*[10].

2.2.4. FIBER TO THE HOME (FTTH)

FTTH adalah jaringan optik yang sepenuhnya dari pusat penyedia (*provider*) ke pelanggan yang menggunakan serat optik sebagai media penghantar. Jarak antara pusat layanan dan pelanggan adalah maksimal 20 km. Perkembangan teknologi ini tidak terlepas dari perkembangan pergantian kabel tembaga serta didorong untuk mendapatkan layanan yang dikenal dengan istilah *Triple Play Services*, yaitu layanan internet, suara serta video dalam satu infrastruktur pelanggan[10].



Gambar 2. 5 Segmen – segmen catuan pada Jaringan FTTH[11]

Pada segment-segment jaringan FTTH ini diawali dari sentral *office* (STO) hingga ke perangkat pada pelanggan. Segment-segment catuan dalam jaringan akses FTTH antara lain[11] :

Segment A : Catuan kabel Fedeer

Segment B : Catuan kabel Distribusi

Segment C : Catuan kabel Penanggal atau Drop

Segment D : Catuan kabel Rumah atau Gedung

Downstream GPON disiarkan dari OLT ke semua ONU (*Optical Network Terminal*), Setiap ONU harus memperhatikan bahwa hanya *frame* yang ditujukan kepadanya berdasarkan apa yang telah ditetapkan oleh metode enkripsi yang berlaku. *Frame downstream* terdiri dari PCBD (*Physical Control Block Downstream*), bagian *Asynchronous Transfer Mode* (ATM), yaitu sebuah standar internasional untuk *cell relay* dimana terdapat berbagai tipe layanan (audio, video, maupun data). *Frame downstream* menyediakan referensi waktu yang sama untuk GPON dan menyediakan kontrol sinyal yang sama untuk *upstream*[12].

Upstream GPON setiap ONU (*Optical Network Terminal*) memiliki *transmitter* atau pemancar *optical* tersendiri untuk berkomunikasi dengan OLT. Karena hanya ada 1 penerima *optical receiver* pada OLT, maka ONU harus bergantian dalam mengirimkan transmisi data ke OLT. Transmisi *upstream* menggunakan TDMA dibawah kendali dari OLT, dimana OLT yang menetapkan variabel *slot* jangka waktu ke setiap ONU untuk mentransmisikan datanya[12].

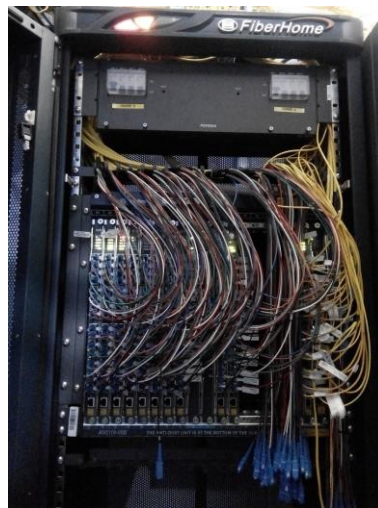
2.2.5. Gigabit Passive Optical Network (GPON)

GPON adalah teknologi jaringan akses lokal serat optik berbasis PON yang di standarisasi oleh ITU-T (ITU-T G.984 *series*). Pada GPON beberapa OLT *interface* sentral dengan jaringan serat optik dihubungkan dengan beberapa ONU, *interface* pelanggan dengan jaringan serat optik menggunakan pasif *Optical Distribution Network* (ODN) seperti *splitter*, *filter*, atau secara simetris (*upstream* dan *downstream*) atau 1,2 Gbps untuk *downstream* dan 2,5 Gbps untuk *upstream* GPON di syaratkan harus dapat melayani layanan jenis apapun baik itu *ethernet* maupun

TDM (PSTN, ISDN, E1, dll). Jarak antara OLT dengan ONU yang dapat dijangkau adalah 10 km untuk kecepatan 2,4 Gbps sedangkan untuk kecepatan 1,2 Gbps mencapai 20 km. Untuk *splitter ratio*, ODN pada GPON dapat mencapai 1:64[13].

A. Komponen GPON

1. *Optical Line Terminataion* (OLT), merupakan penyedia layanan data, video, dan jaringan telepon serta membuat *link* ke sistem operasi penyedia layanan melalui NMS. OLT berfungsi mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal serat optik dan sebagai *multiplexer*[10].



Gambar 2. 6 Perangkat OLT

2. *Optical Distribution Cabinet* (ODC), merupakan komponen jaringan serat optik yang menyediakan sarana (transmisi) dari OLT terhadap pengguna atau sebaliknya. OLT menggunakan komponen optik pasif yang diinstalasi di luar STO bisa dilapangan maupun di dalam ruangan yang mempunyai fungsi sebagai berikut[10] :
 - a. Sebagai titik terminasi ujung kabel *feeder* dan perangkat kabel distribusi.
 - b. Sebagai titik distribusi kabel dari kapasitas besar menjadi beberapa kabel yang kapasitasnya lebih besar.
 - c. Tempat *splitter*.
 - d. Tempat penyambungan.



Gambar 2. 7 Perangkat ODC

3. Konektor, merupakan salah satu perlengkapan yang terdapat pada ujung serat optik yang terhubung pada perangkat yang berfungsi sebagai penghubung serat yang dipasang pada ODC, ODP, dan ONT. Dalam operasinya konektor mengelilingi serat kecil pada optik sehingga cahayanya terbawa secara bersama-bersama tepat pada inti dan searah dengan serat optik lainnya[10].



Gambar 2. 8 Perangkat konektor Optik[10]

4. *Splitter*, merupakan komponen pasif yang berfungsi membagi informasi sinyal optik kapasitas distribusinya bermacam-macam yaitu ; 1:2, 1:4, 1:16, 1:23, 1:64 dan ada juga inputnya 2 yaitu ; 2:16 dan 2:23[10].



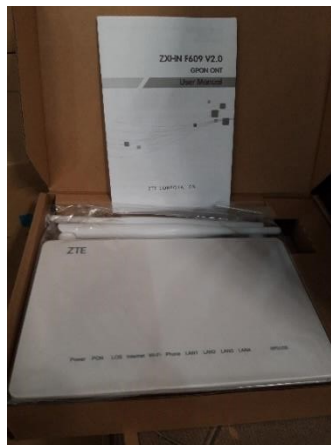
Gambar 2. 9 Perangkat *Splitter*[10]

5. *Optical Distribution Point (ODP)*, merupakan perangkat keras yang berfungsi sebagai tempat instalasi sambungan jaringan optik *single mode* terutama untuk menghubungkan kabel serat optik. Perangkat ODP berisi *optical pigtail*, *connector*, dan *splitter*. ODP dapat melindungi sambungan serat optik dan membagi satu *core* menjadi beberapa *core* guna keperluan pelanggan[10].



Gambar 2. 10 Perangkat ODP

6. *Optical Network Termination* atau *Unit (ONT atau ONU)*, merupakan perangkat yang menyediakan *interface* antara jaringan optik dengan pelanggan. Sinyal di transmisikan melalui ODP dan diubah oleh ONT menjadi sinyal elektrik yang diperlukan oleh pelanggan dan ONT di letakkan pada sisi pelanggan[10].



Gambar 2. 11 Perangkat ONT

2.2.6. Parameter untuk Hasil Perancangan

Setelah dilakukan perancangan jaringan FTTH dengan menggunakan teknologi GPON, kemudian untuk mengetahui kelayakan sistem dan jaringannya maka perlu dilakukannya sistem perhitungan dengan menggunakan parameter *power link budget*, BER, dan Q factor.

A. Power Link Budget

Perhitungan *power link budget* untuk mengetahui batasan redaman total yang diijinkan antara daya keluaran pemancar (OLT) dan sensitivitas penerima (ONT). Perhitungan ini dilakukan berdasarkan standarisasi ITU-T G-984 dan juga peraturan semua *provider* yang melakukan perencanaan jaringan FTTH[14].

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

Keterangan :

- α_{total} : Redaman total sistem (dB)
- α_{serat} : Redaman serat optik (dB/Km)
- α_c : Redaman konektor (dB/buah)
- α_s : Redaman sambungan *splicer* (dB/sambungan)
- L : Panjang serat optik (Km)
- Ns : Jumlah sambungan
- Nc : Jumlah konektor
- Sp : Redaman *splitter* (dB)

B. Margin daya

Margin daya adalah daya yang masih tersisa dari *power transmit* (OLT) setelah dikurangi dari *loss* selama proses penranmisian, pengurangan dengan nilai *safety margin* dan pengurangan dengan nilai sensitivitas *receiver* (ONT)[12].

$$M = (Pt - Pr) - \alpha_{total} - SM \quad (2.2)$$

Keterangan :

α_{total} : Redaman total sistem (dB)

P_t : Daya keluaran sumber optik (dBm)

P_r : Sensivitas daya maksimum *detector* (dBm)

SM : *Safety margin* sekitar 6-8 dB

C. *Bit Error Rate (BER)*

Bit error rate merupakan laju kesalahan *bit* yang terjadi dalam mentransmisikan sinyal *digital*. Sensitivitas merupakan daya optik minimum dari sinyal yang datang pada *bit error rate* yang dibutuhkan[15].

D. *Q factor*

Q factor adalah sebuah *factor* yang dapat menentukan tingkat kualitas dari jaringan yang dibuat. Semakin besar nilai *Q factor* menandakan bahwa semakin baik jaringan tersebut, begitu juga sebaliknya[16].