



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Passive Optical Network (PON) merupakan arsitektur jaringan akses *broadband* berbasis serat optik yang menggunakan perangkat *passive* optik, sehingga dapat digunakan pada konfigurasi *point to multipoint* yang digunakan untuk mendistribusikan daya optik ke semua cabang menggunakan komponen *passive splitter* (Altrian purna adi, Annisa Vernia Putri: 2012). Penerapan teknologi ini terus berkembang sampai pada Gigabit Passive Optical Network (GPON), GPON ini sendiri adalah teknologi jaringan akses local fiber optik berbasis PON yang distandardisasi oleh ITU-T (ITU-T G.984 series).

GPON mampu memberikan layanan kecepatan 2.4 Gbps secara simetris (*upstream* dan *downstream*) atau 1.2 Gbps untuk *downstream* dan 2.4 Gbps untuk *upstream*. Jarak OLT dengan ONU yang dapat dijangkau adalah 10 km untuk kecepatan 2.4 Gbps, sedangkan untuk kecepatan 1.2 Gbps dapat mencapai 20km. Untuk *split ratio*, ODN pada GPON dapat mencapai 1:64 (Altrian Purna adi, Annisa Vernia Putri: 2012). Perkembangan PON terus dilakukan, sampai 2010 ditemukanlah XG-PON (*10-Gigabit-capable Passive Optical Network*), XG-PON adalah sistem PON yang mendukung nominal *rate* transmisi minimum 10 Gbps dalam satu arah, dengan mengimplementasikan rangkaian protocol yang dispesifikasikan didalam rekomendasi ITU-T G.987x.

Prinsip kerja dari XG-PON sama dengan prinsip GPON hanya saja XG-PON memiliki kapasitas *downstream* 10 Gbps dan kapasitas *upstream* 2.5 Gbps (ITU-T G.987: 06/2012). Penemuan teknologi PON terbaru pada saat ini adalah NG-PON2 (*Next Generation Passive Optical Network*). Pada tahun 2010, *Full Service Access Network* (FSAN) Group menginisiasi dan mulai menentukan standar yang digunakan untuk teknologi NG-PON2. Rekomendasi dari ITU-T mengenai NG-PON2 telah ditetapkan pada seri G.989 yang termasuk didalamnya yaitu G.989, G.989.1. NG-PON2 (*Next Generation Passive Optical Network*) merupakan sebuah sistem *Passive Optical Network* (PON) dengan kapasitas nominal 40 Gigabit per *second* untuk *Downstream* dan 10 Gigabit per *second* untuk *upstream*. NG-PON2 saat ini masih dalam



pengembangan untuk performansi yang lebih baik. Performansi yang masih dikembangkan saat ini adalah efektivitas *bandwidth*, salah satu cara untuk mengefektivitas *bandwidth* agar dapat mengirimkan data dengan cepat adalah dari sisi penggabungan sinyal (*multiplexing*). Teknik yang ditetapkan pada NG-PON2 adalah teknik TWDM-PON (*Time and Wavelength Division Multiplexing*).

TWDM-PON merupakan gabungan dari teknik TDM (*Time Division Multiplexing*) dan WDM (*Wavelength Division Multiplexing*), dimana Teknik TDM digunakan pada proses *upstream* dan WDM pada *downstream*. Pada penelitian ditahun 2017 oleh Dwiki Kurnia dkk, dilakukan analisis pengaruh jenis format modulasi terhadap performansi dari jaringan NG-PON2 berbasis TWDM. Perlu dilakukan beberapa skenario simulasi, pertama dengan mengubah format modulasi yang digunakan dengan RZ, NRZ, RZ-DPSK, dan RZ-DQPSK. Skenario kedua dengan mengubah agregasi OLT yaitu 4λ dan 8λ pada setiap skenario pertama. Parameter kualitas yang digunakan yaitu *Q-Factor* dan *Bit Error Rate* (BER). Berdasarkan kedua skenario tersebut, didapatkan hasil yang paling baik yaitu format modulasi NRZ pada 4λ dan 8λ dengan hasil BER 8.6588×10^{-35} dan 6.7380×10^{-42} .

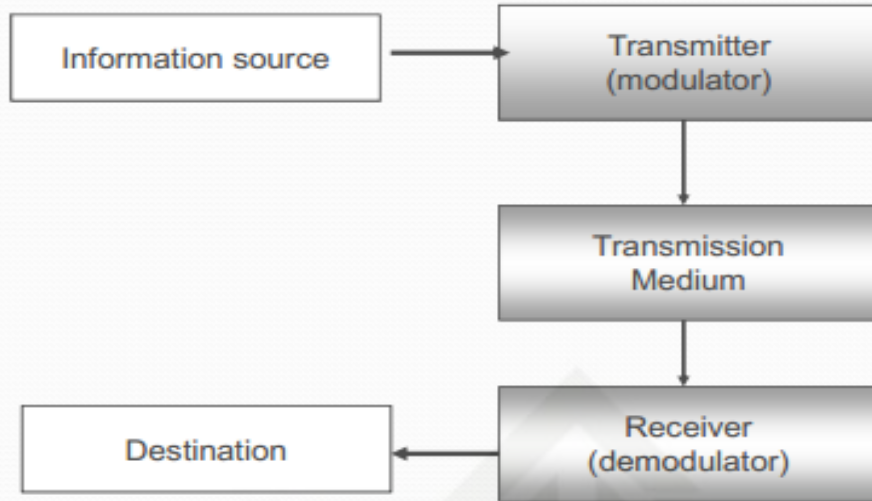
Pada penelitian Brian Pramukti dkk 2017, menganalisis performansi TWDM-PON dengan menambahkan DCF pada serat utama SMF dan tanpa penambahan. Hasil dari analisis tersebut mendapati bahwa tanpa penambahan DCF jarak transmisi hanya mencapai jarak 40 km sedangkan jika ditambahkan mencapai 100 km. artinya mampu mencapai Long Haul Network sebagai pendukung jaringan transport dengan mentransmisikan data di atas 80km. Untuk jarak yang cukup jauh tersebut, ditambah penggunaan splitter dengan ratio 1:64, tentunya akan sangat kecil daya yang sampai pada pelanggan yang disebabkan oleh adanya pembagian daya ke 64 saluran dan besarnya loss karena penggunaan jarak yang jauh. Melihat hal ini maka penulis tertarik untuk mengembangkan penelitian Brian Pramukti dengan menganalisis penggunaan splitter bertingkat, yang mana nantinya splitter yang diujikan adalah 1,2 dan 3 tingkat dengan ratio 1:64 untuk mengetahui performansi BER dan power budget pada NG-PON2.



2.2 Sistem Komunikasi Serat Optik

Sistem komunikasi serat optik adalah sistem komunikasi jalur *wireline* dengan memanfaatkan serat optik sebagai media transmisinya. Serat optik memiliki *bandwidth* yang lebar dan mampu mengirimkan informasi dalam bentuk sinyal cahaya dengan kapasitas besar dalam waktu yang singkat, selain itu optik juga kebal terhadap suhu, udara, cuaca dan mempunyai daya tahan jangka panjang. Tiga komponen utama dalam sistem komunikasi serat optik terdiri dari pengirim (*transmitter*), medium transmisi (*channel*) dan penerima (*receiver*). *Transmitter* terdiri dari sumber optik, *channel coupler* dan modulator yang berfungsi dalam mengubah sinyal informasi (data, audio dan *video*) berupa sinyal elektrik, menjadi sinyal optik dalam bentuk energi cahaya. *Transmitter* kemudian mentransmisikannya ke dalam *channel* yang berupa serat optik. *Channel* optik berfungsi sebagai medium transmisi yang melewatkan informasi dari *transmitter* menuju *receiver*. *Receiver* berfungsi mengembalikan bentuk sinyal optik menjadi sinyal elektrik seperti semula, yang disertai dengan proses pengolahan sinyal untuk menghilangkan derau yang dihasilkan. *Receiver* terdiri dari *coupler*, *photodetector* dan *demodulator*.

Prinsip kerja serat optik adalah memantulkan dan membiaskan sejumlah cahaya yang merambat di dalamnya. Serat optik memiliki *bandwidth* yang lebar, sehingga mampu mengirimkan informasi dalam bentuk sinyal cahaya dengan kapasitas besar dalam waktu singkat. Serat optik bersifat *isolator* listrik, sehingga tidak akan menimbulkan percikan api. Selain itu, optik juga kebal terhadap gangguan, seperti *Electromagnetic Interference* (EMI) dan *Radio Frequency Interference* (RFI), *crosstalk*, suhu, udara, dan cuaca. Berikut pada Gambar 2.1 merupakan blog diagram sistem komunikasi serat optik.



Gambar 2.1 Blog Diagram Sistem Komunikasi Serat Optik
Sumber (Dipo Swarna, 2015)

2.3 Serat Optik

Serat optik adalah saluran transmisi yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Cahaya yang ada didalam serat optik sulit keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi. Serat optic umumnya digunakan dalam sistem telekomunikasi serta dalam pencahayaan, sensor, dan optik pencitraan.

Struktur dasar pada serat optik dari 3 bagian yaitu:

1. Inti serat optik (*Core*)

Core merupakan bagian inti pada serat optik yang berfungsi menentukan perambatan cahaya dari satu ujung ke ujung lainnya. *Core* terbuat dari bahan kimia *Silica* (SiO₂) dan ada pula dari *Germanium Dioksida* (Geo₂) dengan kualitas sangat tinggi. *Core* terdiri dari satu helai serat dengan diameter antara 8 sampai dengan 50 μm. Core yang tipis ini diselubungi oleh lapisan yang terbuat dari kaca atau plastik yang disebut dengan *cladding*.



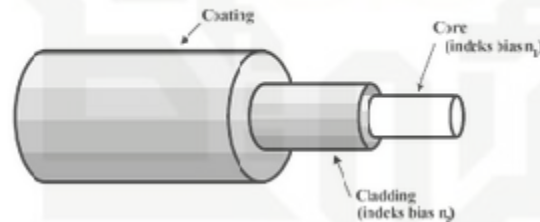
2. *Cladding*

Cladding merupakan selubung dari *core*, yang terbuat dari kaca atau plastik. *Cladding* umumnya berukuran 125 μm , berfungsi sebagai cermin yakni memantulkan cahaya yang mengarah keluar dari *core* kembali kedalam *core* lagi. *Cladding* juga berfungsi sebagai pengkodean warna dalam optik, guna membedakan serat satu dengan serat lainnya dalam satu kabel optik. *Cladding* diselubungi oleh lapisan resin yang disebut dengan *coating*.

3. *Coating*

Coating merupakan selubung dari *cladding*, yang terbuat dari bahan plastik dengan ukuran 250 μm . Lapisan ini dapat menambah kekuatan untuk serat optik, walaupun tidak memberikan peningkatan terhadap sifat gelombang pandu optik. Lapisan ini dapat menyerap cahaya dan mencegah kemungkinan terjadinya kebocoran cahaya yang keluar dari selubung inti.

Berikut pada gambar 2.2 struktur dasar pada serat optik.



Gambar 2.2 Struktur dasar Serat Optik
Sumber (Samuel, 1998)

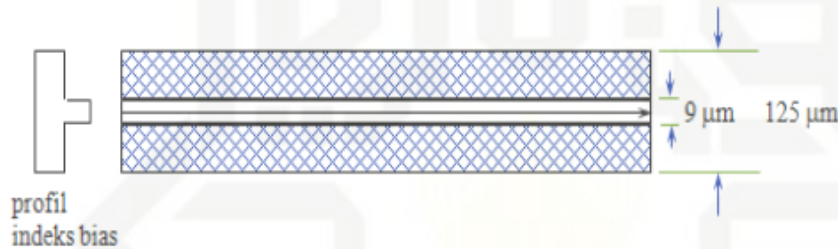
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berdasarkan sifat perambatan cahaya pada serat optik, jenis serat optik dibagi menjadi 3 bagian

yaitu:

1. Serat Optik *Single Mode Step Index*

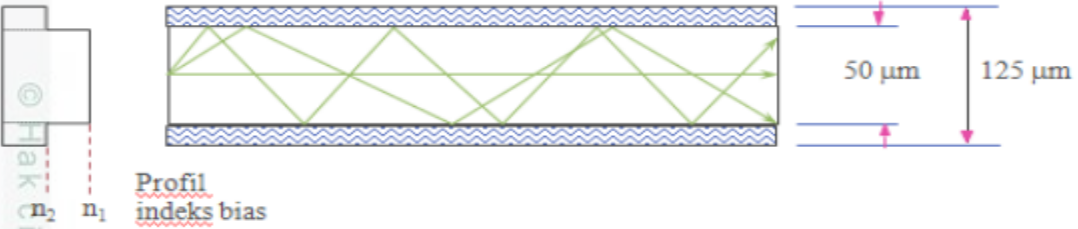
Step index singlemode adalah jenis serat optik yang hanya memiliki satu *mode* atau lintasan dalam perambatan cahaya, yaitu dengan merambat lurus sejajar dengan sumbu utama serat optik sehingga tidak akan terjadi pelebaran pulsa (dispersi) disisi penerima. Diameter pada *core step index singlemode* sangat kecil yaitu 8-12 μm dan diameter *cladding* 125 μm . Jenis serat optik *step index singlemode* ini mampu mentransmisikan informasi dengan *bandwidth* yang besar. Berikut pada Gambar 2.3. merupakan bentuk serat optik *step indeks singlemode*.



Gambar 2.3 Serat Optik Step Index Singlemode
Sumber(Samuel, 2015)

2. Serat Optik *Step Index Multimode*

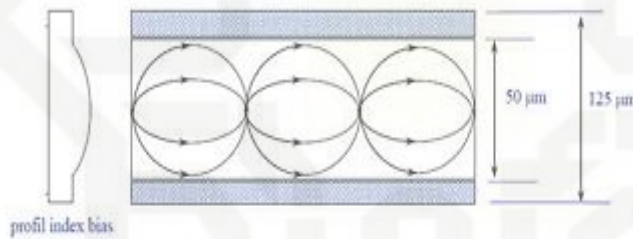
Step Index Multimode adalah jenis serat optik yang memiliki indeks bias konstan, sehingga serat ini mempunyai lebih dari satu *mode* atau lintasan dalam perambatan cahaya, yaitu dengan merambat lurus, pemantulan atau refleksi dan pembiasan atau refraksi. Dengan banyaknya jenis perambatan cahaya dalam serat ini, mengakibatkan serat ini memiliki dispersi (pelebaran pulsa) yang besar, sehingga memiliki *bit rate* yang rendah. Namun disisi lain, karena serat ini memiliki diameter *core* lebih besar yakni 50 sampai dengan 200 μm , hal ini memudahkan dalam proses penyambungan kabel. Pada Gambar 2.4. merupakan bentuk serat optik jenis *step index multimode*.



Gambar 2.4 Serat Optik *Step Index Multimode*
 Sumber(Samuel, 1998)

3. Serat Optik *Graded Index Multimode*

Graded Index Multimode adalah jenis serat optik yang memiliki indeks bias yang berbeda. Pada serat ini perambatan berkas cahaya akan melengkung ke arah inti, sehingga indeks bias tertinggi terletak pada inti (*core*). Walaupun lintasan yang ditempuh mempunyai jarak yang berbeda, namun waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *output* relatif sama, sehingga pulsa di *output* mengalami dispersi yang kecil dibandingkan dengan *step indeks multimode*. Pada Gambar 2.5. merupakan bentuk serat optik jenis *graded indeks multimode*.



Gambar 2.5 Serat Optik *Graded Index Multimode*
 Sumber(Dipo Swarna, 2015)

2.4 Konsep Dasar Sistem Transmisi serat optik

Prinsip dasar dari sistem komunikasi serat optik adalah pengiriman sinyal informasi dalam bentuk sinyal cahaya. Pemancar, kabel serat optik dan penerima merupakan komponen dasar yang digunakan dalam sistem komunikasi serat optik. Pemancar berfungsi sebagai media transmisi dan penerima berfungsi mengubah sinyal optik yang diterima menjadi sinyal listrik kembali.

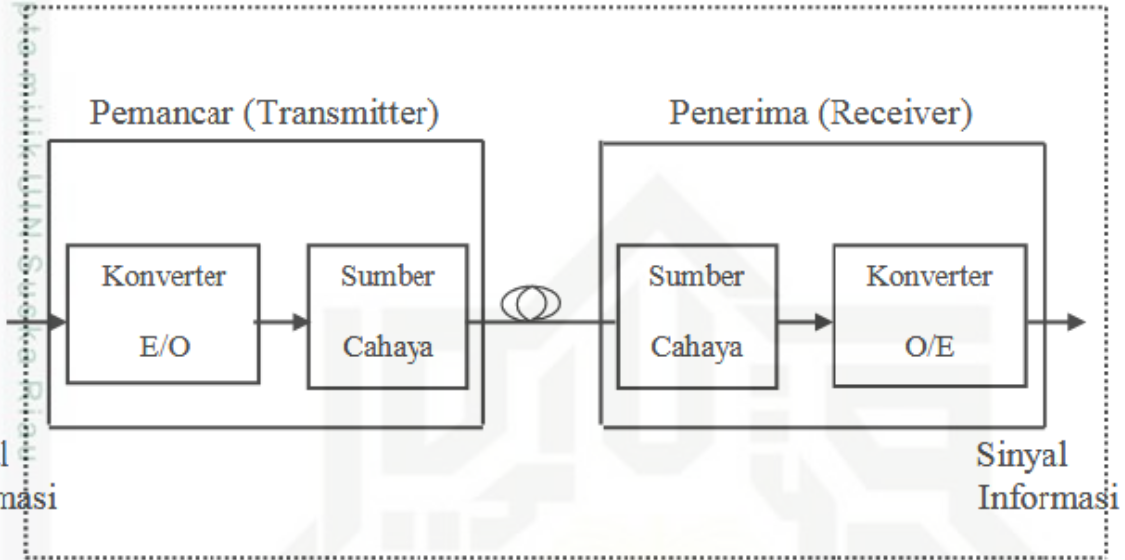
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Proses pengiriman informasi yang melalui serat optik menggunakan prinsip pemantulan sinyal optik yang berupa cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Secara umum, konfigurasi sistem serat optik ditunjukkan pada gambar 2.6

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 Di larang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sinyal Informasi



Gambar 2.6 Konfigurasi Sistem Komunikasi Serat Optik
 Sumber(Keiser,2000)

Selama perambatannya dalam serat optik, gelombang cahaya akan mengalami redaman di sepanjang serat optik dan pada titik persambungan serat optik. Oleh karena itu, untuk transmisi jarak jauh diperlukan adanya penguat yang berfungsi untuk memperkuat gelombang cahaya yang mengalami redaman.

2.5 Karakteristik Transmisi Serat Optik

Media transmisi serat optik memiliki karakteristik untuk membedakan jenis serat optik yang akan digunakan pada transmisi optik. Beberapa transmisi optik adalah sebagai berikut.

2.5.1 Redaman

Redaman (atenuasi) serat optic merupakan karakteristik penting yang harus diperhatikan mengingat kaitannya dalam menentukan jarak peluang (*repeater*), jenis pemancar dan penerima optic yang harus digunakan. Redaman sinyal cahaya yang merambat di sepanjang serat



merupakan pertimbangan penting dalam desain sebuah sistem komunikasi optik, karena menentukan peran utama dalam menentukan jarak transmisi maksimum antara pemancar dan penerima.

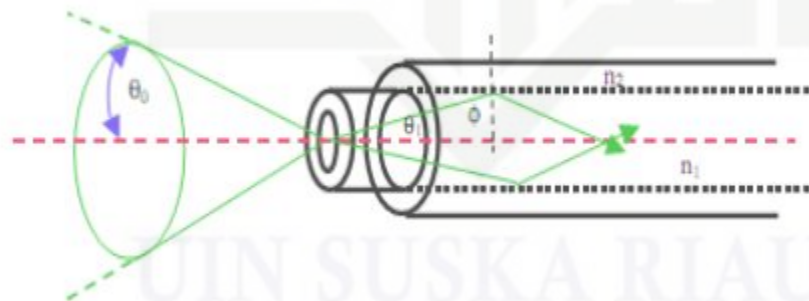
Ketika sinar melewati media fiber akan mengalami penurunan daya akibat redaman, pembiasan dan efek lainnya. Semakin besar atenuasi berarti semakin sedikit cahaya yang dapat mencapai detektor dan dengan demikian semakin pendek kemungkinan jarak span antar peluang.

2.5.2 Dispersi

Dispersi adalah pelebaran pulsa yang terjadi ketika sinyal merambat melalui sepanjang serat optik yang disebabkan oleh keterbatasan material dan efek linear seperti polarisasi, material dan lainnya. Faktor disperse ini akan mempengaruhi kualitas sinyal yang akan ditransmisikan dalam jaringan. Disperse akan menyebabkan pulsa-pulsa cahaya memuai dan menjadi lebih lebar, sehingga pada akhirnya mengakibatkan pulsa-pulsa tersebut saling tumpang tindih dengan satu sama lain.

2.5.3 Numerical Aperture (NA)

Numerical Aperture adalah ukuran atau besarnya sinus sudut pancaran maksimum dari sumber optik yang merambat pada inti serat yang cahayanya masih dapat dipantulkan secara total, dimana nilai NA juga dipengaruhi oleh indeks bias *core* dan *cladding*. Ilustrasi numerical aperture dapat dilihat pada gambar 2.7 *Numerical Aperture*



Gambar 2.7 *Numerical Aperture*
Sumber(Keiser,2000)

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya atau melakukan tindakan lainnya yang melanggar hukum hak cipta dari penulisan ini.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



2.6. Sumber Optik

Sumber optik merupakan komponen dalam sistem komunikasi serat optik yang mengubah sinyal listrik menjadi sinyal cahaya. Ada dua jenis serat optik yang sering digunakan, yakni LED (*Light Emitting Diode*) dan Laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*). LED memiliki keluaran daya yang lebih sedikit, kecepatan switching yang lebih lambat, dan lebar spektrum yang lebih besar. Namun demikian LED dipergunakan secara luas untuk aplikasi jarak pendek dan menengah yang menggunakan serat kaca dan plastik karena lebih sederhana, murah, handal, dan tidak terlalu bergantung pada temperature

LASER menghasilkan cahaya dengan panjang gelombang tetap yang dapat berda di dalam wilayah tampak, yaitu sekitar 635 nm. Cahaya tersebut memiliki bandwidth yang sangat sempit, umumnya hanya memiliki lebar beberapa nanometer. Hal ini memastikan bahwa dispersi kromatik dapat dipertahankan pada nilai yang kecil dan kondisi ini memungkinkan terjadinya kecepatan transmisi data yang tinggi. LASER dapat menghasilkan cahaya dengan intensitas tinggi sehingga sesuai untuk digunakan pada sistem telekomunikasi optik jarak jauh.

2.7 Detektor Optik

Detektor optik berfungsi dari bagian penerima dalam sistem komunikasi optik. Sebuah detektor optik atau *photodetector* adalah kebalikan dari apa yang dikerjakan oleh bagian pengirim, yaitu sumber optik. Detektor optik dapat menghasilkan gelombang sesuai aslinya dengan meminimalisasi *losses* yang timbul selama perambatan sehingga dapat juga menghasilkan sinyal elektrik yang maksimum dengan daya optik yang kecil.

Ada dua tipe detektor optik yang sering digunakan yaitu detektor optik PIN (Positive Intrinsic Negative) Photodiode dan detektor optik APD (*Avalanche Photodiode*). Di dalam PIN diode, serat optik ditempatkan sedemikian sehingga cahaya yang diterima jatuh pada suatu lapisan intrinsic dari material semikonduktor yang diletakkan antara palisan tipe-n tipe p.

Detektor APD (*Avalanche Photodiode*) mempunyai konstruksi yang mirip dan beroperasi dengan cara yang sama dengan diode PIN. Akan tetapi tidak memerlukan penguat efek medan di dalam modul penerima. Detektor optik terdiri dari bahan semikonduktor GaAS (*Gallium Arsenide*), serat silica *quartz*, (SiO_2) dan silika (Si) *receiver*.



2.8 Konektor

Konektor optik merupakan salah satu perlengkapan kabel serat optik yang berfungsi sebagai kabel serat optik sebagai penghubung serat. Konektor ini mirip dengan konektor listrik dalam hal fungsi dan tampilan luar tetapi konektor pada serat optik memiliki ketelitian yang lebih tinggi.

Konektor diperlukan apabila sewaktu-waktu serat akan dilepas saat diperlukan suatu penggantian *transmitter* atau *receiver* maupun untuk melakukan suatu kegiatan perawatan maupun pengukuran. Syarat-syarat konektor yang baik adalah:

1. Kehilangan daya cukup rendah. Konektor yang dibentuk harus menjamin dari kesalahan penyambungan dan dapat meminimumkan kesalahan secara langsung.
2. Kemampuan pengulangan. Efisiensi kopling tidak berubah jika tidak ada penyesuaian ulang.
3. Dapat diprediksi, artinya konektor memiliki efisiensi yang sama jika beberapa konektor sejenis dikombinasi.
4. Umurnya panjang. Tidak ada penurunan efisiensi yang sama jika beberapa konektor sejenis dikombinasi.
5. Bahan konektor kuat terhadap tekanan.
6. Kompatibel dengan lingkungan. Penyambungan dapat dilakukan pada variasi temperatur, tekanan tinggi, getaran, kelembaban, dan kotoran.
7. Mudah menggunakannya.

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

1. Dilarang menyalin atau seluruhnya atau sebagian tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

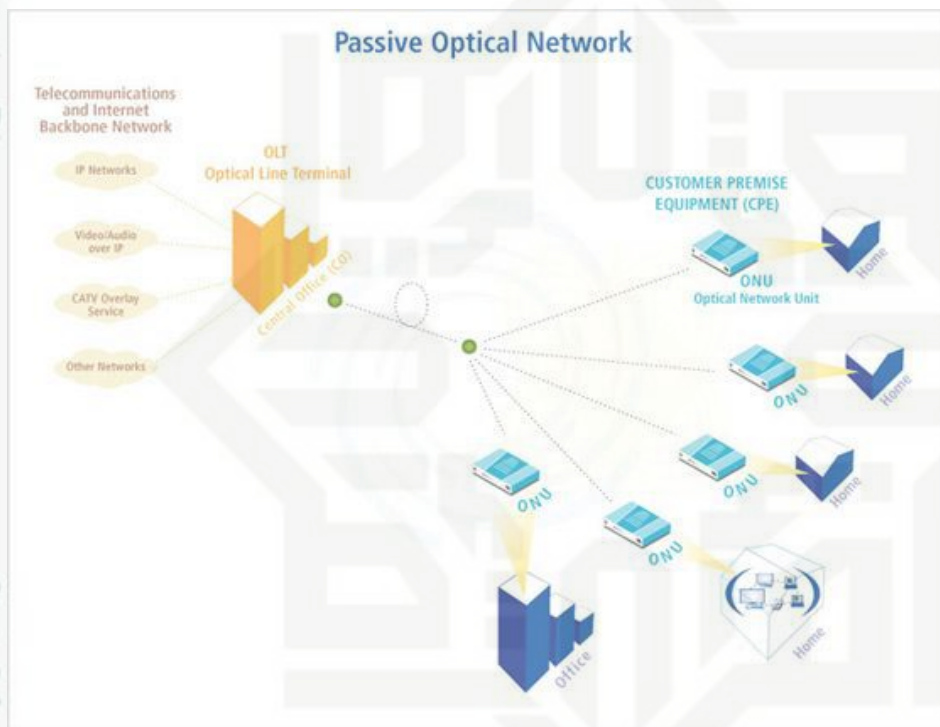
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.9 Passive Optical Network (PON)

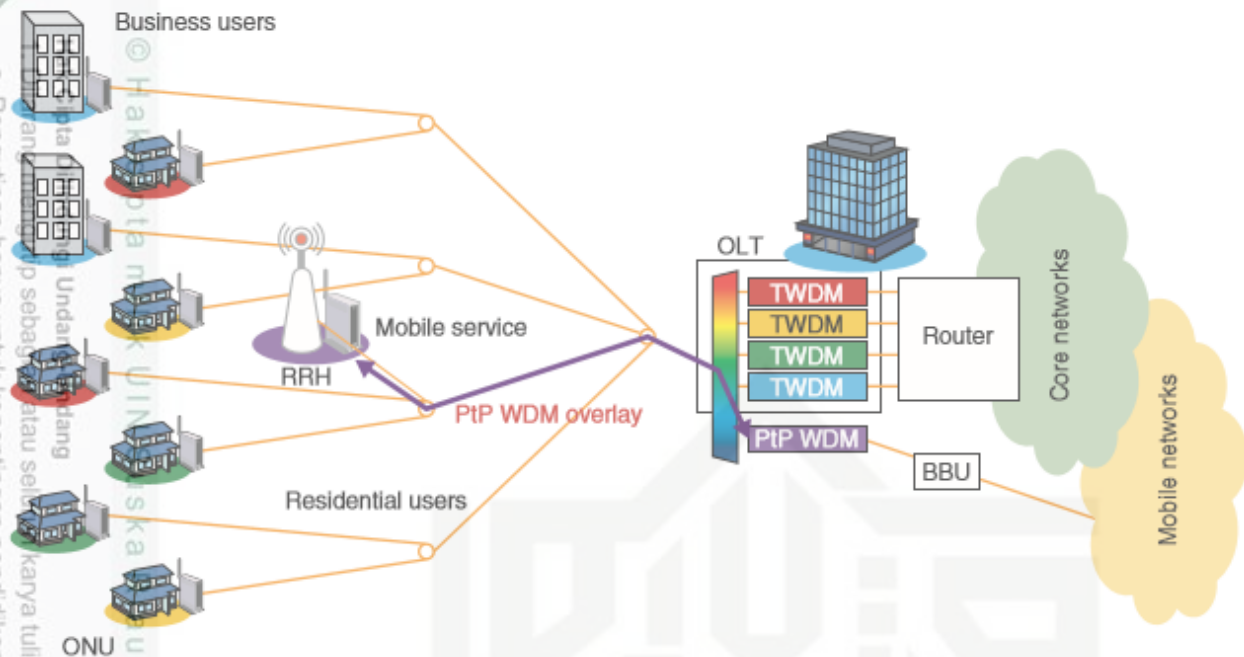
Passive Optical Network (PON) adalah jaringan point-to-multipoint berbasis serat optik yang memiliki elemen pembagi optik (*optical splitter*) yang berfungsi sebagai penyalur data untuk beberapa tujuan. Elemen pembagi tersebut bersifat pasif artinya tidak melakukan manipulasi sinyal seperti penguatan sinyal optik. PON pertama kali dibuat oleh FSAN (Full Service Access Network) yang kemudian distandardisasi oleh ITU-T (A/BON, GPON) atau IEEE (EPON). Pada Gambar 2.8 dapat dilihat bentuk dari jaringan *Passive Optical Network (PON)*.



Gambar 2.8 Jaringan *Passive Optical Network*
Sumber(Keyser, 2015)

2.10 Next Generation Passive Optical Network 2 (NGPON-2)

Next-Generation Passive Optical Network 2 (NG-PON 2) merupakan teknologi jaringan serat optik berbasis teknologi PON yang distandardkan ITU-T G.989 yang menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan GPON maupun XGPON. Konsep dari arsitektur NG-PON2 lahir dengan tujuan mengintegrasikan semua jenis layanan (*multi service*) kedalam satu jaringan baik layanan radio maupun layanan *fixed broadband*.



Gambar 2.9 Arsitektur umum jaringan NG-PON2
Sumber(Asaka dan Kani, 2015)

NG-PON2 terbagi atas 2 yaitu TWDM PON dan PtP WDM PON (ITU-T G.989.2, 2015).

TWDM PON (*Time Wavelength Division Multiplexing* PON) adalah gabungan dari teknologi Time Division Multiplexing (TDM) PON dan *Wavelength Division Multiplexing* (WDM) PON sehingga memperoleh banyak keuntungan dengan memanfaatkan keunggulan kedua teknologi tersebut. Dengan menggunakan teknologi TDM PON dapat mengakomodasi banyak pelanggan secara efisien sementara dengan menggunakan WDM PON dapat meningkatkan kapasitas bandwidth serta meningkatkan jarak jangkauan layanan. PtP WDM (*Point to Point* WDM) adalah sistem jaringan NG-PON2 yang digunakan untuk layanan *mobile* dengan latensi rendah.

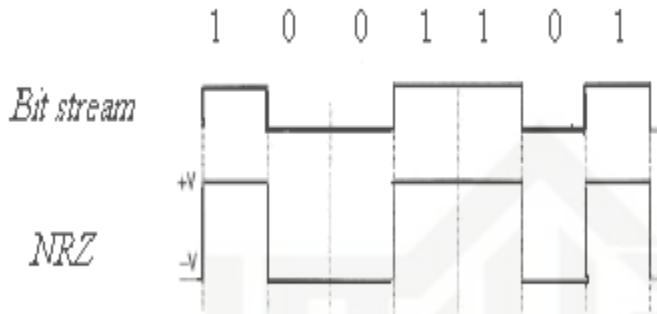
2.11 Non Return To Zero

Sebelum membuat perencanaan jaringan, pertama-tama ditentukan terlebih dahulu teknik pengkodean data yang akan digunakan. Pada transmisi sinyal digital, proses *recovery* data disisi penerima membutuhkan rangkaian sampling yang beroperasi pada sistem *clock*. Oleh karena itu, pemilihan jenis pengkodean juga akan mempengaruhi sistem yang akan dibangun.

Pada proses perencanaan jaringan serat optik, hal yang penting harus diperhatikan adalah mengenai format sinyal optik yang akan ditransmisikan. Dikatakan penting karena pada



praktiknya, setiap data optik digital disisi *receiver* harus menarik seluruh informasi dari sinyal optik yang datang dengan pewakuan yang tepat. *Line coding* yang digunakan dalam transmisi serat optik adalah kode *biner*. *Line coding* yang digunakan pada serat optik adalah *non return to zero* (NRZ).



Gambar 2.10 Format kode NRZ
Sumber(Anggun Fitriani, 2009)

Bandwith kode NRZ sering digunakan sebagai referensi untuk kode grup-grup lainnya. Kode NRZ yang paling sederhana adalah NRZ-level (NRZ-L). pada sebuah serial aliran data, sebuah sinyal hidup mati (unipolar) dipresentasikan sebagai '1' jika melewati sebuah tegangan pulsa atau cahaya yang dimasukkan pada periode bit, dan '0' dimana tidak ada pulsa yang ditransmisikan. Kode-kode itu mudah dihasilkan dan dikodekan tetapi mereka tidak mempunyai *error detection* yang baik atau mengkoreksi dan tidak mempunyai *self clocking*.

2.12 Bit Error Rate

Indikator performansi untuk jaringan komunikasi digital adalah *Bit Error Rate* (BER). BER didefinisikan sebagai jumlah kesalahan *bit* N_E yang terjadi selama suatu interval waktu tertentu, dibagi dengan jumlah *bit* total (N_T) yang dikirim selama selang waktu tersebut. dalam komunikasi optik dapat dikatakan baik apabila *sensitivitas* pada *receiver* dapat mencapai BER yang direkomendasikan ITU-T yaitu mencapai 10^{-12} untuk sistem WDM. Dalam bentuk persamaan matematis dapat ditulis sebagai berikut (Gusmawandi, 2016):

$$BER = \frac{N_E}{N_T} \dots \dots (2.1)$$

Dimana N_E = Jumlah bit pada penerima

N_T = Jumlah bit yang dikirim



2.13 Power Budget

Power budget adalah untuk menentukan apakah komponen dan parameter disain yang dipilih dapat menghasilkan daya sinyal dipenerima sesuai dengan tuntutan persyaratan performansi yang diinginkan serta untuk melakukan proses evaluasi secara rutin.

Parameter-parameter yang mempengaruhi power budget yaitu sebagai berikut (Zulfadly, 2016):

1. Redaman serat optik
2. Daya yang dikopelkan ke serat optik
3. Rugi-rugi lainnya, seperti rugi-rugi *splice* dan konektor
4. *Equalization penalty*
5. *Minimum require power* pada *Photodetector*

Power budget optik dapat dihitung dengan menggunakan seluruh parameter diatas seperti persamaan berikut (Rika Susanti, 2013):

$$P_r = P_t - \text{total rdaman} \quad (2.2)$$

Keterangan:

P_t : daya input sistem atau daya yang dilaunchkan ke serat optik (dalam dBm)

P_r : daya yang diterima pada *Photodetector* (satuan dBm)

Hak cipta dilindungi undang-undang.
 1. Dilarang menjiplak sebagian atau seluruhnya tulis inisipri, mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.