



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Penelitian terkait yang dilakukan oleh Rozi Alfansyah (2012) dengan judul “Analisis dan Optimasi Jaringan Fiber To The Building (FTTB) Jalur STO Arengka-Puskom UIN Suska Riau”. Penelitian yang dilakukan oleh rozi ini memodelkan jaringan fiber optik di lingkungan UIN Suska Riau dengan menggunakan *software* simulasi. Dari hasil simulasi, diperoleh bahwa performansi jaringan fiber optik tidak merata di tiap fakultas. Nilai *Bit Error Rate* (BER) yang diperoleh di Puskom, Fakultas Ekonomi, Laboratorium Psikologi, Fakultas Dakwah dan Ilmu Komunikasi, Fakultas Hukum, Gedung Ekonomi 2, dan Fakultas Peternakan masih memenuhi standar nilai BER yang dikeluarkan oleh *International Telecommunication Union Telecommunication Sector* (ITU-T), yaitu lebih kecil dari 10^{-9} [14, 17]. Sedangkan untuk Fakultas Pertanian, Gedung belajar Peternakan, Fakultas Tarbiyah, Asrama Putri, Fakultas Sains dan Teknologi (FST), Laboratorium FST, Asrama Putra, dan PKM memiliki nilai BER yang lebih besar dari 10^{-9} , yang menunjukkan bahwa performansi jaringannya menurun.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Dipo Swarna Aryan Putra (2014) dengan judul “Performansi Infrastruktur Jaringan Fiber Optik di Lingkungan Kampus UIN Suska Riau”. Yang dalam penelitiannya mengukur jaringan fiber optik di lingkungan UIN Suska Riau dengan menghitung dan mengukur parameter *power budget* dan *Signal to Noise Ratio* (SNR). Dari hasil pengukuran, diperoleh bahwa performansi jaringan fiber optik tidak merata di tiap fakultas. Berdasarkan hasil perbandingan pengukuran di lapangan dengan perhitungan secara teoritis yang dilakukan Dipo Swarna, nilai redaman yang didapatkan melalui pengukuran lebih kecil jika dibanding dengan nilai redaman hasil perhitungan kecuali di FDIK dan di FASIH. Nilai Redaman yang terjadi di FDIK dan FASIH masing-masing 21,11 dB dan 20,95 dB. Redaman yang besar ini disebabkan oleh adanya gangguan eksternal yang terjadi pada instalasi *core* fiber optik di *Optical Termination Box* (OTB) pada kedua titik tersebut. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Dipo Swarna dapat disimpulkan bahwasannya masih terdapat kekurangan pada infrastruktur jaringan baik terkait proses instalasi yang



kurang baik maupun pemilihan jalur fiber optik yang kurang tepat, sehingga mengakibatkan banyaknya kendala dan gangguan yang terjadi pada jaringan fiber optik di UIN Suska Riau.

Arsitektur jaringan yang diusulkan pada penelitian adalah arsitektur *Gigabit Passive Optical Network* (GPON). Penelitian yang dilakukan oleh Ondo Al-Huda (2014) menjadi salah satu referensi sehubungan dengan perancangan jaringan optik dengan menggunakan arsitektur GPON. Ondo Al-Huda membuat perencanaan jaringan *Fiber to The Home* menggunakan Teknologi *Gigabit Passive Optical Network* di PT. Chevron Pasific Indonesia. Penelitian ini menganalisa perancangan jaringan FTTH menggunakan teknologi GPON pada kompleks sawit yang ada di kawasan PT CPI Rumbai, dengan redaman total *downlink* sebesar 24,14 dB dan *uplink* sebesar 24,52 dB. Rancangan tersebut layak untuk diterapkan karena nilai redaman masih berada dalam toleransi yang ditetapkan oleh rekomendasi ITU-T G.984 sebesar 28 dB. Di luar *safety margin* sebesar 6 dBm yang telah dilokasikan, masih tersisa *margin* daya sebesar 3,86 dBm untuk *downlink* dan 3,48 dBm untuk *uplink*, sehingga memenuhi persyaratan ITU-T G.984 untuk *safety margin* sebesar 6-8 dBm. *Rise time* total untuk *downlink* sebesar 0,26 ns dan *uplink* sebesar 0,25 ns, sehingga nilai tersebut masih berada di bawah nilai *rise time system* sebesar 0,29 ns untuk *downlink* dan 0,58 ns untuk *uplink*.

Penelitian terkait juga dilakukan oleh Angga Julian Maulana (UI) dengan judul “*Perencanaan Desain Jaringan Metro FTTH di Universitas Indonesia*”. Teknologi yang digunakan pada penelitian tersebut juga menggunakan teknologi GPON. Hasil rancangan tersebut memerlukan perangkat *Optical Network Unit* (ONU) setidaknya sebanyak 318 unit (tergantung kebutuhan *service* di tiap lantai), perangkat *Optical Distribution Point* (ODP) sebanyak 27 unit, 2 buah GPON OLT, 2 buah ODC port 288, dan 2 buah *Passive splitter* 1:16. Selain itu terdapat batasan minimum dari *S/N* untuk dapat memuaskan konsumen pengguna jasa telekomunikasi. Standar *S/N* untuk sistem komunikasi serat optik adalah 21,5 dB ($BER=10^{-9}$). Hasil rancangan memiliki nilai P_r sebesar $5,08 \times 10^{-6}$ Watt, *S/N* sebesar 23,61 dB, dan BER sebesar $1,8 \times 10^{-14}$, sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil rancangan tersebut telah memenuhi standar.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Rian Jepri (2014) dengan judul “*Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON)*”. Penelitian ini merancang jaringan FTTH di kantor Polda Kalimantan



Barat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi jaringan akses *Fiber To The Home* membutuhkan 1 buah perangkat OLT, 1 buah perangkat ODC, 1 buah perangkat ODGP, 1 buah perangkat ODP, 2 buah perangkat PS 1:8, dan 8 buah ONT yang diterminasikan dengan kabel serat optik jenis *step index singlemode*. Dengan rute dari STO Sungai Raya Dalam – ODC di jalan Sungai Raya Dalam dengan jarak 2,076 km, dari ODC menuju ODGP yang berada di kantor Polda Kalbar dengan jarak 0,461 km, dari ODGP – ODP 0,210 km dan sampai ke ONT 0,020 km yang masuk di kawasan Kantor Polda. Selain itu dapat disimpulkan bahwa *link Power Budget* kantor Polda Kalbar yang menggunakan teknologi GPON sesuai standar yakni rata-rata sebesar -24,6 dB berdasarkan hasil pengukuran dan -24,53 dB.

Penelitian yang akan dilakukan ini mengadopsi sistem telekomunikasi yang sudah lebih dahulu diterapkan di beberapa kampus yang ada di Indonesia, ke dalam lingkungan UIN Suska Riau khususnya gedung kampus UIN Suska Riau yang berada di daerah Panam.

2.2. Sistem Komunikasi Serat Optik

Fiber optik merupakan media transmisi yang sangat murah dan bahan baku yang mudah didapat, karena berbahan dasar plastik atau kaca, selain itu fiber optik juga media transmisi yang mempunyai gangguan yang sangat kecil.

Struktur fiber optik terdiri dari 3 lapisan yaitu:

1. Core (inti fiber optik)

Core terbuat dari bahan kuarsa dengan kualitas sangat tinggi, *core* Merupakan bagian utama dari fiber optik karena tempat perambatan cahaya sebenarnya.

Core memiliki diameter 8 μm ~ 50 μm . Ukuran *core* ini sangat mempengaruhi karakteristik fiber optik (*singlemode* atau *multimode*)

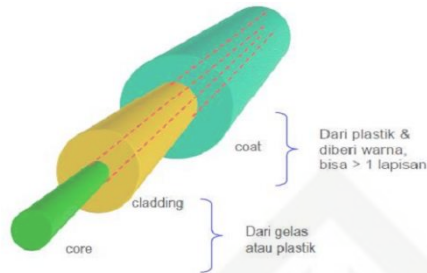
2. Cladding

Cladding merupakan tempat pembiasan cahaya yang memiliki indeks bias lebih kecil dengan *core* atau sebagai cermin, dan terbuat dari bahan gelas atau plastik, serta *cladding* merupakan selubung dari *core* yang akan mempengaruhi perambatan yaitu apakah dibiaskan atau dipantulkan.

3. Coating

Coat berfungsi sebagai pelindung fiber optik yang terbuat dari bahan plastik

Adapun konfigurasi dari struktur fiber optik adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1. Struktur Fiber optik

2.3 Jaringan Akses Fiber

Jaringan Akses adalah seluruh jaringan yang menghubungkan antara sentral lokal dengan terminal pelanggan. Jadi semua jaringan dari sentral ke terminal pelanggan itulah yang disebut dengan jaringan akses. Jaringan akses merupakan dasar dari jaringan telepon, karena pada dasarnya jaringan telekomunikasi merupakan gabungan dari berbagai jaringan akses. Jaringan akses terbagi menjadi Jaringan Lokal Akses Fiber, Jaringan Lokal Akses tembaga, Jaringan Lokal Akses radio, Jaringan Lokal Akses hybrid.

Jaringan Lokal Akses Fiber (Jarlokaf) adalah jaringan akses yang menggunakan fiber optik sebagai media transmisi untuk menggantikan kabel tembaga. Jarlokaf merupakan salah satu teknologi jaringan akses yang sedang dikembangkan di era sekarang ini karena memiliki redaman yang kecil dan memiliki *bandwith* yang besar, sehingga mendukung untuk teknologi terbaru.

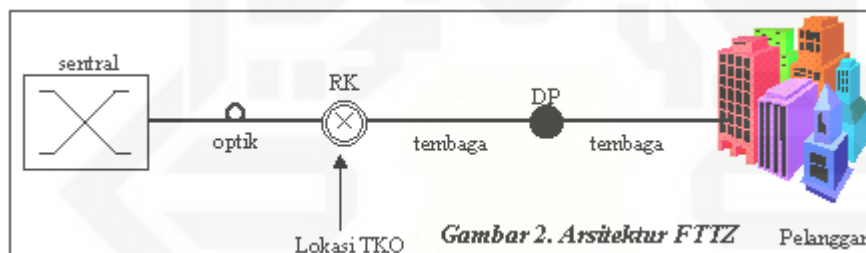
Sistem Jarlokaf setidaknya memiliki 2 (dua) buah perangkat *optoelektronik* yaitu 1 (satu) perangkat *optoelektronik* di sisi sentral dan 1 (satu) perangkat di sisi pelanggan yang disebut dengan Titik Konversi Optik (TKO). *Optoelektronik* merupakan sebuah alat konversi dari listrik ke optik maupun sebaliknya dari optik ke listrik.

2.3.1 Modus Aplikasi Jaringan Akses Fiber

Berdasarkan letak TKO di sisi pelanggan, terdapat beberapa modus aplikasi Jarlokaf yaitu (Henry Z dan Chintya Zanger, 2010; Crisp J, 2005; Surawan P dan Suci R, 2008; Telkom, 2004) :

1. *Fiber To The Zone (FTTZ)*

Dalam modus aplikasi FTTZ, fiber optik digunakan untuk menggantikan jaringan primer pada Jaringan Lokal Akses Tembaga (Jarlokaf). Sehingga fiber optik ditarik dari sentral sampai rumah kabel (RK) pada jarlokaf. TKO terletak di suatu tempat diluar bangunan, baik di dalam kabinet dengan kapasitas kecil maupun besar. Terminal pelanggan dihubungkan dengan kabel tembaga hingga TKO dengan jarak sampai beberapa kilometer. FTTZ umumnya diterapkan pada daerah perumahan yang letaknya jauh dari sentral. Arsitektur FTTZ dapat dilihat pada gambar berikut.

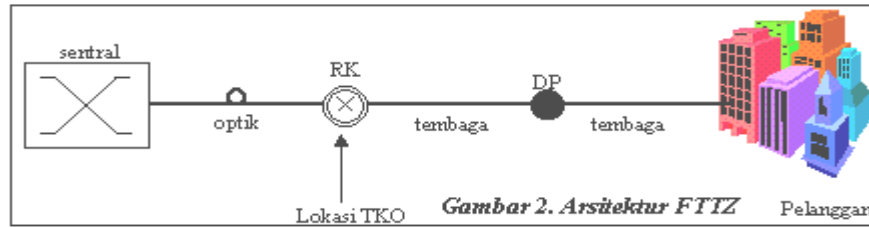


Gambar 2.2. Arsitektur FTTZ

2. *Fiber To The Curb (FTTC)*

TKO terletak di suatu tempat diluar bangunan, di dalam kabinet dan di atas tiang untuk menggantikan *Distribusi point* (DP) dengan kapasitas lebih kecil \square 120 SST. Terminal pelanggan dihubungkan dengan kabel tembaga hingga ke TKO dengan jarak hingga ratusan meter. FTTC dapat aplikasikan pada pelanggan bisnis yang letaknya terkumpul di suatu area terbatas namun tidak berbentuk gedung-gedung bertingkat atau bagi pelanggan perumahan yang pada waktu dekat akan menjadi pelanggan jasa hiburan. Arsitektur FTTC dapat dilihat pada gambar berikut.

- 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.

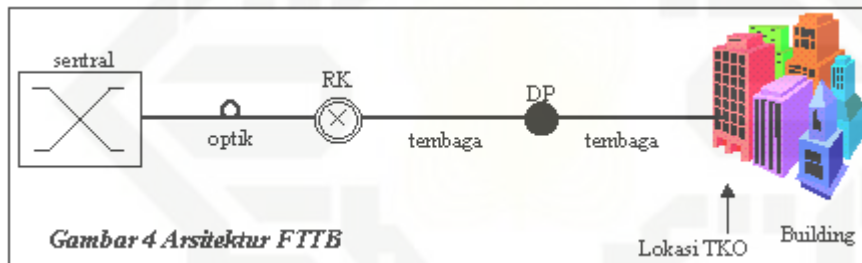


Gambar 2. Arsitektur FTIZ

Gambar 2.3. Arsitektur FTTC

3. **Fiber To The Building (FTTB)**

TKO terletak dalam gedung dan biasanya terletak pada ruang telekomunikasi di basement dan biasanya diletakkan pada beberapa lantai di sebuah gedung. Terminal pelanggan dihubungkan melalui kabel tembaga indoor hingga ke TKO yang berada di dalam gedung tersebut. Arsitektur FTTB dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4 Arsitektur FTTB

Gambar 2.4. Arsitektur FTTB

4. **Fiber To The Home (FTTH)**

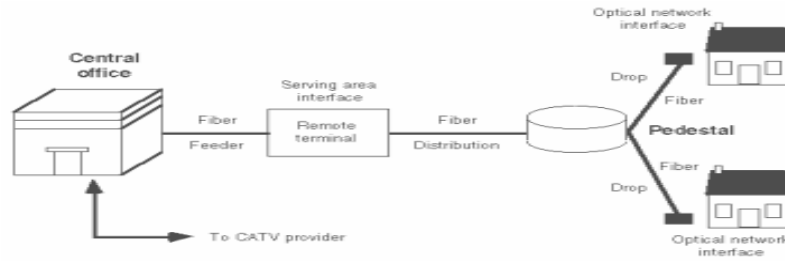
TKO terletak di dalam rumah pelanggan. Terminal pelanggan dihubungkan menggunakan kabel tembaga indor atau IKR (instalasi kabel rumah) ke TKO dengan jarak hingga beberapa puluh meter. Arsitektur FTTH dapat dilihat pada gambar di bawah ini .

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.



Gambar 2.5. Arsitektur Jaringan FTTH
Sumber : (Surawan P dan Suci R, 2008)

2.3.2 Teknologi Jaringan Akses Fiber

Teknologi Jarlokaf adalah teknologi yang sedang berkembang, berbagai metode transmisi dimungkinkan untuk diterapkan namun jumlah implementasinya masih relative terbatas di lapangan. Yang dibahas dalam teori penunjang ini antara lain, *Digital Loop Carrier* (DLC) dan *Passive Optical Network* (PON)

1. Digital Loop Carrier (DLC)

Teknologi DLC merupakan hasil teknologi PCM-30 pada system jaringan pelanggan, teknologi ini memiliki 2 perangkat utama yaitu disisi sentral (CT) dan disisi pelanggan (RT). DLC merupakan perangkat yang multiplexing sinyal keluaran dari sentral dengan kecepatan 64 kbps menjadi sinyal dengan kecepatan 2 Mbps disisi pelanggan. Jika dibentuk jaringan lokal tersendiri maka diperlukan dua DLC yang indentik yaitu dibagian sisi sentral dan disisi pelanggan.

- a) Pada sisi sentral (*exchange DLC Unit*) terdiri dari
 - Perangkat DLC emngandung converter analog ke digital dan orde pertama multiplexer.
 - Multiplexer orde tinggi (HOM) menyediakan antarmuka di sisi sentral yang berfungsi untuk multiplexing sinyal keluaran dari perangkat DLC 2 Mbps dan merubah sinyal elektrik menjadi sinyal optik
- b) Pada sisi pelanggan (*Remote DLC Unit*) terdiri dari
 - Perangkat DLC mengandung konverter analog kedigital dan orde pertama multiplexer (PM).



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

- Multiplexer orde tinggi (HOM) menyediakan antarmuka di sisi pelanggan yang berfungsi mengubah sinyal optik menjadi sinyal elektrik oleh OLTE dan melakukan demultiplexing ke sinyal 2 Mbps.

Antara RT-DLC ke pelanggan dihubungkan melalui kabel tembaga, jarak antara CT-DLC ke RT-DLC mencapai 30 km untuk daya sedang, untuk daya rendah sejauh 10 km dan untuk daya tinggi sanggup mencapai 60 km.

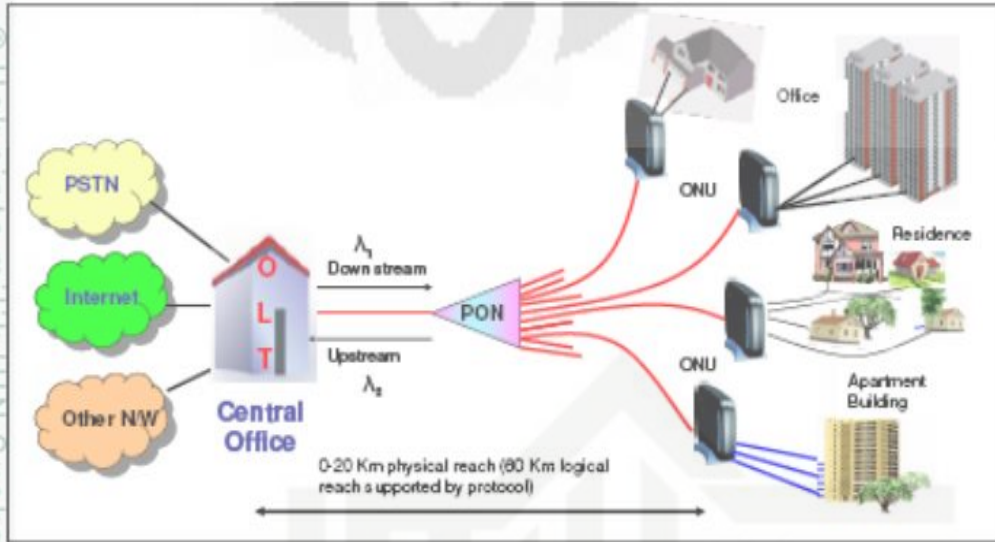
2. Passive Optical Network (PON)

Passive Optical Network (PON) merupakan teknologi jarlokaf yang memiliki biaya efektif dan menyediakan layanan *broadband* seperti suara, data, dan video. Teknologi PON mempunyai 3 komponen utama yaitu *Optical Line Terminal (OLT)*, *Optical Distribution Network (ODN)* dan *Optical Network Unit (ONU)*. Teknologi ini disebut pasif karena semua peralatan yang berada antara OLT dan ONU merupakan perangkat pasif sehingga tidak ada komponen elektronik aktif, tidak membutuhkan *power*, dan mengurangi biaya pemeliharaan peralatan. Perangkat pasif yang digunakan adalah *konektor*, *passive splitter* dan kabel optik.

Teknik Akses yang digunakan oleh PON adalah *TDMA (Time Division Multiple Access)*. Pada arah *downstream*, sinyal TDM dari OLT membawa seluruh informasi pelanggan dalam slot yang ditentukan dan disebarkan ke semua ONU yang terhubung ke OLT. Untuk Upstream, sinyal optik dari ONU dikirim secara sinkron dengan metode TDMA agar tidak terjadi tabrakan, karena jarak setiap ONU dengan OLT berbeda..

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



Gambar 2.6 *Passive Optical Network (PON)*
 Sumber : (Angga Julian, 2012)

Adapun teknologi PON memiliki beberapa jenis seperti ATM PON (APON), *Broadband* PON (BPON), *Ethernet* PON (EPON) dan *Gigabyte* PON (GPON) yang mengantarkan *bandwidth* per sekon sedangkan menawarkan biaya rendah dan tahan uji.

a) ATM PON (APON)

APON adalah standar yang dikeluarkan ITU-T dan diratifikasi tahun 1998 dengan standar G.983.1. APON menggunakan ATM sebagai transport protokolnya dan didukung service dengan 622 Mbps pada downst ream dan 155 Mbps pada upstream serta menggunakan 32-64 splitter dan jarak maksimum 20 km.

b) *Broadband* PON (BPON)

Setelah adanya standar G.983.3, APON kemudian diganti namanya menjadi *Broadband* PON (BPON). Perubahan nama menjadi BPON mendeskripsikan bahwa system BPON menawarkan layanan broadband service yang terdiri dari akses internet, distribusi video dan layanan *high speed leased line* . BPON tetap menggunakan ATM sebagai transport protokolnya namun



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

memiliki performa yang lebih baik dengan 1,2 Gbps pada *downstream* dan 622 Mbps pada *upstream*.

c) *Ethernet* PON (EPON)

Ethernet PON merupakan standar IEEE 802.3ah yang diselesaikan pada tahun 2004 EPON menggunakan enkapsulasi *Ethernet* untuk transport data pada jaringan. EPON beroperasi dengan 1,25 Gbps pada arah *downstream* maupun *upstream* (simetris), menggunakan pengkodean 8B/10B dengan melebihi batasan maksimum di 20. EPON juga biasa disebut *Gigabit Ethernet* PON (GE-PON). Ini menjelaskan bahwa jaringan fibernya menggunakan metode WDM yang beroperasi pada panjang gelombang 1490 nm *downstream* dan 1310 *upstream*.

d) *Gigabit* PON (GPON)

Gigabit PON adalah suatu teknologi akses yang dikategorikan sebagai *broadband access* berbasis fiber optik. GPON merupakan salah satu teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T via G.984. Keunggulannya adalah *bandwidth* yang ditawarkan mencapai 2.488 Gbps (*downstream*) sampai pelanggan tanpa ada kehilangan *bandwidth*.

2.4. *Gigabit Passive Optical Network* (GPON)

Gigabit Passive Optical Network (GPON) adalah teknologi akses yang berkategori *broadband access* yang berbasis kabel fiber optik. Prinsip kerja dari GPON adalah ketika data dikirimkan melalui OLT, maka ada bagian yang bernama *splitter* yang berfungsi untuk memungkinkan serat optik tunggal dapat mengirim ke berbagai ONT. Dimana ONT akan membagi-bagikan data yang diinginkan oleh *user*. GPON merupakan Teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T G.984. Teknologi GPON mempunyai 2 standar kecepatan transmisi yaitu 1,2 Gbit/s untuk *upstream* dan 2.4 Gbit/s untuk *downstream* dan 2.4 Gbit/s untuk *upstream* dan 2.4 Gbit/s untuk *downstream* Kecepatan transmisi yang pertama adalah yang paling sering digunakan untuk pembangunan dan pengembangan sistem GPON.

Tabel 2.1 Standar Teknologi GPON

<i>Karakteristik</i>	<i>GPON</i>
<i>Standardization</i>	<i>ITU-T G.984</i>
<i>Frame</i>	<i>ATM/GEM</i>
<i>Speed Upstream</i>	<i>1.244 Gbps</i>
<i>Speed Downstream</i>	<i>2.488 Gbps</i>
<i>Service</i>	<i>Data, Voice, Video</i>
<i>Transmission Distance</i>	<i>10 km/20km</i>
<i>Number of Branches</i>	<i>64</i>
<i>Wavelength Up</i>	<i>1310 nm</i>
<i>Wavelength Down</i>	<i>1490 nm</i>
<i>Splitter</i>	<i>Passive</i>

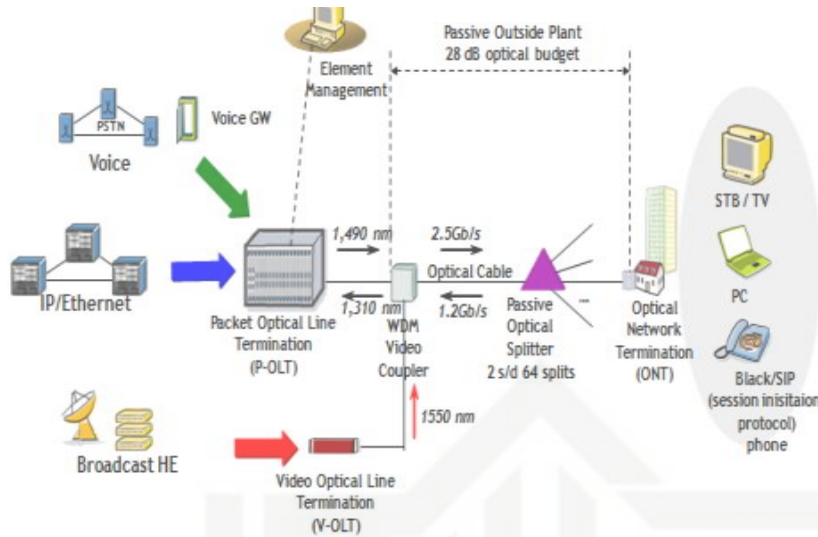
Sumber : Fadli Azis dkk (2012)

Teknologi GPON umumnya digunakan sebagai dasar teknologi *FTTx* yang dapat mendeliver layanan sampai ke pelanggan menggunakan kabel fiber optik. Konfigurasi jaringan GPON dapat dibagi menjadi 3 bagian anrata lain :

- a) *Optical Line Terminal (OLT)*
- b) *Optical Distribution Network (ODN)*
- c) *Optical Network Terminal/Optical Network Unit (ONT/ONU)*

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



Gambar 2.7 Konfigurasi GPON
(Sumber : Nugroho Adi, 2009)

a) **Optical Line Terminal**

Optical Line Terminal (OLT) menyediakan *interface* antara sistem PON dengan penyedia layanan (*service provider*) data, video, dan jaringan telepon. Perangkat OLT akan membuat *link* ke sistem operasi penyedia layanan melalui *elemen managemen system (EMS)*. OLT mencakup beberapa fitur berikut antara lain :

- Fitur pemroses *frame downstream*, yaitu untuk menerima dan memproses sebuah sel *ATM* untuk menghasilkan *frame downstream*, dan mengubah data paralel dari *frame downstream* menjadi data serial tersebut.
- Fitur *WDM*, yaitu untuk melakukan konversi *elektrik/optik* dari data *serial frame downstream* dan melakukan *WDM* tersebut.
- Fitur pemroses *frame upstream*, yaitu untuk mengekstraksi data dari proses *WDM*, mencari *overhead field*, menggambarkan batas slot, dan membagi slot terpisah.
- Fitur kontrol, yaitu untuk mengendalikan antara *frame downstream* dengan *frame upstream* dengan menggunakan sinyal waktu.

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

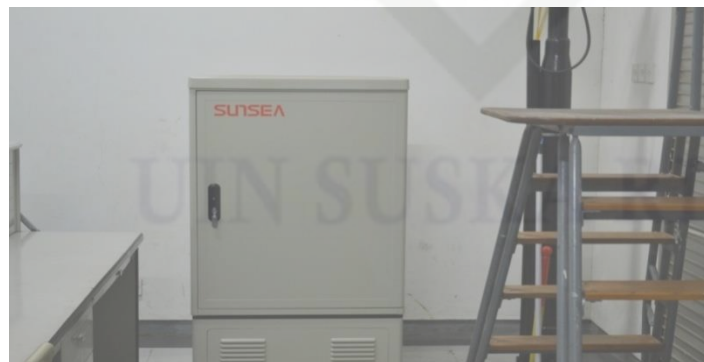


Gambar 2.8 *Optical Line Terminal (OLT)*

(Sumber : Nugroho Adi, 2009)

b) *Optical Distribution Network*

Optical Distribution Network (ODN) adalah jaringan optik yang menghubungkan perangkat OLT dan ONT. ODN adalah medium transmisi sinyal optik dari OLT ke pengguna maupun sebaliknya. Biasanya ODN menggunakan komponen optik pasif dalam transmisi. Umumnya ODN terbagi menjadi 2 bagian yaitu, *Optical Distribution Cabinet (ODC)* dan *Optical Distribution Point (ODP)*. ODC adalah sebuah tempat yang berbentuk kotak yang terbuat dari material khusus yang berguna sebagai tempat manajemen fiber, *connector*, *splicer*, maupun *splitter*.



Gambar 2.9 *Optical Distribution Cabinet (ODC)*

(Sumber : Nugroho Adi, 2009)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

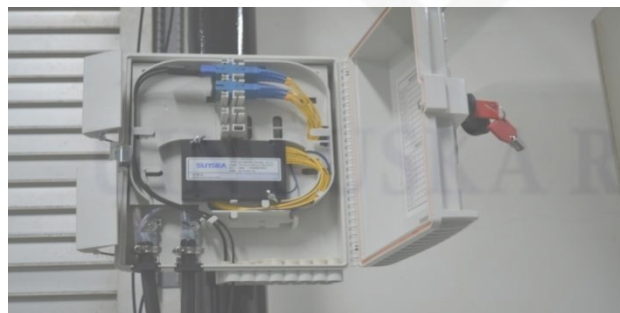
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah,
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

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

Komponen yang terdapat dalam ODC adalah sebagai berikut :

- *Cable Tray*, perangkat yang digunakan untuk melindungi serat optik, *pigtail*, *patch-cord* dalam hal manajemen kabel.
- *Connector*, Perangkat yang digunakan untuk menghubungkan kabel fiber optik. Penggunaan *connector* pada serat optik tentu akan membuat pelemahan sinyal optik yang dikirim.
- *Splice*, perangkat yang digunakan untuk menyambung kabel serat optik satu dengan lain. Ada dua teknik splice yaitu, teknik fusi dan mekanik. Teknik fusi menggunakan peralatan elektronik untuk menyambungkan serat optik, sedangkan teknik mekanik menggunakan perangkat biasa.
- *Splitter*, perangkat yang digunakan untuk memisahkan daya optik dari satu masukan menjadi beberapa keluaran. Terdapat beberapa jenis splitter antara lain jenis 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64, 1:128.

Dari ODC, kabel serat optik akan menuju ODP, dan selanjutnya akan terhubung ke masing-masing ONT. ODP merupakan kotak yang didesain untuk jaringan GPON (FTTH/FTTB) yang berfungsi untuk menghubungkan jaringan yang terdistribusi ke user. ODP dapat diletakkan di outdoor maupun indoor. Namun terkadang terdapat perangkat tambahan dalam ODN yaitu *ODF (Optical Distribution Frame)* dan *OTB (Optical Termination Box)*. ODF juga merupakan tempat manajemen kabel fiber optik namun dengan skala yang lebih besar dari ODC, sedangkan OTB adalah tempat terminasi terakhir fiber optik sebelum menuju ONT.



Gambar 2.10 *Optical Distribution Point (ODP)*
 (Sumber : Nugroho Adi, 2009)

c) **Optical Network Terminal/Optical Network Unit**

Optical Network Unit (ONU) adalah perangkat yang menyediakan sambungan antara jaringan optik dan user. Fungsi ONU adalah untuk konversi sinyal *optik/elektrik* sebagai keperluan user, *multiplexing* dan *demultiplexing* sinyal, dan sebagai *interface* dengan terminal pelanggan.



Gambar 2.11 *Optical Network Unit/Optical Network Terminal*
(Sumber : Nugroho Adi, 2009)

2.5 Karakteristik Transmisi *Fiber Optic*

Media transmisi *fiber* optik memiliki karakteristik, untuk membedakan jenis *fiber* optik yang kan digunakan pada transmisi optik. Beberapa transmisi optik tersebut adalah sebagai berikut:

2.5.1 Redaman (*Attenuation*)

Redaman *fiber* optik merupakan karakteristik penting yang harus diperhatikan mengingat kaitannya dalam menentukan jarak pengulang atau (*Repeater*), jenis pemancar dan penerima optik yang harus digunakan. Redaman sinyal cahaya yang merambat di sepanjang *fiber* optik merupakan pertimbangan penting dalam desai sebuah system 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 pengulang.

Redaman (α) sinyal fiber optic didafinisikan sebagai perbandingan antara daya output optik (P_{out}) terhadap daya input optik (P_{in}) sepanjang serat L yang ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$\alpha = \frac{10}{L} \log \left(\frac{P_{in}}{P_{out}} \right) \text{ dB/km} \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana:

- L = panjang *fiber* optik (km)
- P_{in} = daya input optik (Watt)
- P_{out} = daya output optik (Watt)
- α = Redaman

faktor-faktor yang menimbulkan terjadinya redaman pada transmisi fiber optic antara lain:

1. Penyerapan (Absorption)

Faktor penyerapan terjadi karena 2 kemungkinan yaitu penyerapan dari luar dan penyerapan dari dalam. Untuk penyerapan dari luar terjadi karena *impurity* dalam fiber seperti : besi, *cobalt*, ion OH dan sebagainya. Sedangkan penyerapan dari dalam disebabkan bahan pembuat fiber itu sendiri. Redaman ini *analog* dengan disipasi daya pada kabel tembaga, dimana serat optik menyerap cahaya dan mengubahnya menjadi panas. Untuk mengatasinya, digunakan kaca yang benar-benar murni yang diperkirakan kemurniannya sampai dengan 99,99%. Namun rugi-rugi absorpsi antara 1 dan 100 dB/km tetap saja lumayan besar. Ada 3 faktor yang menimbulkan redaman absorpsi pada serat optik antara lain, absorpsi ultraviolet, absorpsi infra merah, dan absorpsi resonansi ion.



2. 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.

2. Hamburan (Rayleigh Scattering)

Hamburan umumnya terjadi karena tidak homogenya struktur fiber optik, kerapatan (*density*) yang tidak merata dan yang ter akhir adalah komposisi yang tidak fluktuasi. Atenuasi pada Rayleigh scattering dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\alpha_r = 1,7 \left(\frac{0,85}{\lambda}\right)^4 \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana :

λ = panjang gelombang (μm)

3. Pembengkokan (*Bending*)

Ada dua jenis *bending* (pembengkokan) yaitu *macrobending* dan *microbending*. *Macrobending* adalah pembengkokan *fiber* optik dengan radius yang panjang bila dibandingkan dengan radius *fiber* optik. Redaman ini dapat diketahui dengan menganalisis distribusi modal pada *fiber* optik. *Microbending* adalah pembengkokan-pembengkokan kecil pada serat optik akibat ketidakteraturan dalam pembentukan serat atau akibat adanya tekanan yang tidak seragam pada saat pengkabelan. Salah satu cara untuk mengurangnya adalah dengan menggunakan *jacket* yang tahan terhadap tekanan.

2.5.2 Dispersi

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

Jenis dispersi pada fiber optik yang disebabkan oleh mekanisme yang berbeda, yaitu :



1. 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.

Dispersi intermodal

Dispersi intermodal adalah pelebaran pulsa sebagai akibat dari perbedaan delay propagasi antara satu mode dengan mode pelajaran lainnya. Dimana untuk menempuh panjang fiber yang sama, sinar yang bermodus lebih tinggi akan lebih lambat dibandingkan dengan sinyal yang bermodus lebih rendah, sehingga terjadi pelebaran pulsa. Dispersi ini hanya terdapat pada fiber optic multimode.

Modal dispersi dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$\text{SI MMF : } t_s = \frac{L(NA)^2}{4\sqrt{3} cn_1} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\text{GI MMF : } t_g = \frac{NA^4 L}{80 \sqrt{3} cn_1^3} \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana :

SI MMF = *Step Index Multimode Fiber*

GI MMF = *Grade Index Multimode Fiber*

L = Panjang fiber optik (km)

c = Indeks bias cahaya (3x10⁸ m/s)

NA = Numerical Aperture

n₁ = Indeks bias core

2. Dispersi intramodal / kromatik

Dispersi intramodal adalah pelebaran pulsa yang terjadi dalam suatu fiber optik *singlemode*. Sinar yang berasal dari LED dan laser diode mengandung berbagai panjang gelombang dan dikatakan memiliki suatu pita panjang gelombang atau lebar spektral dimana bila semakin besar lebar spektral sinar yang memasuki fiber optik, maka akan semakin banyak macam panjang gelombang dan semakin besaar pelabaran pulsa yang terjadi pada fiber optik *singlemode* dan *multimode*.

ada 2 faktor utama penyebab dispersi kromatik yaitu :

- a. Dispersi material

Dispersi yang terjadi karena dispersi intramodal adalah pelebaran pulsa yang terjadi dalam suatu fiber optik *singlemode*. Dispersi material dapat di hitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$D_m = \frac{S_0}{4} \left[\lambda - \frac{\lambda_0^4}{\lambda^3} \right] \dots \dots \dots (2.5)$$

atau :

$$D_m = 122 \left[1 - \frac{\lambda_0}{\lambda} \right] \dots \dots \dots (2.6)$$

dimana :

- D_m = Dispersi material (ps/nm.km)
- λ = Panjang gelombang (nm)
- λ_0 = Nilai λ pada saat dispersi bernilai 0 (nm)
- S_0 = Nilai *Dispersion slope* fiber optik (ps/km.nm)

b. Dispersi Waveguide

Dispersi terjadi dalam satu *mode* terdiri dari beberapa panjang gelombang yang berbeda dari spektral sumber cahaya yang merambat sepanjang fiber. Dispersi *waveguide* bernilai sangat kecil jika dibandingkan dengan *dispersi material* dan nilainya sangat dapat diabaikan. Sehingga nilai dispersi kromatik sama dengan dispersi material, seperti persamaan berikut :

$$D_c = D_m + D_w \dots \dots \dots (2.7)$$

$$D_c = D_m \dots \dots \dots (2.8)$$

Sehingga, total dispersi kromatik dipengaruhi oleh *spectral width* sumber optik dan panjang fiber optik yang digunakan, yang dinyatakan oleh persamaan berikut :

$$t_c = D_m \cdot \Delta\lambda \cdot L \dots \dots \dots (2.9)$$

dimana :

- D_c = Dispersi kromatik
- D_w = Dispersi *waveguide*
- t_c = Total dispersi kromatik (ps/nm.km)
- $\Delta\lambda$ = *Spectral width* sumber optik (nm)
- L = panjang fiber optik (km)

Total dispersi dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini :

$$\text{Total dispersi } (t_f) = \sqrt{(t_c)^2 + (t_m)^2} \dots\dots\dots(2.10)$$

dimana ;

- t_c = Total dispersi kromatik
- t_m = Total dispersi modal

2.6 Performansi Jaringan Optik

Dalam mengukur performansi jaringan optik yang telah dirancang, terdapat beberapa parameter yang biasa digunakan untuk mengetahui dan menganalisis kelayakan suatu jaringan optik yaitu *Power Link Budget* dan *Rise Tiime Budget*.

2.6.1 Power Link Budget

Power link budget dihitung sebagai syarat agar *link* yang kita rancang dayanya melebihi batas ambang dari daya yang dibutuhkan. Untuk menghitung *power link budget* dapat dihitung dengan rumus:

$$\alpha_{total} = L \alpha_{serat} + N_c . \alpha + N_s . \alpha + S_p \dots\dots\dots(2.11)$$

Bentuk persamaan untuk perhitungan margin daya adalah :

$$M = (P_t - P_r) - \alpha_{total} - SM \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

- P_t : Daya keluaran sumber optik (dBm)
- P_r : Sensitivitas daya maksimum detektor(dBm)
- SM : *Safety margin*, berkisar 3 - 5 dB
- α_{total} : Power link budget (dB)
- L : Panjang serat optik (Km)
- α_s : Redaman Konektor (dB/buah)
- α_c : Redaman sambungan (dB/sambungan)
- α_{serat} : Redaman serat optik (dB/ Km)
- Ns : Jumlah sambungan
- Nc : Jumlah konektor
- Sp : Redaman Splitter (dB)
- M : Margin Daya (dB)

Margin daya harus memiliki hasil lebih dari nol (0), margin daya adalah daya yang masih tersisa dari *power transmit* setelah dikurangi dari *loss* selama proses pentransmision, prngurangan dengan nilai *safety margin* dan pengurangan dengan nilai sensitifitas *receiver*.

2.6.2 Rise Time Budget

Rise time budget merupakan metode untuk menentukan batasan dispersi suatu *link* serat optik. Metode ini sangat berguna untuk menganalisa sistem transmisi digital. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisa apakah unjuk kerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kenal yang diinginkan. Umumnya degradasi total waktu transisi dari link digital tidak melebihi 70 persen dari satu periode bit *Non-Return-to-Zero* (NRZ) atau 35 persen daru satu periode bit untuk data *Return-to-Zero* (RZ). Satu periode bit di definisikan sebagai resiprokasi dari *data rate*. Untuk menghitung *Rise Time Budget* dapat dihitung dengan rumus :

$$t_{total} = \sqrt{t_{tx}^2 + t_{tc}^2 + t_m^2 + t_{rx}^2} \dots \dots \dots (2.13)$$



dimana :

$$t_{RX} = \frac{0,7}{B_{RX}} ns \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan:

- = Rise time transmitter (ns)
- = Rise time receiver (ns)
- =Bandwidth listrik 3 db penerima (Mhz)



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.