

Jaringan Akses (GPON dan GEPON)

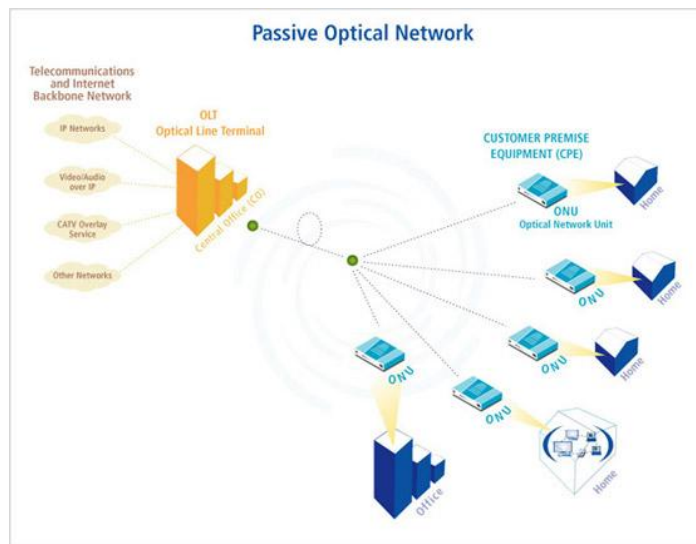
1. *Passive Optical Network (PON)*

Passive Optical Network (PON) pengganti teknologi tembaga untuk *narrow-band* dan *broadband*.

Berdasarkan definisinya *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.

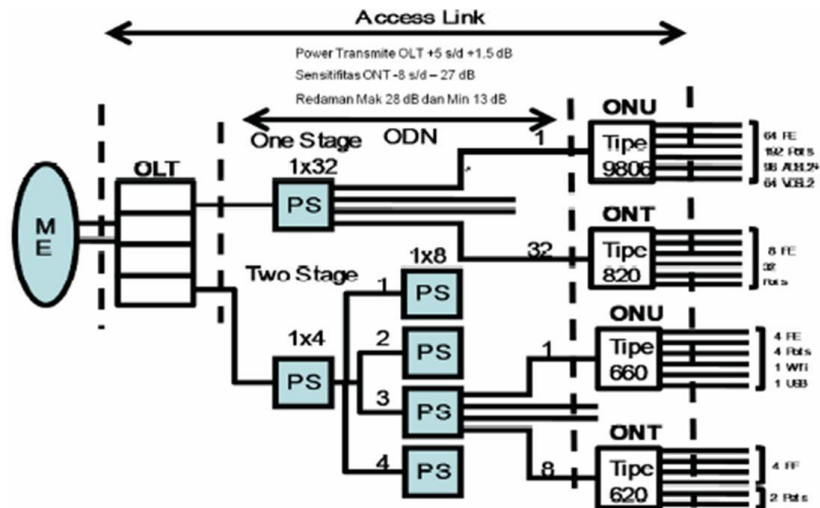
Elemen pembagi tersebut bersifat pasif artinya tidak melakukan manipulasi sinyal seperti penguatan sinyal optik.

PON pertama kali dibuat oleh FSAN (*Full Service Access Network*) yang kemudian distandardisasi oleh ITU-T (A/BPON, GPON) atau IEEE (EPON).



Gambar 1.1 jaringan *Passive Optical Network (PON)*

Konfigurasi PON



Dengan teknologi serat optik beberapa layanan hanya menggunakan satu saluran kabel, seperti misalnya telepon, data, dan video. Salah satu teknologi *Wavelength Division Multiplexer* (WDM) memungkinkan terjadinya beberapa layanan yang menggunakan satu jalur kabel.

Sinyal optik *downstream* dan *upstream* merupakan dua buah sinyal yang berbeda panjang gelombangnya dan dilewatkan pada jalur yang sama. Sinyal tersebut digabungkan dan dipisahkan pada ujung jaringan, baik disisi *service provider* maupun disisi pelanggan.

Sinyal *downstream* adalah berupa paket-paket yang dikirimkan dengan cara *broadcast* lewat sebuah serat, kemudian *optical splitter* akan mengirimkan paket-paket tersebut ke semua *end-point*.

Jadi setiap ujung (terminal) akan menerima paket data yang sama untuk dibagikan hanya data tertentu yang akan diproses.

Untuk menjaga keamanan data maka setiap paket atau *frame* dapat dienkripsi terlebih dahulu.

Karena kemampuan untuk mentransfer dengan *bandwidth* yang tinggi dan jarak yang jauh (sekitar 20 sampai 30 km), PON biasa digunakan untuk jaringan metro atau untuk mobile *backhaul*, yaitu koneksi antara *core network* satu dengan *core network* lainnya.

2. Gigabit Passive Optical Network (GPON)

GPON merupakan salah satu teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T via G.984 dan hingga kini bersaing dengan GEPON (*Gigabit Ethernet PON*), yaitu PON versi IEEE yang berbasiskan teknologi Ethernet.

GPON mempunyai dominansi pasar yang lebih tinggi dan *roll out* lebih cepat dibanding penetrasi GEPON. Standar G.984 mendukung *bit rate* yang lebih tinggi, perbaikan keamanan, dan pilihan protokol layer 2 (ATM, GEM, atau Ethernet).

Baik GPON ataupun GEPON, menggunakan serat optik sebagai medium transmisi. Satu perangkat akan diletakkan pada sentral, kemudian akan mendistribusikan trafik *Triple Play* (Suara/VoIP, Multi Media/Digital Pay TV dan Data/Internet) hanya melalui media 1 *core* kabel optik disisi *subscriber* atau pelanggan.

Yang menjadi ciri khas dari teknologi ini dibanding teknologi optik lainnya semacam SDH adalah teknik distribusi trafik dilakukan secara pasif. Dari sentral hingga ke arah *subscriber* akan didistribusikan menggunakan splitter pasif (1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64).

GPON menggunakan TDMA sebagai teknik *multiple access upstream* dengan *data rate* sebesar 1.2 Gbps dan menggunakan *broadcast* kearah *downstream* dengan *data rate* sebesar 2.5 Gbps. Model paketisasi data menggunakan GEM (GPON Encapsulation Methode) atau ATM *cell* untuk membawa layanan TDM dan *packet based*. GPON jadi memiliki efisiensi *bandwidth* yang lebih baik dari BPON (70 %), yaitu 93 %.

2.1 Prinsip Kerja GPON

GPON merupakan teknologi FTTx yang dapat mengirimkan informasi sampai ke pelanggan menggunakan kabel optik. Prinsip kerja dari GPON, ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT, maka ada bagian yang bernama *splitter* yang berfungsi untuk memungkinkan serat optik tunggal dapat mengirim ke berbagai ONU, untuk ONU sendiri akan memberikan data-data dan sinyal yang diinginkan pelanggan.

Pada prinsipnya, PON adalah sistem *point to multipoint*, yang menggunakan *splitter* sebagai pembagi jaringannya.

Arsitektur sistem GPON berdasarkan pada TDM (Time Division *Multiplexing*) sehingga mendukung layanan T1, E1 dan DS3.

2.2 Komponen GPON

2.2.1 Network Management System (NMS)

NMS merupakan perangkat lunak yang berfungsi untuk mengontrol dan mengkonfigurasi perangkat GPON. Letak NMS ini bersamaan di dekat OLT namun berbeda ruangan. Konfigurasi yang dapat dilakukan oleh NMS adalah OLT dan ONT. Selain itu NMS dapat mengatur layanan GPON seperti POTS, VoIP, dan IPTV. NMS ini menggunakan platform Windows dan bersifat GUI (*Grafic Unit Interface*) maupun *command line*. NMS memiliki jalur langsung ke OLT, sehingga NMS dapat memonitoring ONT dari jarak jauh.

2.2.2 Optical Line Terminal (OLT)

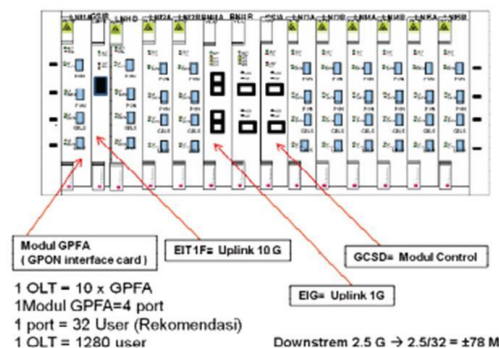
OLT menyediakan *interface* antara sistem PON dengan penyedia layanan (*service provider*) data, video, dan jaringan telepon. Bagian ini akan membuat *link* ke sistem operasi penyedia layanan melalui *Network Management System* (NMS).

Perangkat Aktif

OLT – Optical Line Terminal

OLT adalah perangkat aktif yang berfungsi :

1. Mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal optik
2. Sebagai Multiplex

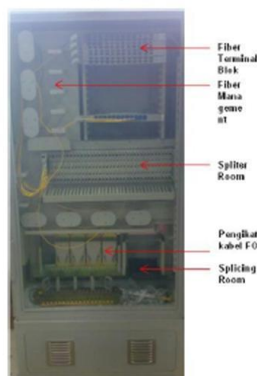


2.2.3 Optical Distribution Cabinet (ODC)

ODC (*Optical Distribution Cabinet*) adalah jaringan optik antara perangkat OLT sampai perangkat ODC. Letak dari ODC ini adalah terletak di rumah kabel. ODC menyediakan sarana transmisi optik dari OLT terhadap pengguna dan sebaliknya. Transmisi ini menggunakan komponen optik pasif.

Segmen A – Feeder FO, ODC, Splitter

ODC (Optical Distribution Cabinet)

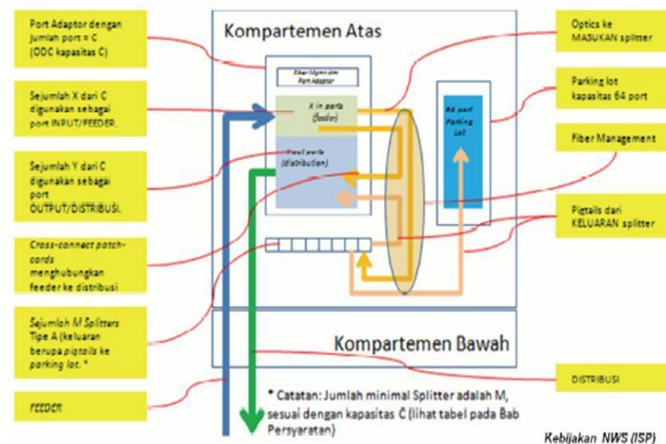


ODC adalah suatu perangkat pasif yang diinstalasi diluar STO bisa di lapangan (Outdoor) dan juga bisa didalam ruangan / di MDF Gedung HRB (Indoor), yang mempunyai fungsi sebagai berikut :

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



- ODC (Optical Distribution Cabinet)



ODC menyediakan peralatan transmisi optik antara OLT dan ONT. Perangkat interior pada ODC terdiri dari :

- Konektor

Konektor optik merupakan salah satu perlengkapan kabel serat optik yang berfungsi sebagai penghubung serat. Dalam operasinya konektor mengelilingi serat kecil sehingga cahayanya terbawa secara bersama-sama tepat pada inti dan segaris dengan sumber cahaya (serat lain). Konektor yang digunakan pada *Optical Access Network* (OAN) dapat dipasang di luar dan di lokasi pelanggan.

- Splitter

Splitter merupakan komponen pasif yang dapat memisahkan daya optik dari satu input serat ke dua atau beberapa output serat. *Splitter* pada PON dikatakan pasif sebab tidak memerlukan sumber energi eksternal dan optimasi tidak dilakukan terhadap daya yang digunakan terhadap pelanggan yang jaraknya berbeda dari *node splitter*, sehingga cara kerjanya membagi daya optik sama rata.

Splitter

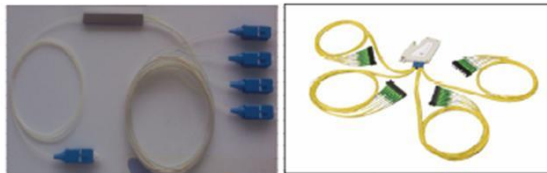
Splitter adalah suatu perangkat pasif yang berfungsi untuk membagi informasi sinyal optik (gelombang cahaya), kapasitas distribusi dari splitter bermacam – macam yaitu 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, dan 1:64, spesifikasi teknis merujuk (**STEL-L -047- 2008 Ver1**).

dan ada juga yang inputnya 2 seperti 2:16 dan 2:32

Direkomendasikan digunakan di Telkom sampai 1:32 secara total (System)

Aplikasinya :

1. **One stage** → 1:32
2. **Two Stage** → 1:2 dan 1:16 atau 1:4 dan 1:8, sehingga yang dipasang di ODC hanya 1:2 dan 1:4 saja.



Passive splitter atau *splitter* merupakan *optical fiber couplers* sederhana yang membagi sinyal optik menjadi beberapa *path* (*multiple path*) atau sinyal-sinyal kombinasi dalam satu jalur. Selain itu *splitter* juga dapat berfungsi untuk merutekan dan mengkombinasikan berbagai sinyal optik. Alat ini sedikitnya terdiri dari 2 port dan bisa lebih hingga mencapai 32 port.

Berdasarkan ITU G.983.1 BPON Standard direkomendasikan agar sinyal dapat dibagi untuk 32 pelanggan, namun rasio meningkat menjadi 64 pelanggan berdasarkan ITU-T G.984 GPON Standard. Hal ini berpengaruh terhadap redaman sistem, seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 1.1 Redaman Passive *Splitter*

Rasio	Redaman
1:2	2,8 – 4,0 dB
1:4	5,8 – 7,5 dB
1:8	8,8 – 11,0 dB
1:16	10,7 – 14,4 dB
1:32	14,6 – 18,0 dB

2.2.4 *Optical Distribution Pack (ODP)*

Instalasi atau terminasi yang bagus dari serat adalah persyaratan utama untuk menjamin kemampuan transmisi pada kabel serat optik. Syarat utama DP adalah :

- DP dapat diubah tanpa mengganggu kabel yang sudah terpasang dengan cara menambahkan kabel serat optik beberapa meter.
- Setiap DP harus punya ruangan untuk memuat *splitter*.
- DP harus memiliki akses dari sisi depan.
- Setiap DP harus memiliki penutup depan untuk melindungi orang dari cahaya laser yang langsung keluar dari ujung serat.
- DP harus mempunyai ruang untuk memuat dan memandu kabel serat optik.

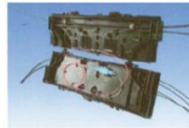
- Optical Distribution Poin



Gambar . ODP Wall/ On Pole



Gambar . ODP Pedestal

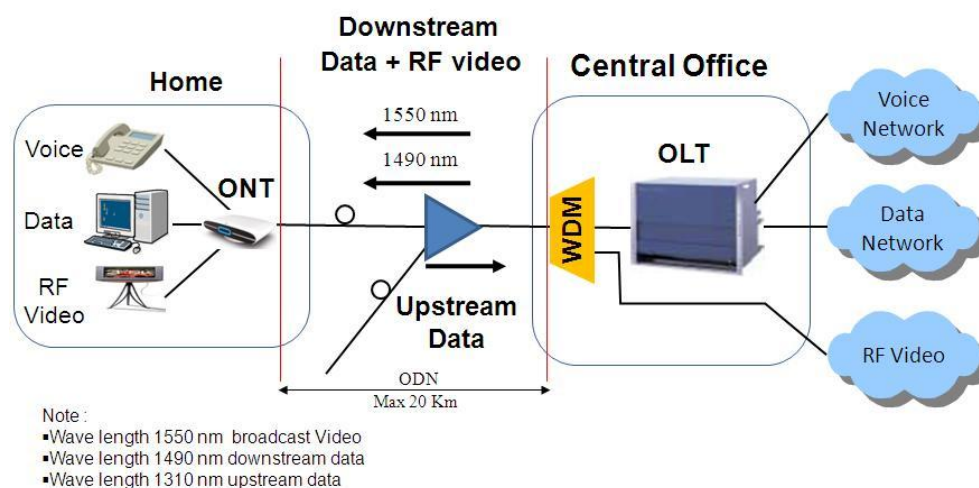


Gambar . ODP Closure

2.2.5 Optical Network Termination (ONT)

ONU menyediakan *interface* antara jaringan optik dengan pelanggan. Sinyal optik yang ditransmisikan melalui ODN diubah oleh ONU menjadi sinyal elektrik yang diperlukan untuk *service* pelanggan.

Pada arsitektur FTTH, ONU diletakkan di sisi pelanggan. Perangkat ONU yang digunakan PT.Telkom salah satunya adalah ZXA10 FN62X yang merupakan pabrikan merek ZTE.



Gambar 1.2 Konfigurasi GPON

2.3 Keunggulan dan Kekurangan GPON

Adapun beberapa keunggulan yang dimiliki oleh teknologi GPON adalah:

- a. Mendukung aplikasi *triple play* (suara, data, dan video) pada layanan FTTx yang dilakukan melalui satu *core* fiber optik.
- b. Dapat membagi *bandwidth* sampai 32 ONT.
- c. GPON mengurangi penggunaan banyak kabel dan peralatan pada kantor pusat bila dibandingkan dengan arsitektur *point to point*. Hanya satu port optik di *central office* (menggantikan *multiple port*).
- d. Alokasi *bandwidth* dapat diatur.
- e. Biaya *maintenance* yang murah karena menggunakan komponen pasif.
- f. Transparan terhadap laju bit dan format data.
GPON dapat secara fleksibel mentransferkan informasi dengan laju bit dan format yang berbeda karena setiap laju bit dan format data ditransmisikan melalui panjang gelombang yang berbeda. Laju bit 1.244 Gbit/s untuk *upstream* dan 2.44 Gbit/s untuk *downstream*.
- g. Biaya pemasangan, pemeliharaan dan pengembangan lebih efisien.
Hal ini dikarenakan arsitektur jaringan GPON lebih sederhana dari pada arsitektur jaringan serat optik konvensional.

Sedangkan kekurangan yang dimiliki GPON, antara lain:

- a. Model *layering* yang kompleks
- b. Lebih mahal dibandingkan GEAPON
- c. *Transceiver* pada laju 2.4 Gbps saat ini mahal
- d. *Bandwidth upstream* terbatas pada hingga 622 Mbps saat ini

2.4 Spesifikasi Layanan GPON

Tabel 1.2 Spesifikasi GPON

<i>Items</i>	Deskripsi Target
Performansi layanan dan QoS	<i>Full Services(19/100 Base-T, Voice, Leased lines)</i>
Bit Rates	1.25 Gb/s <i>symmetric</i> dan 155 Mb/s & 622 Mb/s <i>upstream</i>
Jarak pencapaian fisik maksimum	Max 20 km dan Max 10 km
<i>Logical Reach</i>	Max 60 km (<i>for ranging protocol</i>)
<i>Branches</i>	Max 64 pada layer fisik Max 128 pada layer TC
Alokasi panjang gelombang	<i>Downstream</i> : 1480 – 1500 nm <i>Upstream</i> : 1260 – 1360 nm
Kelas ODN	Kelas A, B, dan C (sama seperti persyaratan B-PON)

3. Gigabit Ethernet Passive Optical Network (GEPON)

GE-PON (Gigabit Ethernet Passive Optical Network) merupakan teknik akses optik kecepatan tinggi yang telah distandarisasi menurut IEEE 802.3ah EFM (Ethernet in the First Mile) sehingga dapat digunakan pada konfigurasi point to multipoint. Ketika ITU-T membangun standar BPON dan GPON, sebuah *working group* IEEE yang bernama *Ethernet-in-the-first-mile* mengembangkan PON yang berbasis Ethernet. GPON merupakan salah satu teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T via G.984. Lapis *physical media dependent* pada EPON/GEPON dapat mendukung maksimum 1.25 Gbps (laju data efektif 1.0 Gbps) untuk trafik *downstream* dan *upstream*. GPON menggunakan TDMA sebagai teknik *multiple access upstream* dengan *data rate* sebesar 1.2 Gbps dan menggunakan *broadcast* kearah *downstream* dengan *data rate* sebesar 2.5 Gbps. GEPON mengenkapsulasi dan *men-transport* data pengguna dalam *frame* Ethernet. GE-PON dikeluarkan sebagai jenis dari sistem high speed optical access. Hal tersebut dikarenakan sistem PON ini menggunakan teknologi Ethernet, yang biasanya disebut "EPON", tetapi karena pengaruh layanan yang diberikan maka lebih dikenal sebagai "gigabit"

Jadi, GEPON merupakan perluasan alami dari LAN pada premis pengguna, dan menghubungkan LAN-LAN menuju infrastruktur MAN/WAN berbasis Ethernet. Karena tidak ada fragmentasi atau penyusunan data pada GEPON dan kebutuhannya pada lapis *physical-media dependent* lebih longgar, peralatan GEPON lebih murah dibanding GPON. Seiring dengan luasnya penggunaan Ethernet pada LAN, GEPON menjadi teknologi akses yang sangat atraktif. Saat ini GEPON sudah tersebar dalam skala besar di Jepang, melayani jutaan pengguna.

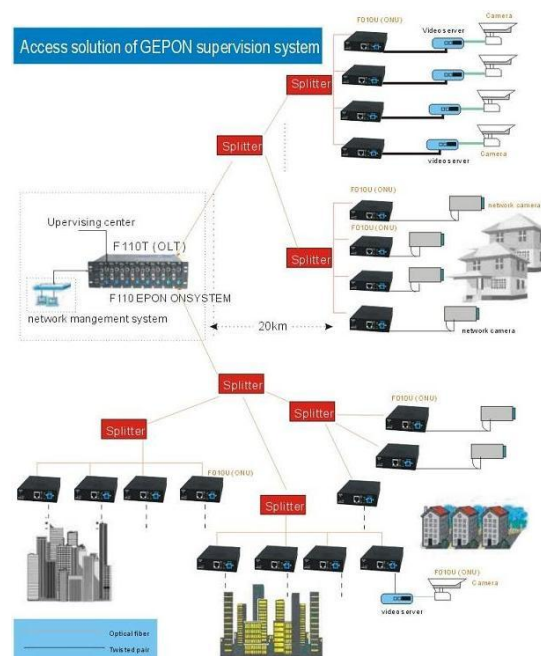
3.1 Prinsip Kerja GEPON

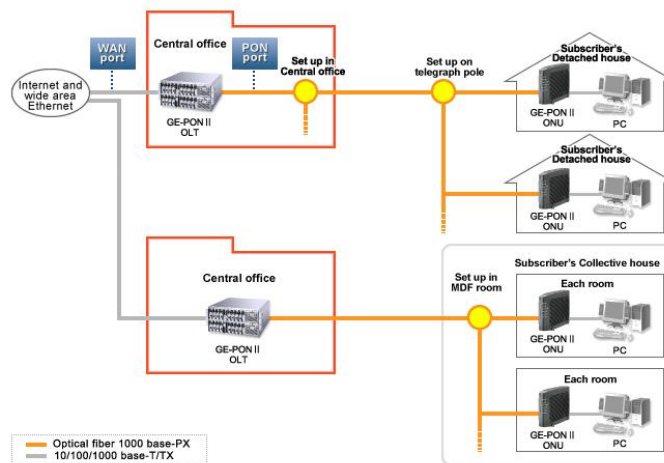
Standar Ethernet didefinisikan untuk *shared medium* dan *link point-to-point* (P2P) *full-duplex*. Hal ini menyebabkan GEPON mempunyai ciri yang merupakan kombinasi dari dua sifat standar Ethernet tersebut. GEPON menggunakan struktur enkapsulasi paket Ethernet untuk komunikasi pada layer 2. Saat ini terhitung hampir 95 % komunikasi LAN menggunakan aplikasi ethernet, karena strukturnya yang ekonomis dan efektif. Sehingga GE-PON menjadi sangat efektif dalam mode komunikasi access network. Data dikirimkan

dengan panjang variabel paket data maksimum sebesar 1.518 Bytes sesuai dengan Ethernet standar IEEE 802.3ah Struktur Point to Multipoint, dimana satu OLT bisa dihubungkan sampai 32 ONU. Semua ONU saling berbagi bandwidth 1 G melalui TDM (Time Division Multiplex).

Karena itu masing-masing ONU bisa menyediakan bandwidth max 1 Gbps untuk arah uplink atau downlink. Transceiver optik menggunakan sistem WDM (Wavelength Division Multiplexer) dengan panjang gelombang yang digunakan berbeda antara pengirim dan penerima.

Upstream : 1260 . 1360 nm (1310 ± 50) , Downstream : 1480 . 1500 nm (1490 ± 10)
GEPON tidak membutuhkan beberapa protokol yang rumit untuk mentransmisikan sinyal optik secara tepat sampai ke pelanggan, karena sinyal dari pelanggan bisa ditransmisikan ke OLT secara terpusat. Pada NMS (Network Management System), menggunakan SNMP (Simple Network Management Protocol) untuk manajemen elemen jaringan ONU sebagai fitur dari OAM (Operations, Administration and Maintenance).



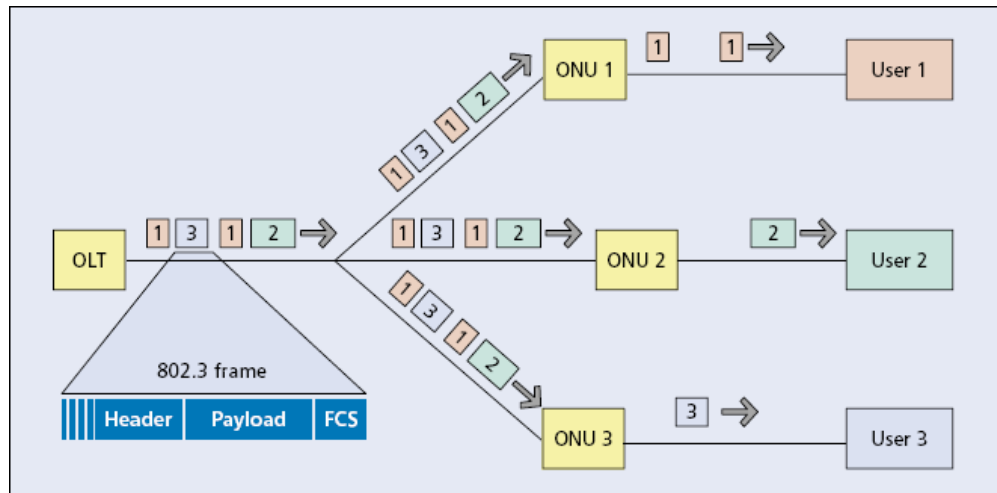


Pada arah *downstream*, GEAPON bertindak sebagai *shared medium*, dengan *frame-frame* yang dikirim oleh OLT mencapai setiap ONU. Pada arah *upstream*, karena sifat direksional dari *coupler* pasif, *frame-frame* data hanya akan mencapai OLT, tidak menuju ONU lainnya. Artinya, pada arah *upstream* perilaku GEAPON dapat dibandingkan dengan jaringan P2P. Tetapi, tidak seperti jaringan P2P sebenarnya, dalam GEAPON *frame-frame* yang dikirimkan dari ONU yang berbeda bisa bertabrakan. Sehingga pada arah *upstream* terdapat syarat untuk berbagi serat trunk dan mengatur *time slot* transmisi ONU untuk mencegah tabrakan.

Untuk mengurus syarat koordinasi trafik yang unik pada sisi *upstream* GEAPON menggunakan MPCP, yang merupakan protokol berbasis *frame*, berdasarkan pesan-pesan kontrol MAC 64-byte, yang mengkoordinasikan trafik *upstream*. Hal ini menyebabkan mekanisme pengiriman data antara *upstream* dan *downstream* berbeda. Berikut prosedur masing-masing arah.

a. Arah *downstream*

Pada arah ini, *frame-frame* Ethernet yang dikirim oleh OLT melewati *splitter* pasif 1:N dan disebar secara *broadcast* menuju setiap ONU. *Frame* Ethernet diekstrak oleh ONU tujuan mereka berdasarkan alamat *Medium Access Control* (MAC), sehingga ini tidak berbeda dengan LAN Ethernet pada umumnya. Berikut gambar proses pengiriman data pada *downstream*.



■ Figure 4. Downstream traffic in EPON.

Gambar 1.3 Trafik *downstream* GEAPON

b. Arah upstream

Pada arah ini, *frame-frame* Ethernet dikirim oleh masing-masing ONU dalam mode *burst* dengan pemotongan waktu seperti TDM.

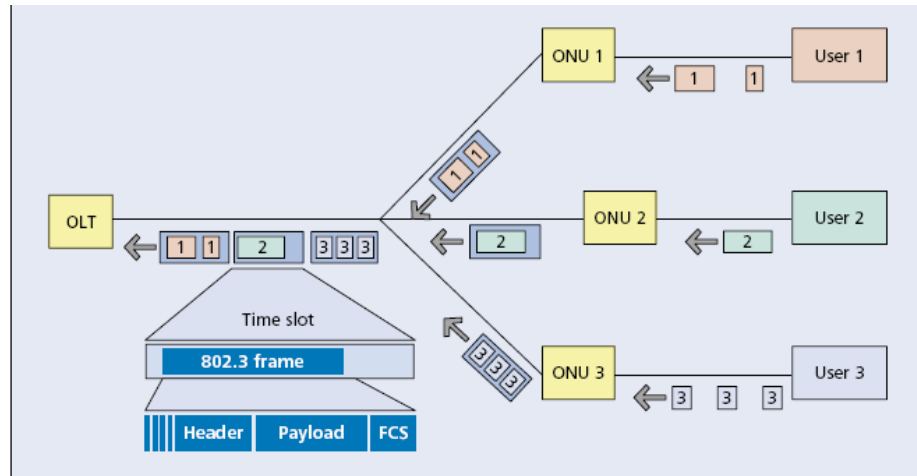
OLT menugaskan tiap ONU slot waktu transmisi tertentu.

Slot waktu transmisi ini mencegah fragmentasi dan tabrakan sinyal. Slot waktu dilengkapi dengan ukuran tetap tetapi pemberiannya lebih fleksibel.

Sebuah ONU menahan *frame-frame* yang diterima dari pelanggan sampai slot waktunya tiba.

Ketika slot waktunya tiba, ONU mengirimkan semua *frame* yang disimpan pada kecepatan kanal penuh, yang harus sesuai dengan salah satu dari laju data standar Ethernet dalam cara *burst*.

Berikut gambar proses pengiriman data pada sisi *upstream*.



■ Figure 5. Upstream traffic in EPON.

Gambar 1.4 Trafik *upstream* pada EPON

3.2 Komponen GEPON

3.2.1 *Optical Line Terminal (OLT)*

OLT adalah elemen jaringan Fiber To The Home (FTTH) yang menyediakan antarmuka PON menuju *core* IP/Ethernet dan jaringan operasi. OLT ditempatkan pada CO (Central Office), dihubungkan ke ONU melalui PON dengan kabel fiber, splitter dan komponen pasif lain.

OLT diatur oleh EMS. Tanggung jawab fungsionalnya meliputi konversi sinyal optik-ke-elektrik dan elektrik-ke-optik, control transmisi bidireksional, multipleksing/demultipleksing sinyal dan layanan, perutean/*switching* paket, fungsi operasi, administrasi, dan pemeliharaan (OAM), konvesi PON dan jaringan, dan fungsi antarmuka.



3.2.2 *Optical Network Unit (ONU)*

ONU merupakan elemen pada sisi pelanggan FTTH yang menyediakan antarmuka pelanggan menuju PON. Dalam perangkat ONU menyediakan pengubah opto-electrical (melewatkan informasi yang diubah dari framework serat optik menjadi framework logam listrik). ONU merupakan suatu titik pembatasan, dimana merupakan akhir dari aliran optik jaringan pembawanya dan merupakan awal dari jaringan akses pelanggan. Perbedaan ONT dan ONU yaitu ONU masih membutuhkan perangkat NT (Network Terminal) di bagian pelanggan, sedangkan ONT bisa langsung dihubungkan dengan user equipment. Maksimal jumlah ONU/ONT dalam GE-PON yang bisa digunakan yaitu 32 ONU. Tanggung jawab fungsionalnya meliputi konversi sinyal E/O dan O/E, multipleksing/demultipleksing sinyal dan layanan, dan konversi sinyal layanan pelanggan dan PON beriringan dengan proses menyediakan berbagai antarmuka *customer premise equipment (CPE)*.



3.2.3 Optical Splitter

Splitter merupakan perangkat yang membagi daya optik menjadi N jalur terpisah menuju pelanggan. Sebagai penghubung antara OLT dengan ONU. Berfungsi untuk mentransmisikan sinyal input optik arah downlink menuju port multi output, dan bisa membagi satu serat optik kedalam multi user dimana bandwidth dari serat tersebut dibagi-bagi. Untuk arah uplink, me-multiplexing kanalkanal sinyal optik ONU menuju satu serat optik.

Optical splitter diklasifikasikan komponen pasif karena didalamnya tidak ada komponen aktif elektrik, hal ini berarti tidak sensitif terhadap temperatur ataupun elemen lain yang bisa menjadi masalah dalam komponen elektrik. Jika *splitter* dirancang untuk membagi daya optik dan jika P adalah daya optik yang masuk ke *splitter*, level daya yang masuk ke tiap pelanggan adalah P/N . Desain pembagi daya dengan rasio pembagi juga mungkin dan terdapat lebih dari satu *splitter* dalam jalur tertentu, tergantung penerapannya. Jumlah jalur yang terbagi bisa beragam dari 2 hingga 64, tetapi biasanya mereka berjumlah 8, 16, dan 32.



3.2.4 Serat Optik

Serat optik yang biasa digunakan adalah yang berbasis standar ITU-T G.652 *single mode*.

3.3 Keunggulan dan Kekurangan GEPON

GEPON sebagai teknologi tetap mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihan yang dimiliki GEPON, antara lain

- a. Biaya lebih murah dibanding GPON

Ada beberapa alasan GEPON menjadi teknologi yang murah dibanding GPON. Salah satunya adalah karena perbedaan *line coding* yang digunakan. GPON menggunakan teknik *Non-Return to Zero* (NRZ) untuk pengkodean yang bertujuan untuk mencapai

efisiensi *bandwidth* hingga 100%. Karena syarat yang cukup ketat inilah, desain perangkat *transceiver* menjadi lebih susah dan mahal. Berbeda dengan GEAPON, ia menggunakan *line coding* 8B/10B yang dimaksudkan agar adanya transisi yang cukup antar bit. Dengan keadaan ini, desain perangkat *receiver* menjadi lebih mudah dan murah.

Selain *line coding*, GEAPON lebih murah karena waktu *laser on/off* lebih longgar, yaitu 512 ns. Berbeda dengan GPON, ia memiliki waktu *laser on/off* yang cukup cepat, yaitu 44 ns. Hal ini menyebabkan GPON memiliki komponen yang mahal.

b. Implementasi bersifat terbuka

Standar IEEE 802.3ah sengaja meninggalkan banyak detail di luar spesifikasi kecuali untuk *layer* fisik dan *data link* saja. Ini dilakukan untuk menjaga fleksibilitas implementasi dan mendorong inovasi dari vendor. Tujuan pembuat standar adalah untuk mempertahankan perangkat yang murah dan waktu yang cepat untuk pemasaran. Contoh, masalah alokasi *bandwidth* dinamis dan penyediaan tingkat layanan yang terjamin menjadi dua masalah yang menarik untuk diteliti.

c. Penggunaan *frame* Ethernet yang menguntungkan

Untuk GPON ketika membawa trafik IP, paket-paket harus dipecah menjadi segmen-segmen 48 byte dengan 5 byte *header* masing-masing. Proses ini memakan waktu dan rumit serta menambah biaya pada OLT dan ONU. Berbeda dengan Ethernet, dengan menggunakan paket yang panjangnya variabel, Ethernet dibuat untuk membawa trafik IP dan bisa mengurangi *overhead* secara signifikan. Sebagai tambahan, Ethernet juga mendukung protokol IGMP yang mendukung layanan *multicast* sehingga GEAPON sangat cocok untuk layanan *triple-play*, seperti IPTV.

d. Manajemen lebih mudah

GEAPON hanya membutuhkan satu sistem pengaturan. Sedangkan GPON membutuhkan tiga sistem pengaturan untuk protokol *layer* 2. Hal ini berarti GEAPON menghasilkan total biaya yang lebih rendah. GEAPON juga tidak membutuhkan konversi multiprotokol dan hasilnya adalah biaya silikon yang lebih murah.

e. Adanya fungsi *Rapid Spanning Tree Protocol*

Fungsi RSTP di sini bertujuan untuk menyediakan redundansi jalur antara OLT dan jaringan *backbone* dan mencegah *loop* jaringan yang tidak diinginkan. RSTP menyediakan mekanisme kepada perangkat jaringan untuk mempelajari topologi jaringan, memilih *bridgeroot*, menghitung jalur dengan biaya terendah dari tiap *bridge* dan *port* menuju *bridge root* dan secara selektif memblok *port*, sehingga menjamin jaringan bebas *looping*.

Sedangkan kekurangan yang dimiliki oleh GEPON adalah:

a. *Bandwidth* lebih rendah dibanding GPON

GPON pada arah *downstream* dapat membawa kecepatan hingga 2.448 Gbps. Sedangkan GEPON hanya bisa membawa 1.25 Gbps.

b. Masalah interoperabilitas

Karena banyak detail dalam standar IEEE 802.3ah yang belum dijelaskan, maka ini mendorong vendor untuk berinovasi. Namun di satu sisi ini membuat bingung pasar dan kurangnya interoperabilitas. Misalnya, EPON Jepang tidak bisa bekerja dengan EPON Cina.

3.4 Spesifikasi Layanan GEPON

Parameter	Deskripsi
<i>Maximum reach</i>	20 km/20 km
<i>Maximum split ratio</i>	32
<i>Line rate(up/down)</i>	1250/1250 Mbps
<i>Coding</i>	8B/10B
<i>Data rate</i>	1000 Mbps
<i>Loss ODN</i>	20/24 dB
toleransi	29 dB
<i>US overheads</i>	Guard: 2 μ s

	<p>Laser on/off: 512 ns</p> <p>AGC/CDR: 400 ns</p>
--	----------------------------------------------------

DAFTAR PUSTAKA

1. Kazovsky, Leonid G., et al. 2011. *Broadband Optical Access Network*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
2. Keiser, Gerd. 2006. *FTTX Concepts and Applications*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
3. Westnet. "EPON vs GPON: A Comparative Study". 22 Januari 2004. <http://members.westnet.com.au/.../GPON%20vs%20EPON%20whitepaper.pdf>.
4. UTStarcom. "GEPON Release 2.0 System Overview". 2007. ftp://ftp.c-tt.ru/UTStarcom/GEPON_R2.0_System_Overview_V1.2.pdf.
5. Haran, Onn. "EPON vs. GPON: A Practical Comparison". 25 Januari 2005. http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1272066.