

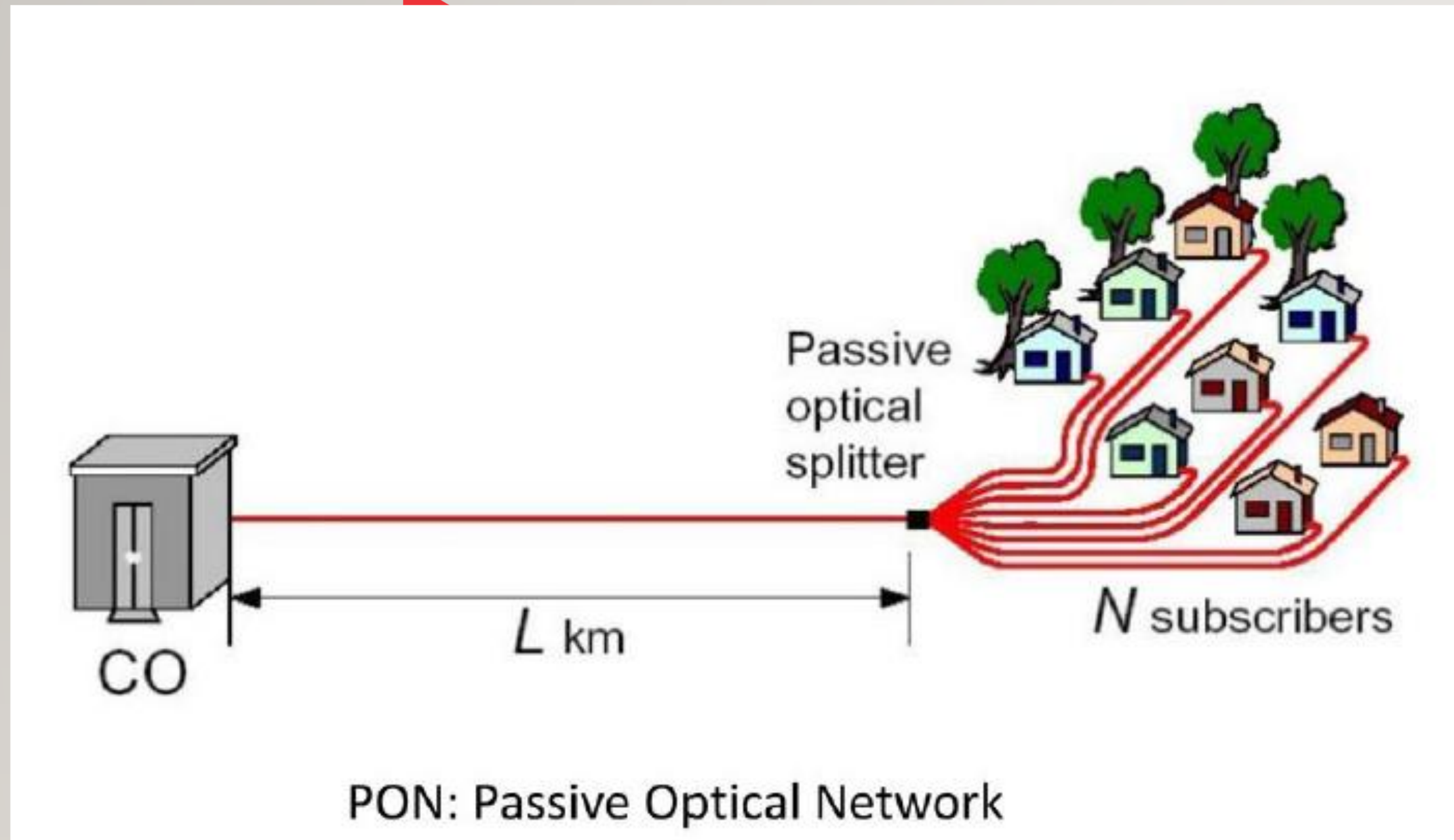
# SISTEM KOMUNIKASI OPTIK

- **MATERI 11**
- **PASSIVE OPTICAL NETWORK (PON)**
- D3 Teknologi Telekomunikasi – Fakultas Ilmu Terapan





# MENGAPA PON ?

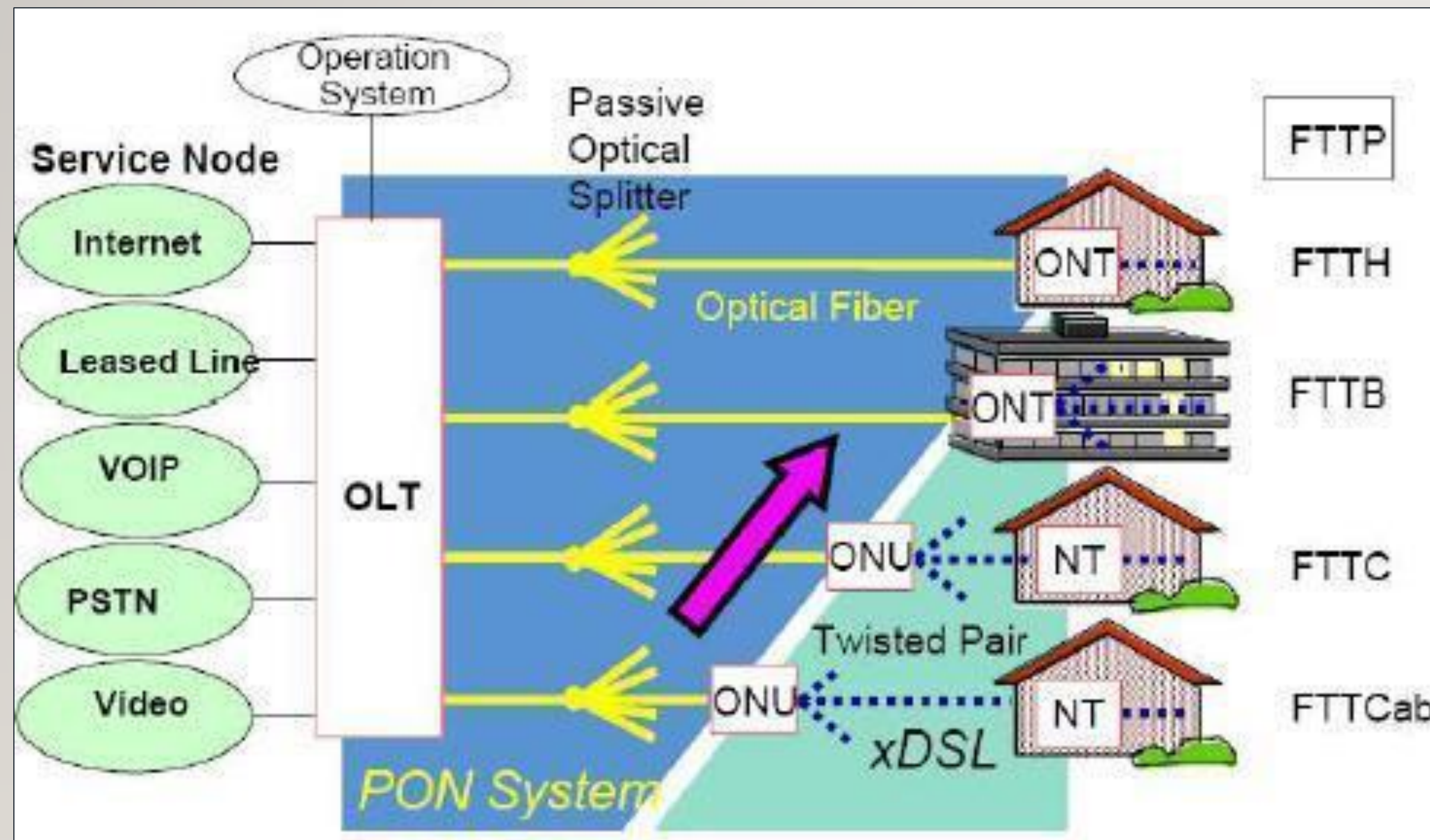


- ❑ Passive Optical Network atau PON merupakan suatu teknologi Broadband Access berbasis kabel serat optik yang dikembangkan oleh ITU-T via G.984.
- ❑ Teknologi PON menggunakan perangkat pasif optik berupa pasif splitter sehingga dapat digunakan pada konfigurasi point-to-multipoint dengan penggunaan kabel serat optik dapat mencapai 20 km sehingga secara tidak langsung dapat mengurangi biaya pembangunan jaringan.



# Teknologi PON

## ► Teknik Multiple Access TDM (Time Division Multiplexing)



### ❑ Teknologi Gigabit Ethernet Passive Optical Network (GEPON)

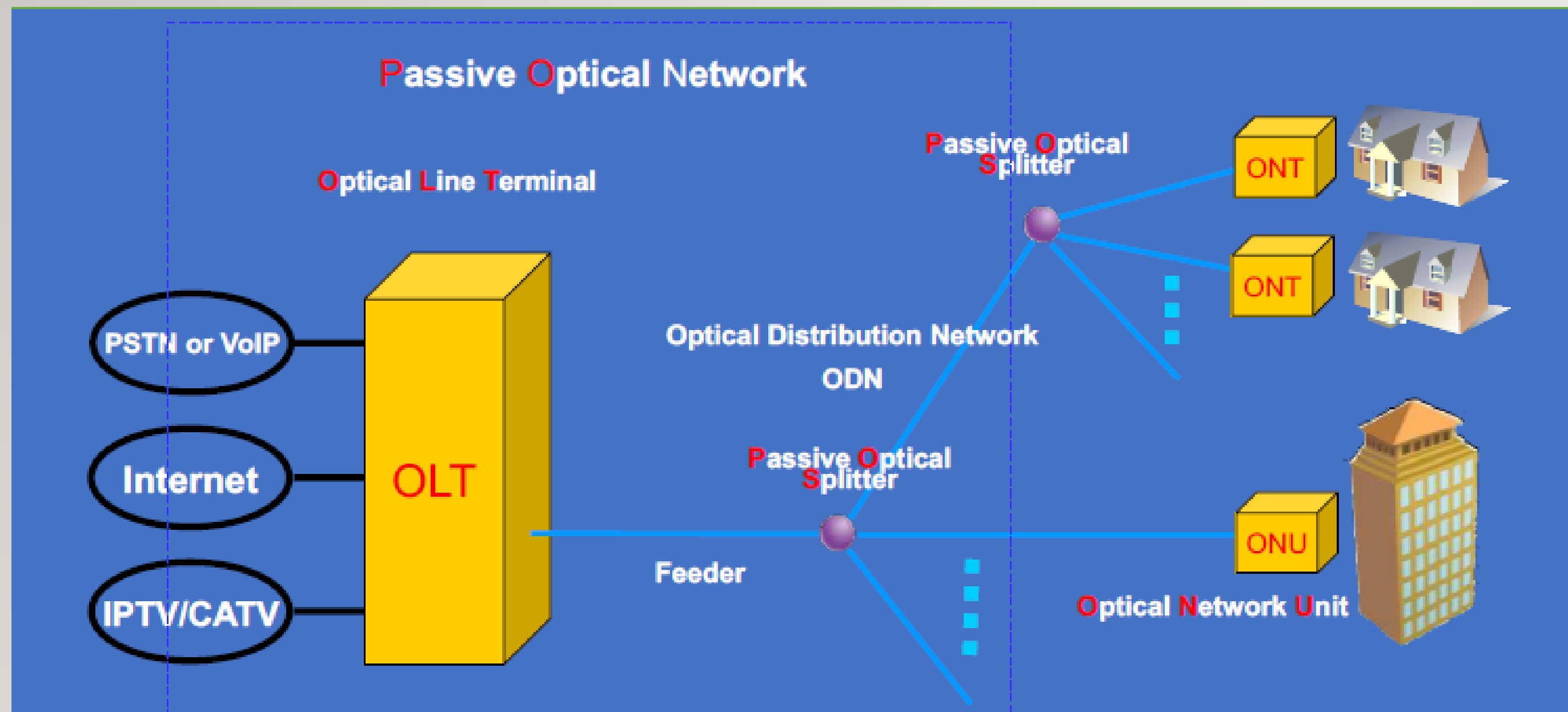
: standar IEEE 802.3ah

### ❑ Teknologi Gigabit Passive Optical Network GPON : standarisasi ITU-T G.984.

❑ Teknologi PON dapat diaplikasikan antara lain pada Jaringan FTTH, FTTB, FTTC dimana pasif splitter berada di bagian outside plant (OSP).



# KOMPONEN JARINGAN PON



- Arsitektur Jaringan PON Memiliki Tiga Komponen Penting Yaitu :
  1. OLT (Optical Line Terminal) Yang Diletakkan Di CO (Central Office),
  2. ODN (Optical Distribution Network) Yang Merupakan Komponen Dalam Media Transmisinya
  3. ONU (Optical Network Unit) ATAU ONT (Optical Network Terminal) Yang Diletakkan Dekat Dengan Pelanggan

# JENIS-JENIS PON

## APON

- FSAN
- Konsep ATM

## BPON

- ITU G.983.1 – G. 893.7
- WDM

## EPON

- IEEE 802.3ah
- 1 GBps

## GPON

- ITU-T G.984.
- 1.244 Gbps upstream
- 2.488 Gbps downstream



# GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON)

Standar	<b>ITU. G.984</b>
Kecepatan Downstream	<b>2.4 Gps</b>
Kecepatan Upstream	<b>1.2 Gbps</b>
Layanan	<b>Data, Suara, Video</b>
Perbandingan Splitter Maksimum	<b>1 : 64</b>
Jarak Maksimum	<b>60 Km</b>
Panjang Gelombang Downstream	<b>1490 nm dan 1550 nm</b>
Panjang Gelombang Upstream	<b>1310 nm</b>
Splitter	<b>Pasif</b>

# STANDAR GPON

## ITU-T G.984.1

- Parameter description of GPON network
- Requirements of protection switch-over networking

## ITU-T G.984.2

- Specifications of ODN parameters
- Specifications of 2.488Gbps downstream optical port
- Specifications of 1.244Gbps upstream optical port
- Overhead allocation at physical layer

Simple development process  
Powerful compatibility

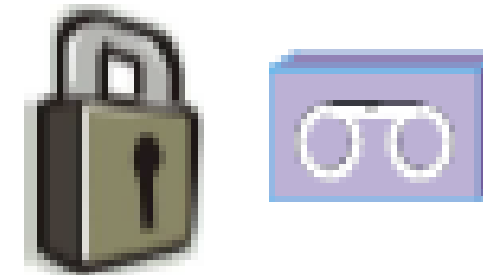
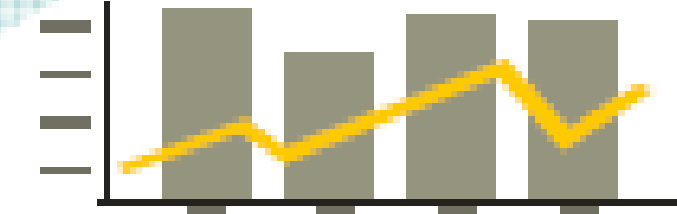
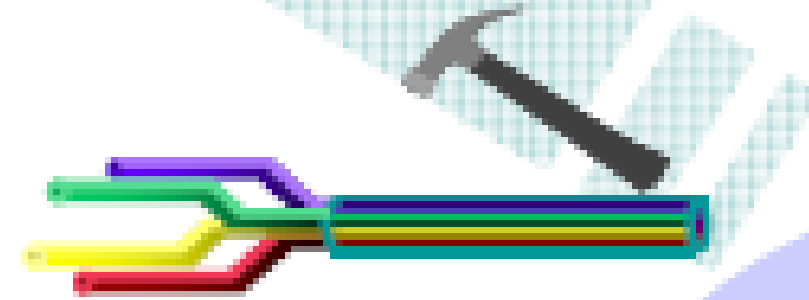
ITU-T G-984.1/2/3/4

## ITU-T G.984.3

- Specifications of TC layer in the GPON system
- GTC multiplexing architecture and protocol stack
- GTC frame
- ONU registration and activation
- DBA specifications
- Alarms and performance

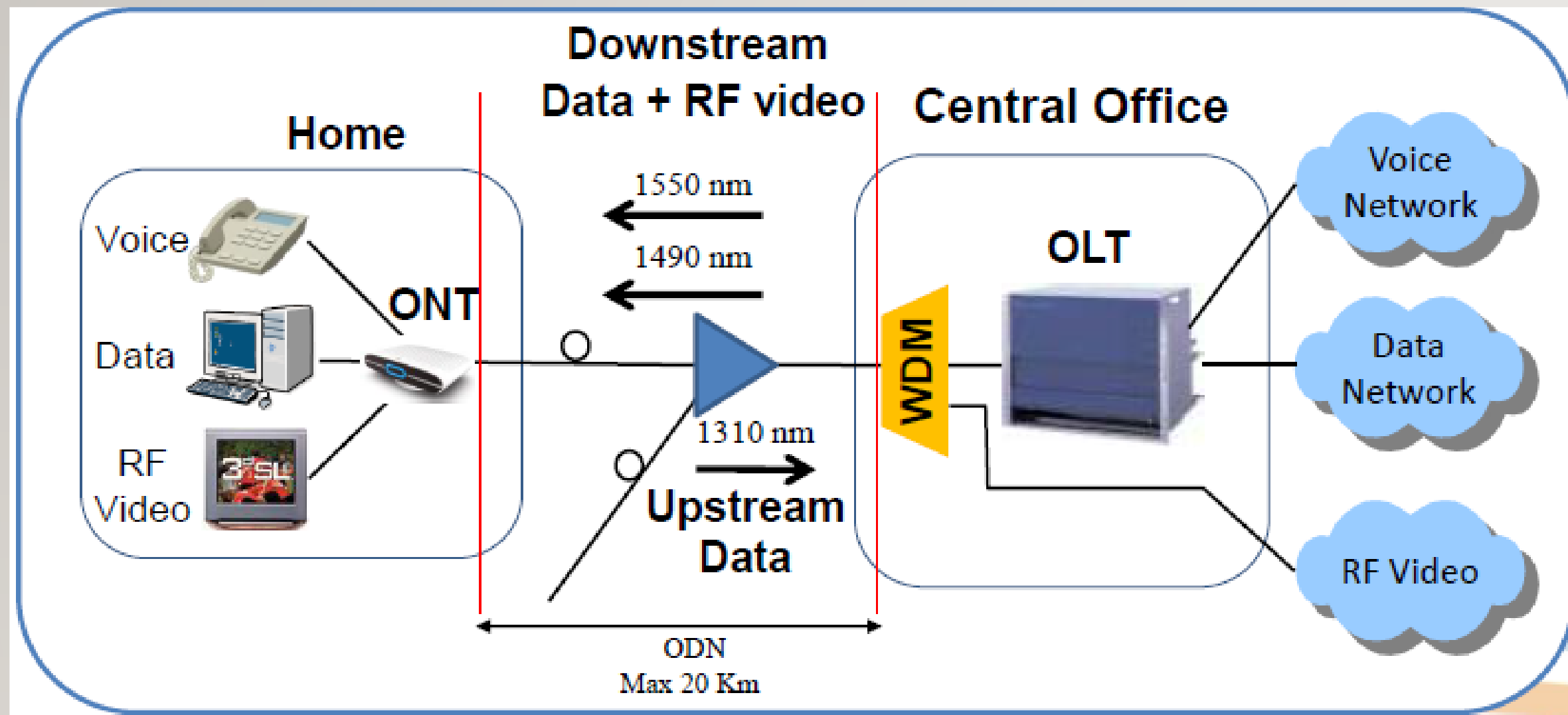
## ITU-T G.984.4

- OMCI message format
- OMCI device management frame
- OMCI working principle





# JARINGAN GPON



**Perangkat GPON terdiri dari :**

1. Optical Line Termination (OLT) yang dipasang di Central Office
2. Sejumlah Optical Network Units (ONU) atau Optical Network Terminations (ONT) yang diletakkan di beberapa lokasi dalam jaringan akses broadband point-to multipoint antara central office dan customer premises.
3. ODN terdiri dari fiber optik dan passive splitters/couplers serta aksesories lain seperti connector yang menjadikan elemen-elemen ODN terkoneksi.



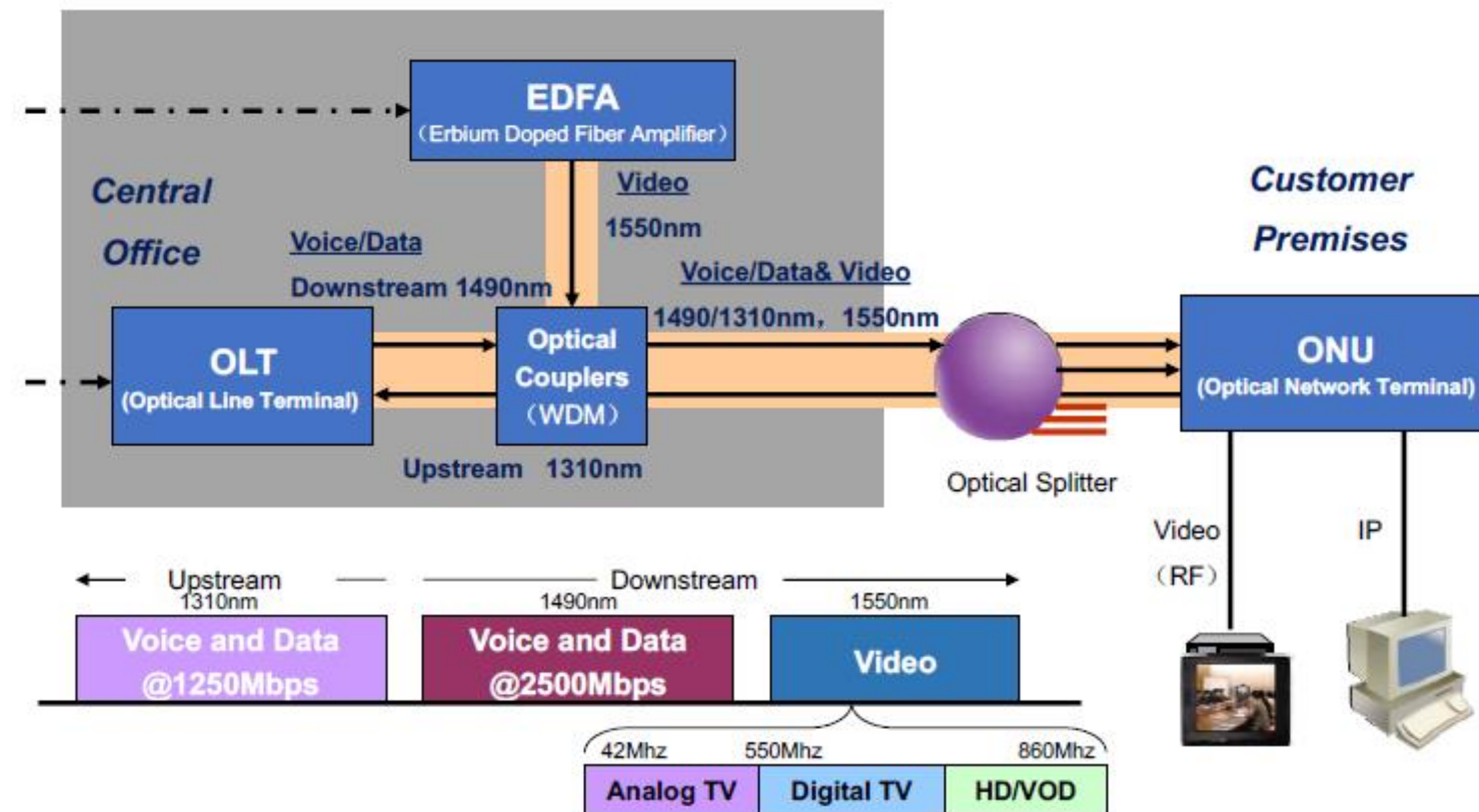
LAYANAN TRIPLE PLAY YAITU  
SUARA ATAU TELEPON,  
Internet Broadband. DAN IP  
TV



Fire Alarm , Security System, Energy Management  
System , Program Maintenance DAN Entertainment



# JARINGAN PON

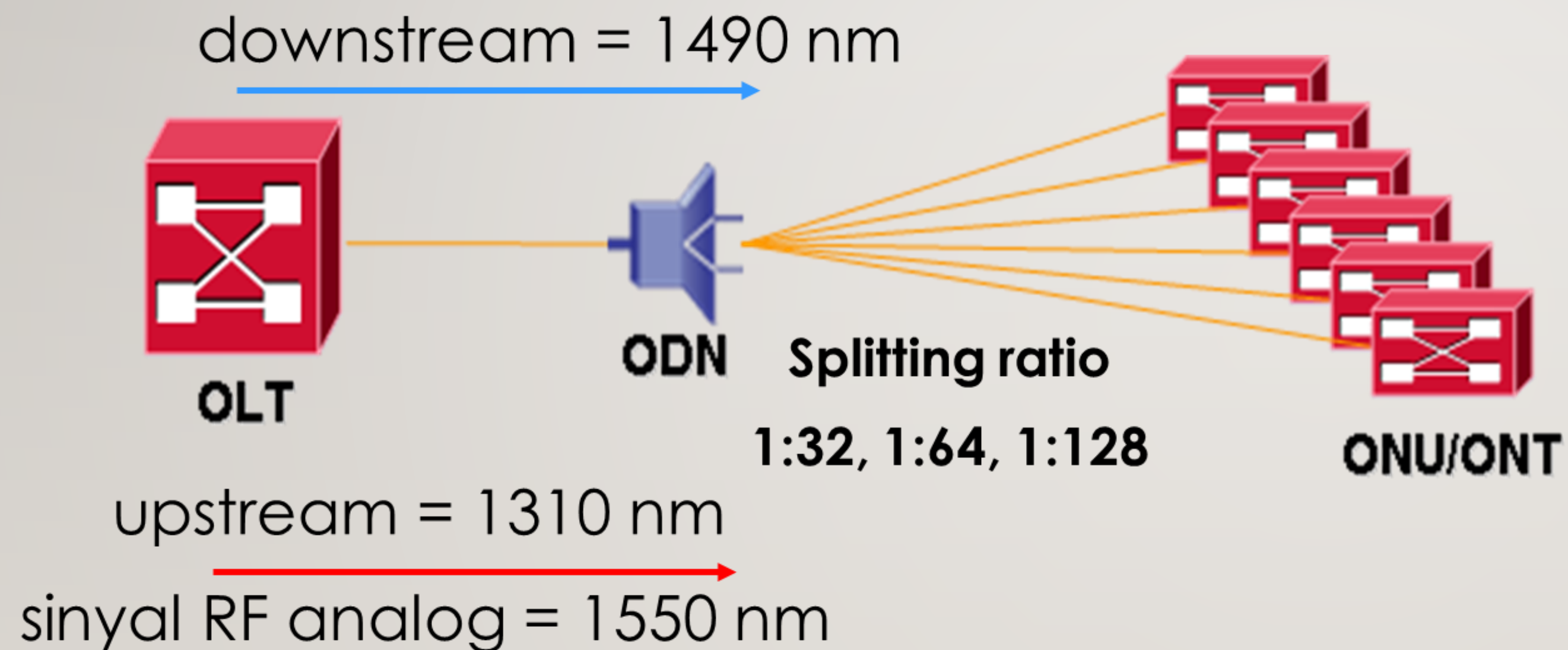


- Menggunakan teknologi Wavelength Division Multiplexing (WDM) untuk komunikasi dua arah atau bi-directional dilakukan pada satu core serat optik, masing-masing arah Transmitter dan receiver menggunakan Panjang gelombang yang berbeda yaitu  $\lambda_1$  dan  $\lambda_2$ .
- Pembagian panjang gelombang pada 1 core teknologi GPON terdiri dari 3 panjang gelombang atau full duplex; 2 Panjang gelombang digunakan untuk komunikasi suara dan Internet baik arah downstream dengan panjang gelombang 1490 nm atau upstream dengan panjang gelombang 1310 nm
- Sedangkan untuk panjang gelombang lainnya yaitu 1550 nm digunakan untuk broadcast TV/Video (downstream)

Prinsip kerja dari GPON sendiri yaitu ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT akan diteruskan ke perangkat 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.



# MULTIPEKSING DATA GPON

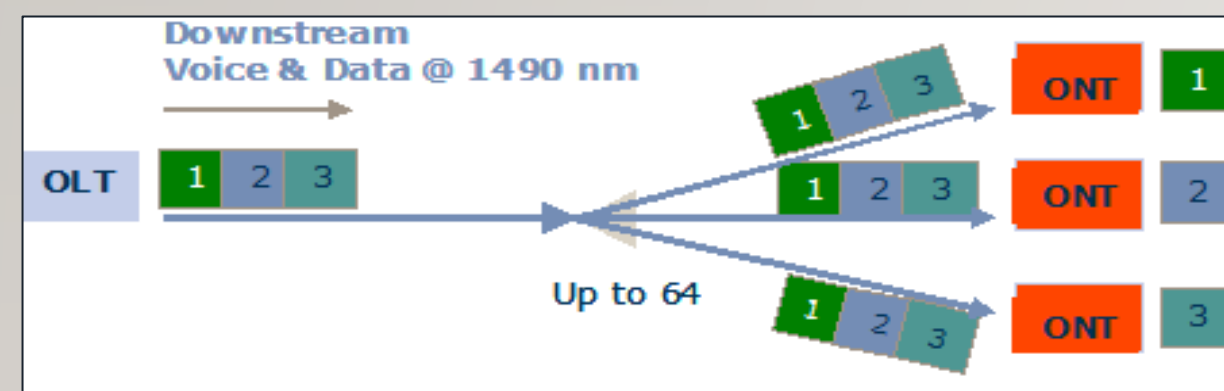


Untuk memisahkan sinyal upstream dan downstream yang membawa multiple users melalui single fibre, GPON menggunakan 2 mekanisme multiplexing, yaitu:

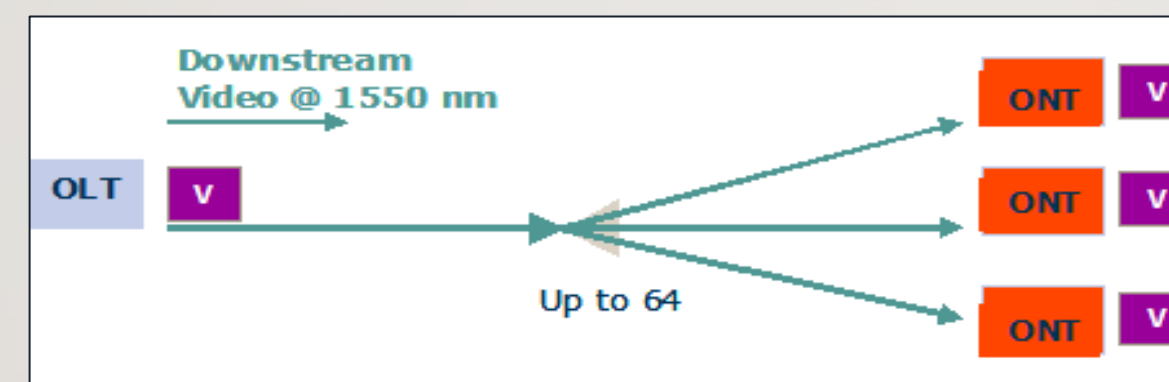
1. Pada arah downstream, paket-paket data di transmisikan secara broadcast,
2. Pada arah upstream, paket-paket data di transmisikan secara TDMA.



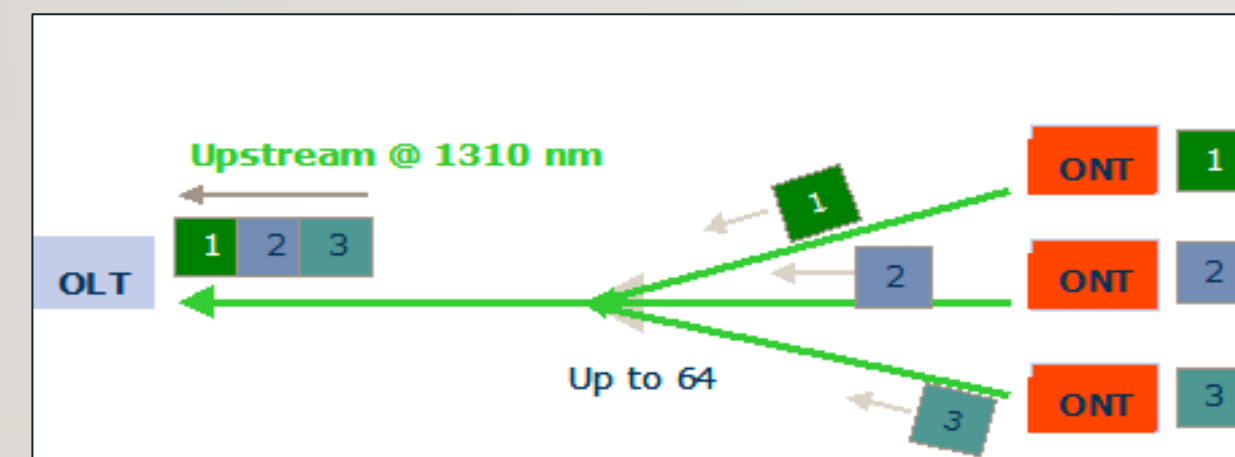
# TRANSMISI SISTEM PON



Gambar 1



Gambar 2

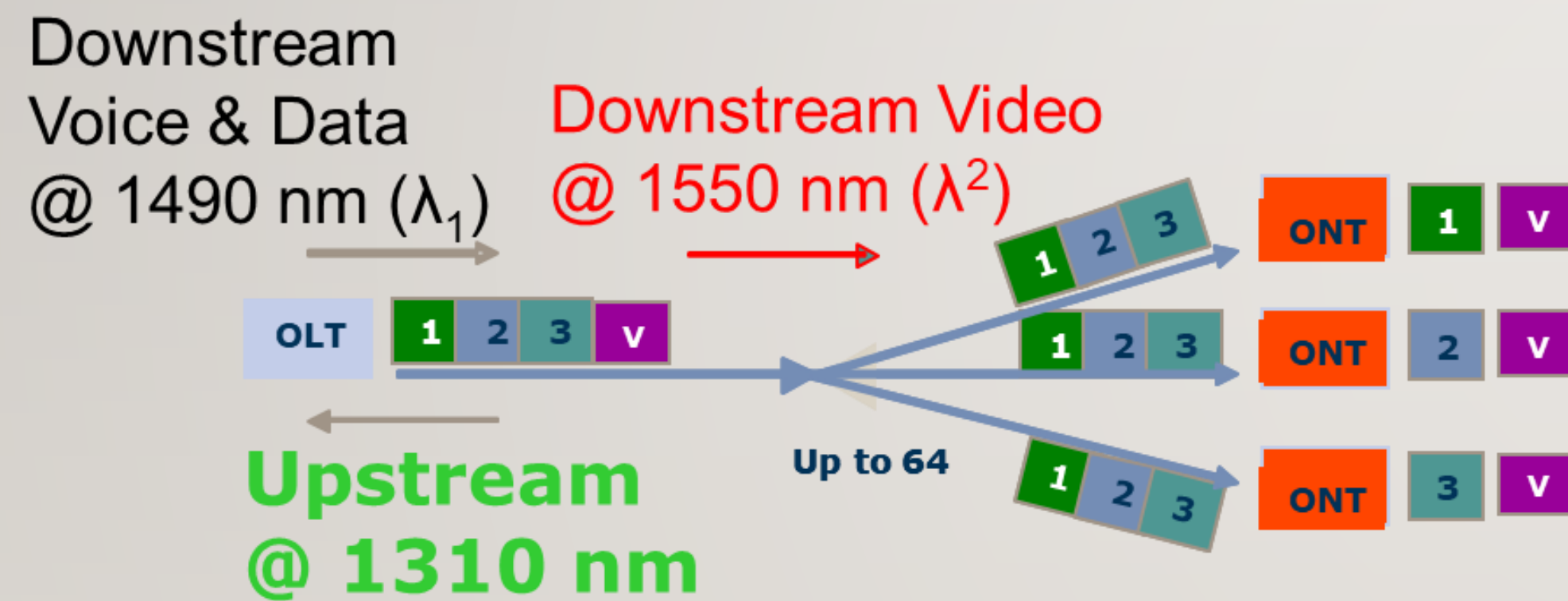


Gambar 3

- Gambar 1 menunjukkan sistem transmisi Downstream untuk suara dan data menggunakan panjang gelombang 1490 nm. Sistem transmisi Downstream akan membroadcast ke semua ONU/ONT
- Gambar ke 2 adalah sistem transmisi downstream pada Video (analog) dengan panjang gelombang 1550 nm dimana sinyal akan di broadcast ke semua ONU/ONT. Pada transmisi downstream ini yang dapat memproses sinyal video analog adalah ONT dengan antarmuka RF video.
- Gambar ke-3 menunjukkan sistem transmisi Upstream pada panjang gelombang 1310 nm dengan menggunakan TDMA untuk pengaturan time slot setiap ONU/ONT



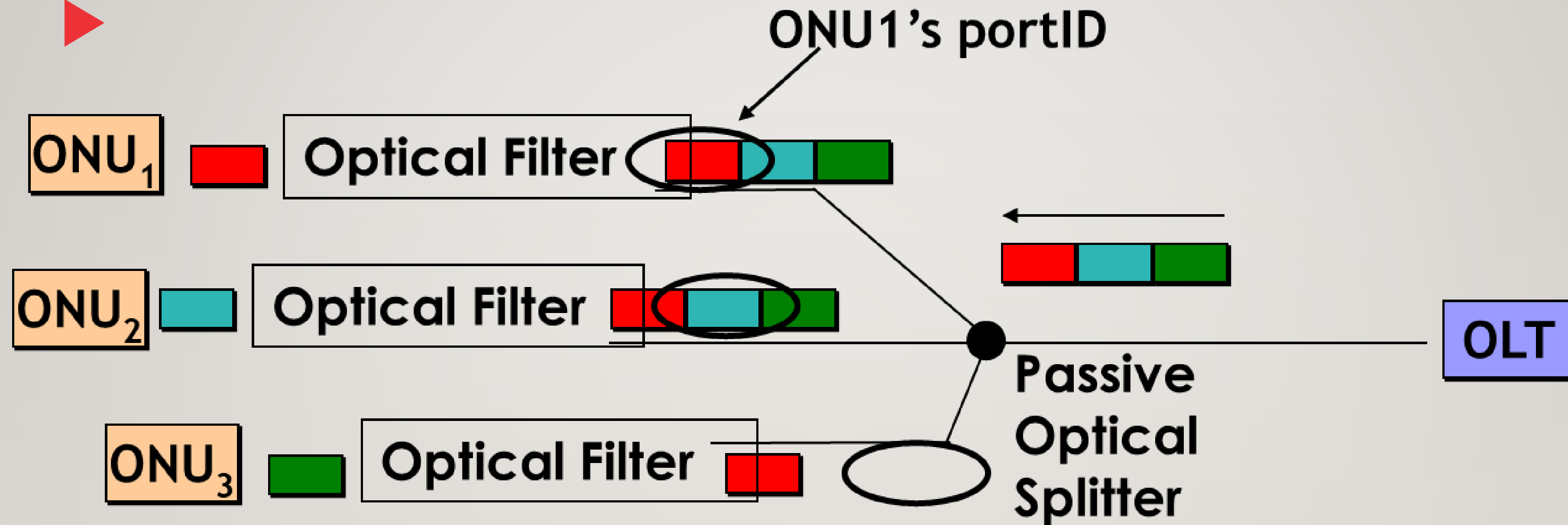
# TRANSMISI SISTEM WDM



- ❑ GPON menggunakan teknologi Wavelength Division Multiplexing atau WDM untuk mengirimkan data secara upstream dan downstream melalui serat optik single mode.
- ❑ Pada arah Downstream untuk sinyal Voice/Ethernet/Video akan di broadcast ke semua ONU/ONT; dimana untuk TV/Video menggunakan antarmuka RF video yang dapat memproses sinyal video analog (STB).
- ❑ Sedangkan transmisi data Upstream menggunakan Time division Multiple Akses atau TDMA untuk pengaturan time slot dari setiap ONU/ONT



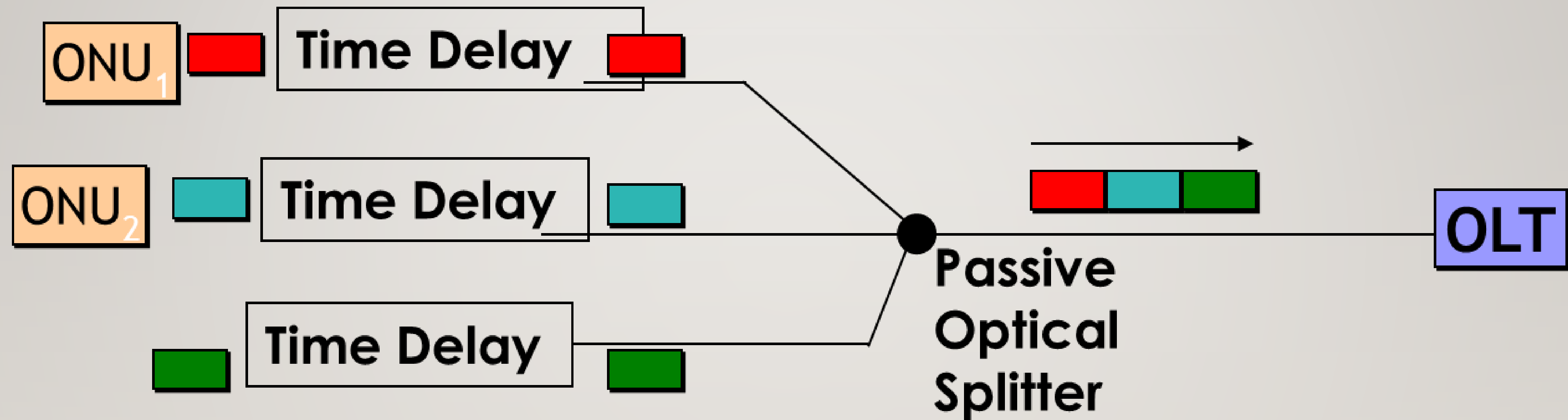
# TRANSMISI DOWNSTREAM



Pada GPON UNTUK arah downstream Semua data dikirim ke semua ONT dimana ONT akan mem-filter data yang masuk berdasarkan portID.



# TRANSMISI UPSTREAM

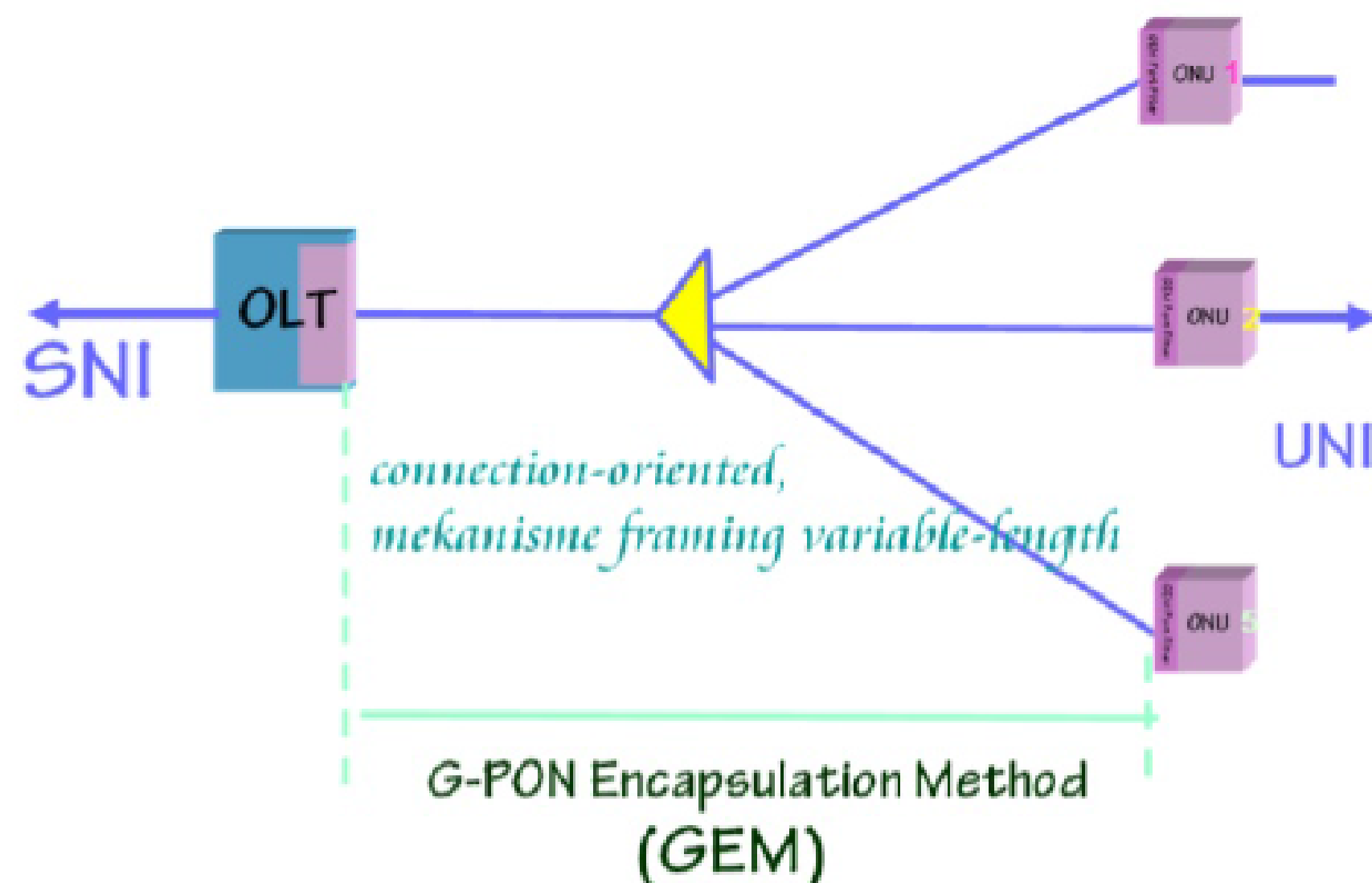


- ❑ Sedangkan Pada GPON UNTUK arah Upstream yang menggunakan Time Division Multiple Access (TDMA) maka OLT akan mengontrol kanal upstream dengan pengaturan window waktu dari masing-masing ONT.
- ❑ Pada saat transmisi TDMA membutuhkan Medium Access Control (MAC) di OLT untuk Dynamic Bandwidth Allocation



# GPON Encapsulation Methode (GEM)

- ❑ DIGUNAKAN ANTARA OLT DENGAN ONUT/ONT
- ❑ PROTOKOL UPLINK TERGANTUNG SPESIFIKASI PERANGKAT.

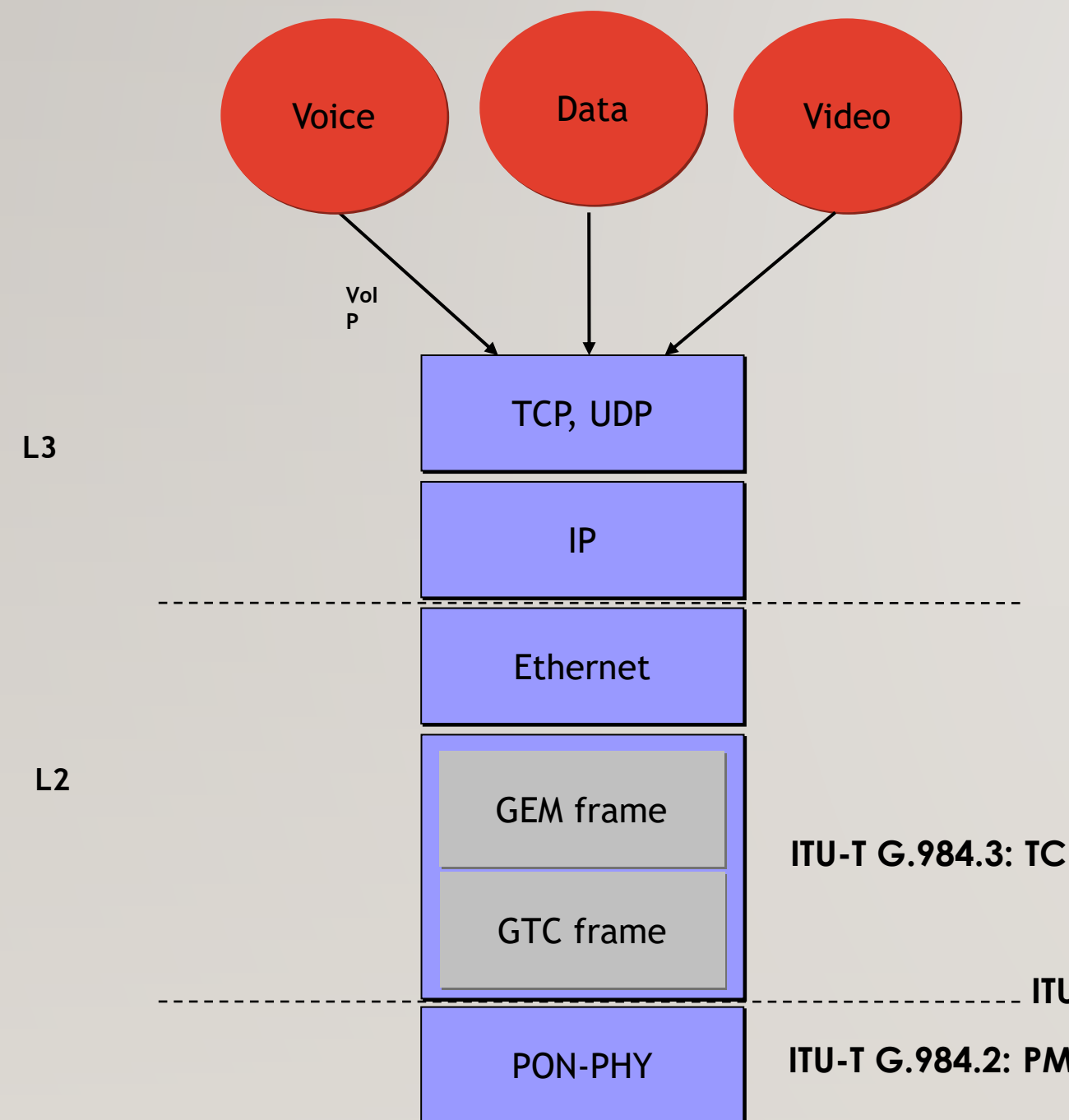


SNI : Service network Interface  
UNI : User Network Interface

- ❑ GPON ENKAPSULASI METHODE ATAU GEM ADALAH SATU-SATUNYA SKEMA TRANSPORT DATA YANG DISPEKIFIKASIKAN DIDALAM GPON TRANSMISSION COVERAGE LAYER.
- ❑ GPON ENKAPSULASI METHODE ATAU GEM MENYEDIAKAN SEBUAH CONNECTION ORIENTED, MEKANISME FRAMING VARIABLE LENGTH UNTUK TRANSPORT DARI LAYANAN DATA MELALUI PASSIVE OPTIKAL NETWORK (PON) DAN TIDAK TERGANTUNG PADA JENIS INTERFACE SERVICE NODE PADA OLT SERTA JENIS INTERFACE UNI PADA ONU.

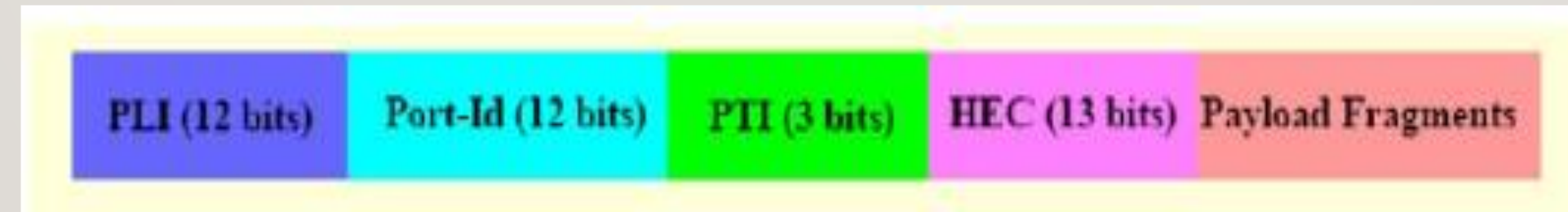


# GPON Encapsulation Methode (GEM)



GPON :

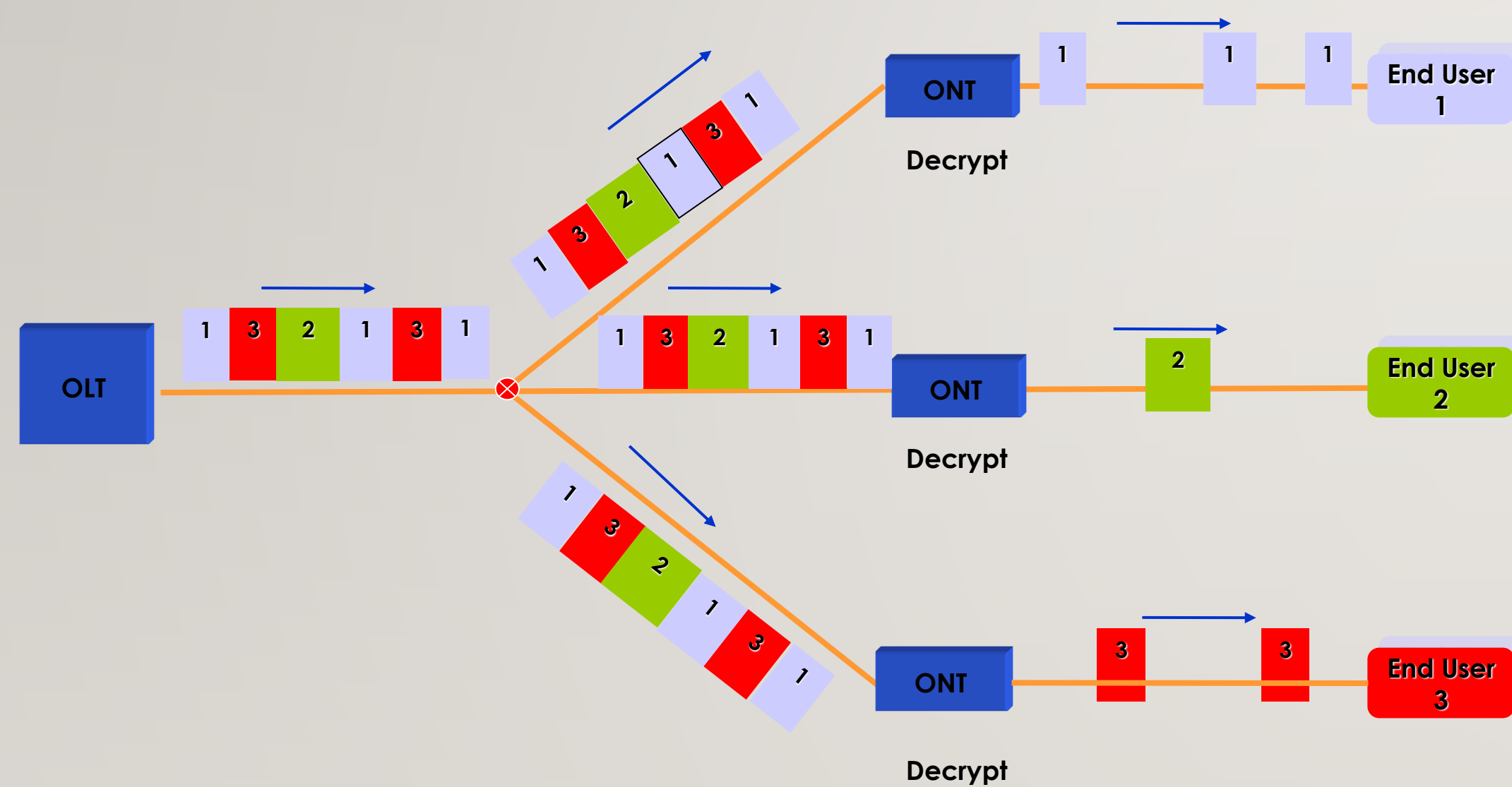
	Internet	IPTV	VoIP	POTS (64k)	T1	Voice over ATM
RF	IP					
Video	Ethernet			TDM		
	GEM					ATM
GTC (125 μs frame)						



- ❑ Mekanisme GPON ENKAPSULASI METHODE ATAU GEM bekerja pada layer 2 OSI.
- ❑ Frame GEM akan terdiri atas enkapsulasi data user YAITU voice, data, video dan ditambah dengan overhead.
- ❑ Jika tidak ada data user yang akan dikirim, proses pengiriman frame akan disisipkan frame kosong ATAU idle frame).
- ❑ Untuk selanjutnya frame GEM akan dibundel dalam sub-layer GTC dengan panjang frame 125 ms



# AES (Advanced Encryption System)



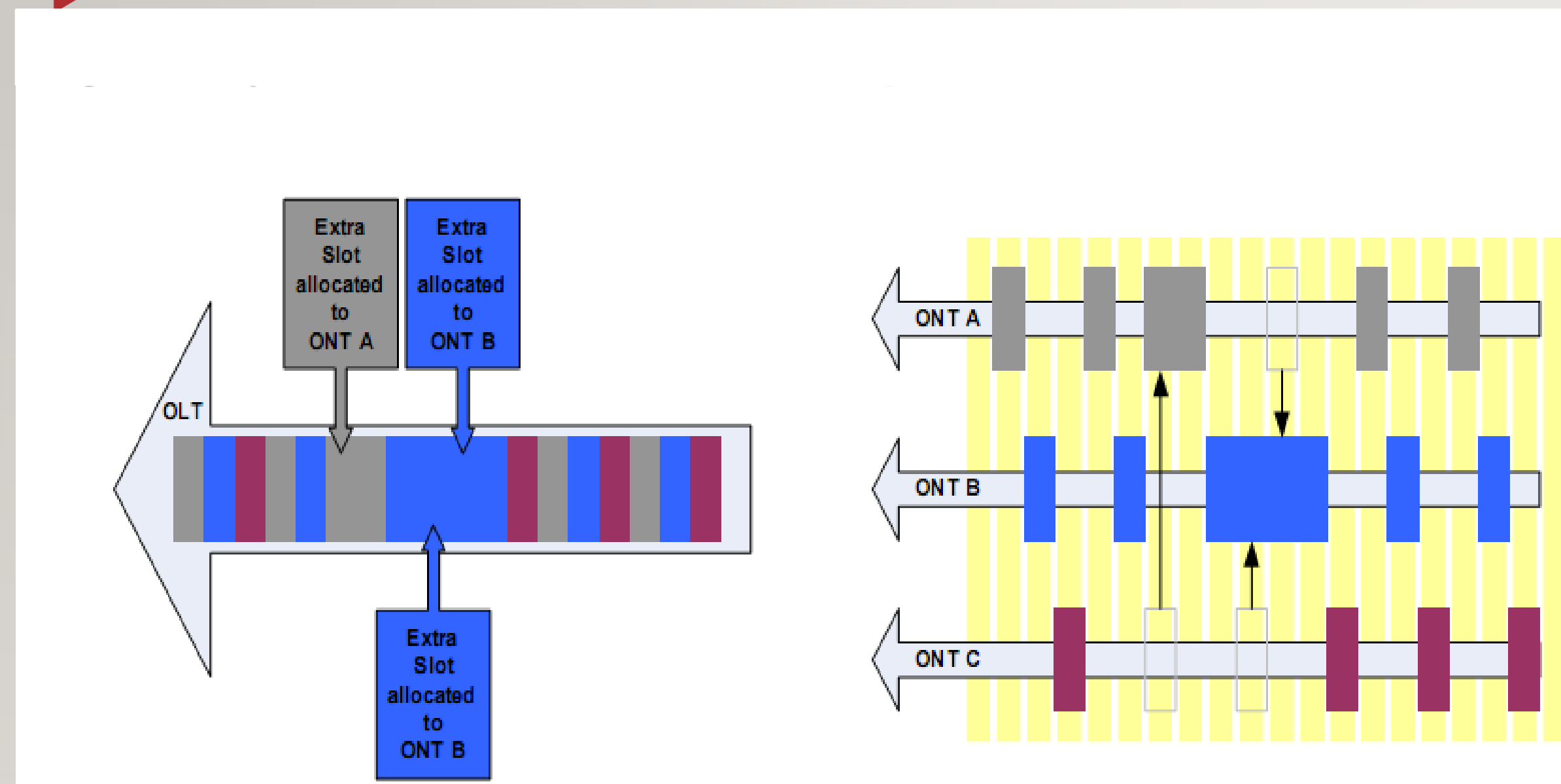
□ **Advanced Encryption System MERUPAKAN** Mekanisme keamanan sistem transmisi antara OLT dengan ONU dimana Sistem GPON secara periodik akan mengganti (renew) kode keamanan untuk peningkatan aspek keamanannya.

Teknis mekanisme AES antara lain :

1. Hanya Untuk transmisi data downstream saja.
2. Enkripsi dibuat dalam model counter 128 bit blok kode dengan 128 bit key.
3. Proses permintaan key, acknowledged, aktivasi key dan penggantian key dilakukan oleh PLOAM message.
4. Pergantian key di-inisiasi dan dikontrol oleh OLT.
5. Key di-generate dan disimpan oleh ONU.
6. Key diganti 3 kali setiap detiknya.
7. Ketika OLT menerima key yang benar, maka OLT akan mengirim key switch message ke ONU dan kemudian melakukan trafik downstream.



# DBA (Dynamic Bandwidth Assignment)



## Advanced Encryption System MERUPAKAN

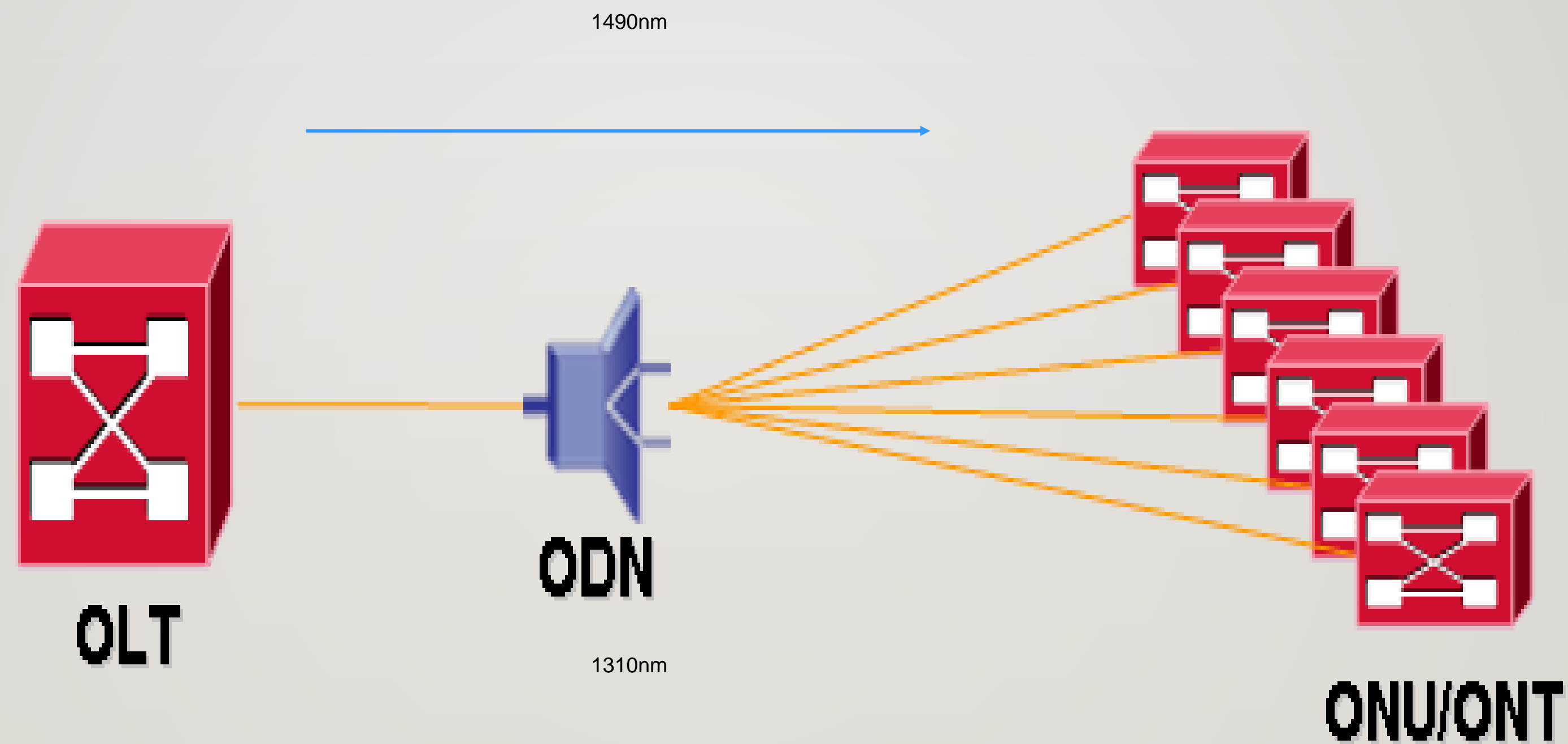
Mekanisme keamanan sistem transmisi antara OLT dengan ONU DIMANA Sistem GPON secara periodik akan mengganti (renew) kode keamanan untuk peningkatan aspek keamanannya.

Teknis mekanisme AES antara lain :

1. Hanya Untuk transmisi data downstream saja.
2. Enkripsi dibuat dalam model counter 128 bit blok kode dengan 128 bit key.
3. Proses permintaan key, acknowledged, aktivasi key dan penggantian key dilakukan oleh PLOAM message.
4. Pergantian key di-inisiasi dan dikontrol oleh OLT.
5. Key di-generate dan disimpan oleh ONU.
6. Key diganti 3 kali setiap detiknya.
7. Ketika OLT menerima key yang benar, maka OLT akan mengirim key switch message ke ONU dan kemudian melalukan trafik downstream.



# PERANGKAT GPON





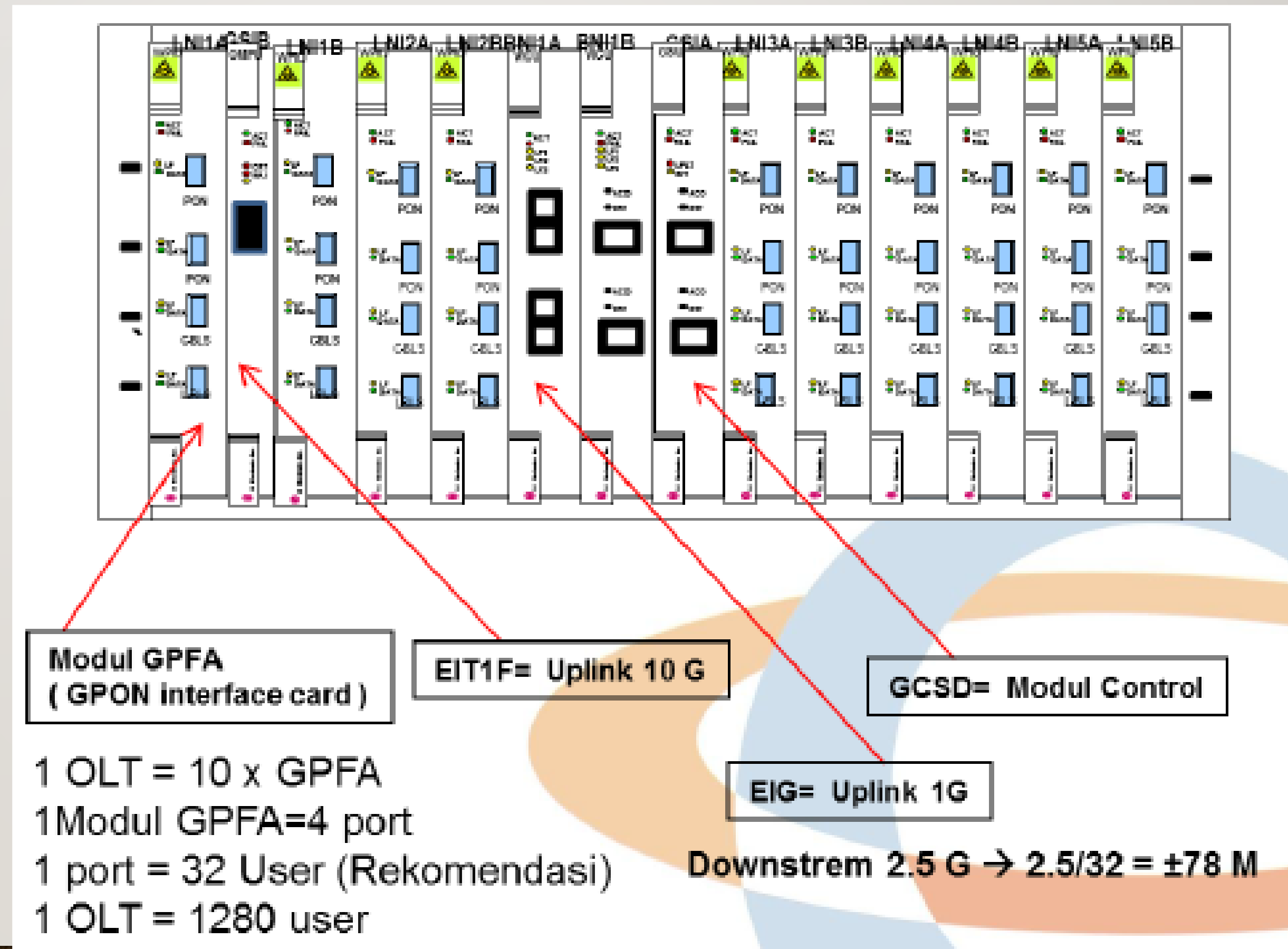
# PERANGKAT GPON - OLT

- ❑ Interface Antara Sistem Pon Dengan Penyedia Layanan Atau Service Provider
- ❑ Mengubah Sinyal Elektrik Menjadi Sinyal Optik
- ❑ Multiplex Ke Arah User



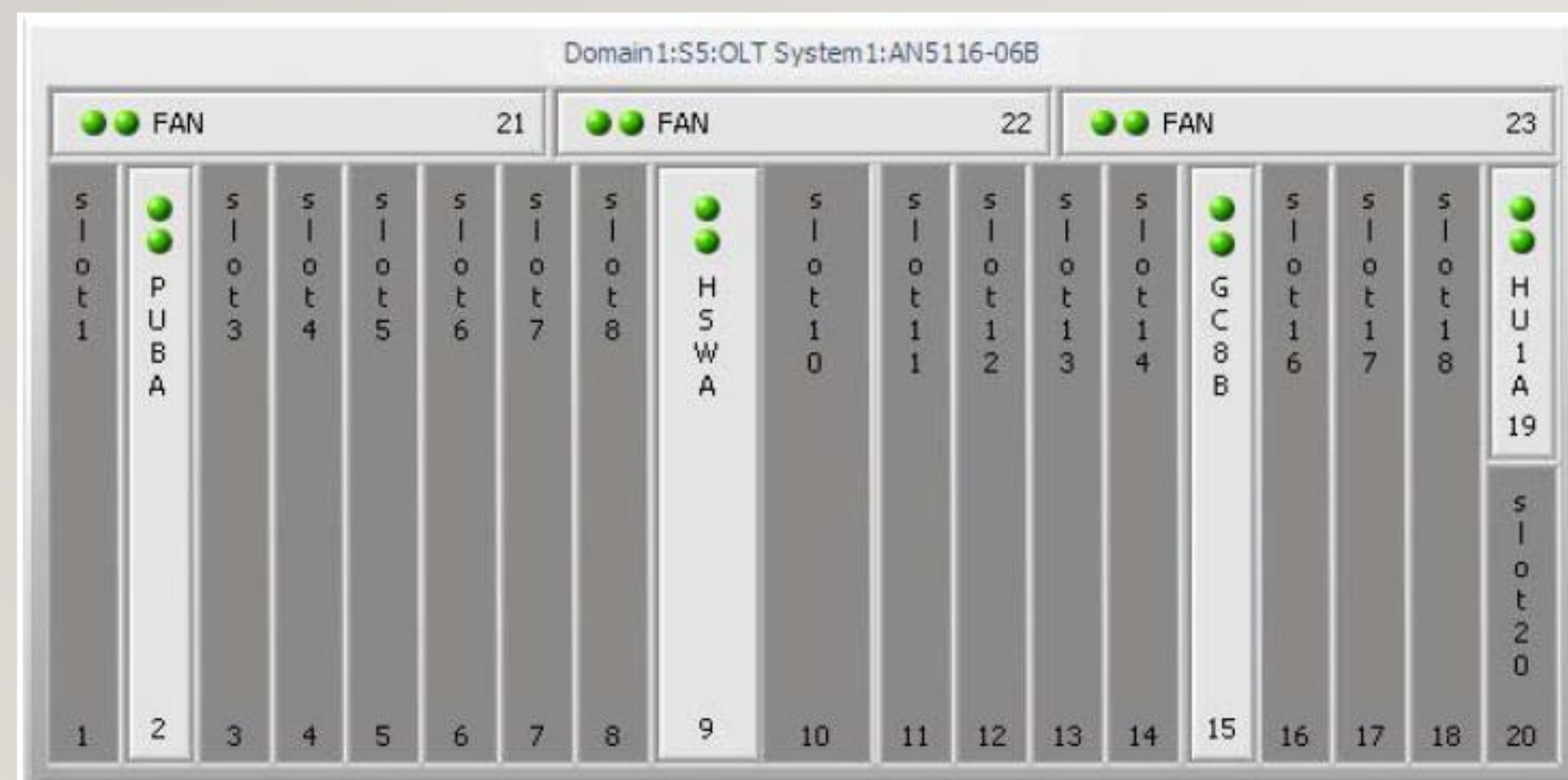
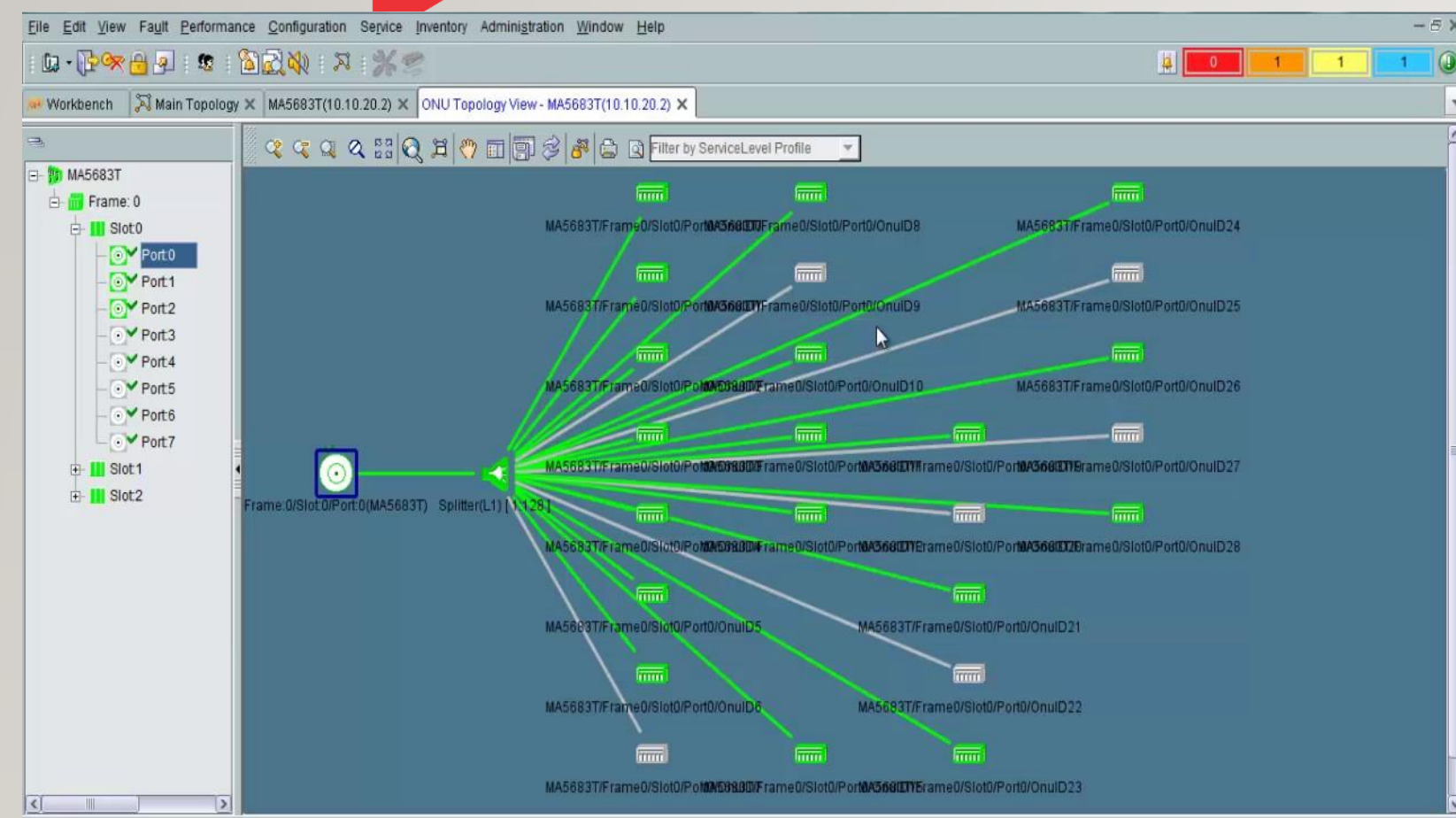


# PERANGKAT GPON - OLT





# PERANGKAT GPON - NMS



- FUNGSI DARI NMS ADALAH UNTUK MENGELOLA PERANGKAT-PERANGKAT JARINGAN BERBASIS INTERNET PROTOKOL (IP).
- NETWORK MANAGEMENT SYSTEM ATAU NMS PADA GPON ADALAH PERANGKAT LUNAK YANG BERFUNGSI UNTUK MENGONTROL DAN MENGONFIGURASI PERANGKAT GPON
- LETAK NMS INI BERSAMAAN ATAU DEKAT DENGAN OLT.
- YANG DAPAT DIKONFIGURASI MELALUI NMS ADALAH PERANGKAT OLT DAN ONT.
- TETAPI SELAIN ITU NMS JUGA DAPAT MENGATUR LAYANAN GPON SEPERTI POTS, VOIP DAN IPTV.
- NMS INI MENGGUNAKAN PLATFORM WINDOWS DAN BERSIFAT GUI (GRAFFIC UNIT INTERFACE)MAUPUN COMMAND LINE.
- NMS DAPAT MEMONITOR ONT DARI JARAK JAUH KARENA NMS MEMILIKI JALUR LANGSUNG KE OLT.



# PERANGKAT GPON - ODN



- ❑ PERANGKAT ODN MERUPAKAN PERANGKAT PENYEDIA SARANA TRANSMISI OPTIK KE PERANGKAT ONU/ONT.
- ❑ ELEMEN PERANGKAT ODN TERDIRI DARI KABEL OPTIK STANDAR ITU-T G.652 SINGLE MODE, SAMBUNGAN, KONEKTOR, DAN SPLITTER.
- ❑ PADA TEKNOLOGI PON, SPLITTER YANG DIGUNAKAN MERUPAKAN SPLITTER PASIF YANG MEMBAGI DAYA KELUARAN SAMA RATA SERTA TIDAK MEMERLUKAN SUMBER ENERGI DARI LUAR.



# PERANGKAT GPON - Splitter

Splitter 1/8



PIARET TECHNOLOGY

Splitter 1/32



YINGDA TECHNOLOGY LIMITED

ISO 9001 CE ROHS

Jumlah Port	Loss Splitter (dB)
2	2,8 – 4,0
4	7.25
8	10.38
16	14.10
32	17.45
64	18

Sumber Referensi :  
Overview FTTx- Telkom Akses



# PERANGKAT GPON – ONU/ONT



- ❑ ONT / ONU menyediakan interface antara jaringan optik dengan pelanggan.
- ❑ Sinyal optik yang ditransmisikan melalui ODN diubah oleh ONT / ONU menjadikan sinyal elektrik yang diperlukan untuk layanan pelanggan.
- ❑ Pada arsitektur FTTH yang menggunakan teknologi GPON , perangkat ONT / ONU diletakan disisi pelanggan.
- ❑ ONT / ONU dihubungkan melalui Adaption Unit (AU) yang menyediakan fungsi penyesuaian antara ONT / ONU dan pelanggan.
- ❑ Persyaratan dari ONT atau ONU yang digunakan adalah dapat digunakan untuk serat optik Single mode bidirectional dengan panjang gelombang 1310 nm untuk upstream dan 1490 nm untuk arah downstream.
- ❑ Selain itu ONT atau ONU harus dapat menSupport sinyal RF Video pada panjang gelombang 1550 nm.



Sumber Referensi :

<https://www.ad-net.com.tw/product/4-x-gigabit-ethernet-port-gpon-ont/>  
 Gerd,Keiser.,2010, *Optical Fiber Communications*, 4<sup>th</sup> edition,McGraw Hill, International Edition



## KELEBIHAN GPON

1. Dukung Layanan Triple Play (suara, data dan video)
2. Mengurangi penggunaan banyak kabel dan peralatan pada kantor pusat
3. Satu port optik untuk banyak pelanggan
4. Alokasi bandwidth yang diatur
5. Biaya maintenance yang murah



# KEKURANGAN GPON

- ❑ Model Layering kompleks
- ❑ Lebih mahal dibandingkan teknologi GEAPON
- ❑ Tranceiver pada laju 2.4 Gbps saat ini mahal
- ❑ Bandwidth upstream terbatas pada hingga 622 Mbps





# TERIMA KASIH

---



## UNITED STATES OFFICE

1243 Barker Cypress  
San Francisco, California



## EUROPE OFFICE

13 Ave. Ballarta  
Barcelona, Spain



## SOUTH AMERICA OFFICE

45 Calle Norte  
Argentina