

## PERANCANGAN DESAIN JARINGAN FIBER OPTIK DENGAN TEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK DI UNIVERSITAS MALIKUSSALEH

\*Rizal<sup>1</sup>, Zara Yunizar<sup>2</sup>, Dedy Torang P Maha<sup>3</sup>, Fajriana<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Jalan Batam No. 8, Kampus Bukit Indah, Universitas Malikussaleh

Email: <sup>1</sup>rizal@unimal.ac.id, <sup>2</sup>zarayunizar@unimal.ac.id,

<sup>3</sup>dedimaha5@gmail.com, <sup>3</sup>fajriana@unimal.ac.id

### ABSTRACT

*Optical fiber is a transmission line that uses glass fibers to transmit light signals from one place to another. Research on FTTH (Fiber To The Home) and FTTB (Fiber To The Building) with GPON (Gigabit Passive Optical Network) carried out on the Malikussaleh University campus by following ITU-T standards. The design process begins with Google Earth mapping, then calculates the feasibility of attenuation, rise time, power link budget, and performs simulations on the Cisco Packet Tracer. Based on the results of the design, the farthest ODP attenuation simulation value is -19,339 dBm and the manual calculation value is 19.2854 dBm, the value meets the ITU-T standard greater than -28 dBm and Telkom is greater than -27 dBm with a power transmitter of 5 dBm, the value of rising Time Budget based on the feasibility of the system, the NRZ limit of 70% or 0.2916ns at the nearest ODP of 0.25 ns and the farthest ODP of 0.2558 ns which can be used because it does not exceed the NRZ limit. Cisco packet router simulation using 3 servers pt, 3 routers, 6 switches, 20 Hups, 20 access points.*

**Keywords :** *gpon, rise time budget, fth, ftn, power link budget.*

### ABSTRAK

Fiber optik merupakan sebuah saluran transmisi yang menggunakan serat kaca untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat menuju tempat yang lain. Penelitian jaringan akses FTTH (*Fiber To The Home*) dan FTTB (*Fiber To The building*) dengan teknologi GPON (*Gigabit Passive Optical Network*) dilakukan di kampus Universitas Malikussaleh dengan mengikuti standar ITU-T. Proses perancangan dimulai dengan pemetaan Google Earth, kemudian melakukan perhitungan kelayakan redaman, *rise time*, *power link budget* dan melakukan simulasi pada *Cisco Packet Tracer*. Berdasarkan hasil dari perancangan didapatkan nilai dari simulasi redaman ODP terjauh -19.339 dBm dan nilai perhitungan manual 19.2854 dBm nilai tersebut memenuhi standar ITU-T lebih besar dari -28 dbm dan Telkom lebih besar dari -27 dBm dengan *Power transmitter* 5 dBm, nilai dari *Rise Time Budget* berdasarkan kelayakan *system* NRZ batas 70% atau 0.2916 ns pada ODP terdekat 0.25 ns dan ODP terjauh 0.2558 ns yang dimana dapat digunakan karena tidak melebihi batas NRZ. Simulasi *Cisco Packet Tracer* menggunakan 3 server, 3 router, 6 switch, 20 hub, 20 access point.

**Kata kunci :** *gpon, rise time budget, fth, ftn, power link budget.*

## 1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi yang sangat cepat dari masa ke masa salah satunya adalah dibidang komunikasi saluran transmisi fiber optik (Toago, Alamsyah and Amir 2014). Fiber optik merupakan sebuah saluran transmisi menggunakan serat kaca yang sangat halus lebih kecil dari sehelai rambut untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat menuju tempat yang lainya (Gita, Sugito and Bermano 2015). Saat ini teknologi komunikasi yang banyak diterapkan adalah jaringan akses tembaga yang masih belum dapat menampung *bandwidth* yang cukup besar dan kecepatan yang tinggi (Alfarizi, Rosmiati and Mutiara 2015).

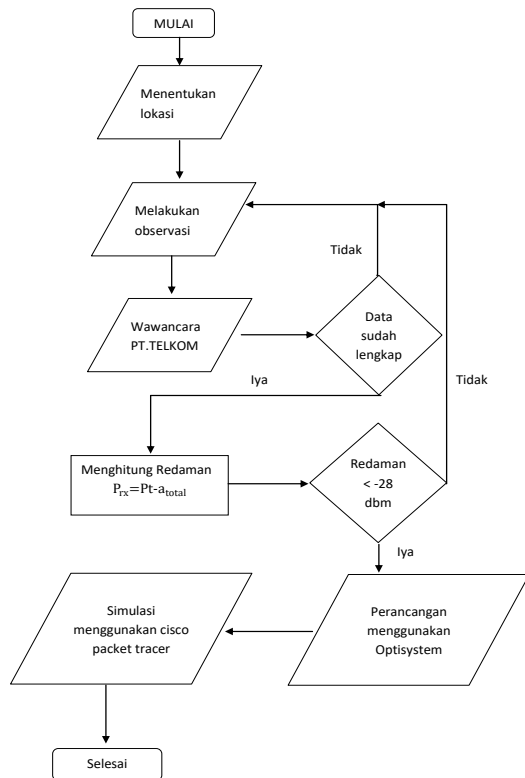
Universitas Malikussaleh merupakan salah satu kampus yang sebagian masih menerapkan saluran transmisi jaringan tembaga. Penulis akan melakukan penelitian perancangan jaringan fiber optik (Rosanto, Zulherman and Khair 2017) dengan menggunakan jaringan *Fiber To The Building* (FTTB) dan *Fiber To The Home* (FTTH). Penulis akan menggunakan teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) di dalam perancangan desain jaringan fiber optik dengan pertimbangan *power link budget*, *rise time* dan *loss redaman*.

Berdasarkan penempatan *Optical Network Unit* (ONU), *Fiber To The x* (FTTx) dibagi menjadi 4 yaitu FTTH, FTTB, *Fiber To The Curb* (FTTC) dan *Fiber To The Node* (FTTN) (Fitriyani, Damayanti and Yudha 2015). Dari 4 bagian *Fiber To The x* (FTTx) tersebut penulis akan menerapkan perancangan jaringan fiber FTTH yang akan diterapkan di jurusan dan FTTB akan diterapkan di Gedung.

Berdasarkan latar belakang masalah Penulis ingin melakukan penelitian mendesain jaringan *fiber optic* dengan *teknologi gigabit passive optical network* di Universitas Malikussaleh.

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan lima tahap proses pelaksanaan, yaitu menentukan lokasi perancangan, observasi kelapangan, melakukan wawancara ke PT. Telkom (Persero), menguji kelayakan menggunakan *OptiSystem* dan mensimulasikan jaringan fiber menggunakan software *Cisco Packet Tracer*. Berikut diagram alur penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema penelitian

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kuantitatif. Data kuantitatif adalah data yang berbentuk angka yang dapat dihitung atau diukur secara matematis. Data yang diperoleh pada penelitian terbagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang dapat dikumpulkan dari objek penelitian. Data primer dikumpulkan dengan melakukan wawancara dan melihat objek yang diteliti secara langsung. Sedangkan data sekunder adalah data yang sudah ada dan diteliti oleh pihak lain. Data ini dapat diperoleh pada organisasi, perusahaan,

perpustakaan dan pihak-pihak terkait pada penelitian.

Perancangan jaringan pada penelitian ini menggunakan teknologi GPON. GPON adalah teknologi yang berfungsi untuk menyediakan layanan data, suara dan video yang berbasis FTTx (Arum Lestari, Nopiani Damayanti and Uripno SStat, 2018). Penerapan teknologi GPON harus mengikuti standar G.984.1 oleh ITU-T yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Standar GPON

Karakteristik	GPON
Speed Upstream	1.2G/2.4Gbps
Speed Downstream	1.2G/2.4Gbps
Layanan	Data, suara, video
Jarak transmisi	10 KM/ 20 KM
Maksimal jumlah cabang	64
Wavelength up stream	1310 nm
Wavelength down stream	1490 nm
Splitter	Pasif

Tabel 2. Standar redaman splitter

Perangkat	Redaman
Kabel	0,3 db/km
Splicing	0,1 db
Connector loss	0,25 db
Splitter 1 : 2	3,70 db
Splitter 1 : 4	7,25 db
Splitter 1 : 8	10,38 db
Splitter 1 : 16	14,10 db

Tahap ini akan diuji kelayakannya untuk penerapan jaringan fiber optik berdasarkan standar redaman yang diterapkan ITU-T G 984 seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Standar Redaman

Daya transmiter maksimal	9 dBm
Jarak sentral menuju ONT	$\leq 20$ km
Rx <i>sensitivity</i>	-15 dbm - $\leq$ -24 dBm
Redaman kabel	0,3 dB/km
Redaman <i>splitter</i>	0,1 dB
<i>Connector loss</i>	0,25 dB
<i>Wavelength</i>	1550 nm
<i>Downstream</i>	2,4 Gps
<i>Upstream</i>	1,2 Gps

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Pemetaan Lokasi Menggunakan Google Earth

Pemetaan lokasi penelitian dilakukan dengan bantuan aplikasi Google Earth, lokasi yang akan diterapkan dari hasil penelitian ini ditiga lokasi kampus Universitas Malikussaleh, yaitu kampus Bukit Indah, Kampus Reuleut, dan Kampus Uteunkot Cunda. Pemetaan dari lokasi kampus Bukit Indah seperti pada Gambar 2.



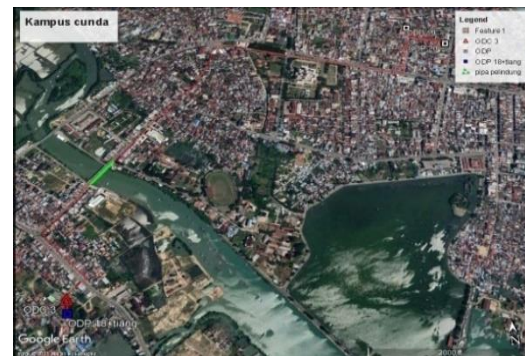
Gambar 2. lokasi kampus Bukit Indah

Lokasi dari kampus Reuleut, ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Lokasi kampus Reuleut

Sedangkan untuk lokasi kampus Uteunkot Cunda, dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. lokasi kampus Uteunkot Cunda

Berdasar Gambar 2, 3 dan 4 dapat dilihat posisi dari ODP yang akan diletakkan pada arsitektur atau topologi jaringan fiber yang akan diterapkan pada penelitian ini.

#### 3.2. Analisis redaman total

Redaman *splitter* FTTH ODP 1 sampai ODP 5 dihitung dengan =  $\text{spliter}1:2 + \text{spliter} 1:32 = 3,70\text{dB} + 17,45\text{dB} = 21.15\text{dB}$

Sedangkan Redaman *splitter* FTTH ODP 6 sampai ODP 20 =  $\text{spliter} 1:4 + \text{spliter} 1:8 = 7,25\text{dB} + 10,38\text{dB} = 17.63\text{dB}$ .

### a. Redaman total ODP terdekat

$$\begin{aligned}\alpha_{total} &= (0.0003 \times 358) + 6 \times 0.25 + 5 \times 0.1 + 21.15 \\ \alpha_{total} &= 0.1074 + 1.5 + 0.5 + 21.15 \\ \alpha_{total} &= 23.2574 \text{ dBm}\end{aligned}$$

Redaman yang akan diterima adalah :

$$\begin{aligned}P_{rx} &= P_t - \alpha_{total} \\ P_{rx} &= 5 - 23.2574 \text{ dBm} = -18.2574 \text{ dBm}\end{aligned}$$

Sehingga untuk perhitungan margin dayanya adalah :

$$\begin{aligned}M &= (P_t - P_{rx} \text{ (sensivitas)}) - \alpha_{total} - SM \\ M &= (5 - (-28)) - 23.2574 - 6 \\ M &= 5 + 28 - 23.2574 - 6 \\ M &= 3.7426 \text{ dBm}\end{aligned}$$

### b. Redaman ODP terjauh

$$\begin{aligned}\alpha_{total} &= (0.0003 \times 15518) + 6 \times 0.25 + 5 \times 0.1 + 17.63 \\ \alpha_{total} &= 4.6554 + 1.5 + 0.5 + 17.63 \\ \alpha_{total} &= 24.2854 \text{ dBm}\end{aligned}$$

Redaman yang akan di terima adalah :

$$\begin{aligned}P_{rx} &= P_t - \alpha_{total} \\ P_{rx} &= 5 - 24.2854 \text{ dbm} = -19.2854 \text{ dBm}\end{aligned}$$

Sehingga untuk perhitungan margin dayanya adalah :

$$\begin{aligned}M &= (P_t - P_{rx} \text{ (sensivitas)}) - \alpha_{total} - SM \\ M &= (5 - (-28)) - 24.2854 - 6 \\ M &= 5 + 28 - 24.2854 - 6 \\ M &= 2.7146 \text{ dBm}\end{aligned}$$

### 3.3. Analisis Rise time

Tahap ini Peneliti akan menghitung besar dari *rise time budget* yang di hasil kan dari *ODP* terdekat dan terjauh dengan menggunakan Persamaan 1.

$$t_r = \frac{70\%}{\text{bandwith fiber optic}} \quad (1)$$

Berikut adalah spesifikasi perangkat terjauh dan terdekat pada perancangan ini yaitu panjang gelombang sebesar 1550 nm, lebar spectral  $\Delta s$  OLT/ONT sebesar 1nm, *rise time* sumber cahaya OLT(ttx) sebesar 160 ps x 10<sup>-3</sup>, *rise time* sumber cahaya ONT(trx) sebesar 200 ps x 10<sup>-3</sup>, dispersi material (Dm) sebesar 0.0035ns/nm/km, *bandwidth* : 2,4 Gbps, dan Tintermodel: 0 (*serat optic single mode*).

Perhitungan *rise time* untuk ODP terdekat dan terjauh :

$$t_r = \frac{70\%}{2.4} = \frac{0.7}{2.4} = 0.2916 \text{ ns}$$

### a. Dispersi ODP terdekat (ODP 1) :

$$\begin{aligned}T_{intermodel} &= \Delta s \times L \times D_m \\ T_{intermodel} &= 1 \text{ nm} \times 0.358 \text{ km} \times 3.5 \text{ ps/nm.km} \\ T_{intermodel} &= 1.253 \text{ ps} = 0.001253 \text{ ns}\end{aligned}$$

Maka T total *rise time budget* ODP terdekat dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}t_{r,sys} &= \sqrt{t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_{r,intermodel}^2} \\ t_{r,sys} &= \sqrt{(0.15)^2 + (0.2)^2 + (0.001253)^2} \\ t_{r,sys} &= \sqrt{0.0225 + 0.04 + 0.00000157} \\ t_{r,sys} &= \sqrt{0.06250157} = 0.25 \text{ ns}\end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut maka  $T$  total sebesar 0.25ns dimana masih berada di bawah maksimum *rise time* dari *bit rate* sinyal NRZ sebesar 0.291 ns.

#### b. Dispersi ODP terjauh (ODP 17)

$$T_{intermodel} = \Delta s \times L \times D_m$$

$$T_{intermodel} = 1nm \times 15.518km \times 3.5 ps/nm.km$$

$$T_{intermodel} = 54.313 ps =$$

$$0.054313 ns$$

Maka  $T$  total *rise time budget* ODP terjauh dapat di hitung sebagai berikut :

$$t_{r,sys} = \sqrt{t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_{r,intermodel}^2}$$

$$t_{r,sys} = \sqrt{(0.15)^2 + (0.2)^2 + (0.054313)^2}$$

$$t_{r,sys} = \sqrt{0.0225 + 0.04 + 0.0029499}$$

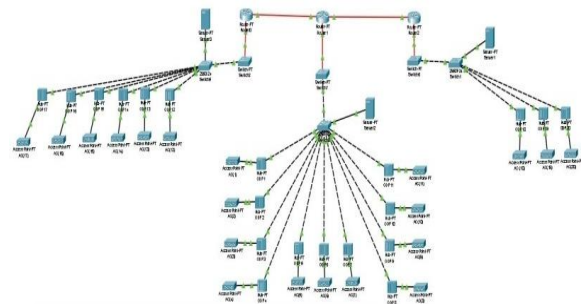
$$t_{r,sys} = \sqrt{0.06544} = 0.2558$$

Dari perhitungan tersebut maka  $T$  total sebesar 0.2558 ns dimana masih berada dibawah maksimum *rise time* dari *bit rate* sinyal NRZ sebesar 0.291 ns.

#### 3.4. Perancangan menggunakan Cisco Packet Tracer

Pada perancangan terdapat tiga *router* sebagai penghubung antara kampus Reuleut, Bukit Indah dan Cunda. Setiap *router* akan di sambungkan ke *switch* yang mendukung kabel *fiber* optik kemudian dari *switch*

akan disambungkan ke *switch* 2950-24 melalui *port* fa 0/1. *Switch* berfungsi sebagai konektor antara *router* kabel *duct* dengan *switch* 2950-24 yang menggunakan kabel *Aerial*. *Switch* 2950-24 berfungsi sebagai *ODC* untuk membagi jaringan ke setiap *ODP/hub*, dari hub diteruskan ke beberapa *access point/ONT* seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Topologi jaringan FO dalam penelitian

#### 3.5. Rencana anggaran biaya

Rencana anggaran biaya yang akan dihitung dalam desain jaringan fiber optik ini adalah jumlah harga perangkat yang digunakan dalam perancangan ini dengan melakukan survey harga ke toko *online* dengan harga tahun 2020. Sehingga total Rencana Anggaran Biaya (RAB) keseluruhannya dapat disimpulkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{RAB Perangkat} + \text{RAB Jasa} &= \\ \text{Rp.658,417,300} + \text{Rp.1,237,402,000} &= \\ \text{Rp.1,895,819,300.} \end{aligned}$$

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil perancangan jaringan akses *fiber* di Universitas Malikussaleh dapat disimpulkan terdapat dua jenis jaringan akses *FTTx* yaitu *FTTH* dan *FTTB* dengan empat jenis *splitter* yang digunakan pada *ODC* dan *ODP* yaitu *splitter* 1:2 untuk *FTTH* dan *splitter* 1:4 untuk *FTTB* di dalam *ODC*, *splitter* 1:8 untuk *FTTB* dan *splitter* 1:32 untuk *FTTH* di dalam *ODP*. Nilai redaman *power link budget ODP* terjauh lebih kecil dari maksimal redaman standard ITU-T G 984 sebesar -28dBm dimana pada perancangan ini *ODP* 17 yang berada di kampus Reuleut merupakan *ODP* terjauh dengan jarak 15518 km memiliki redaman pada perancangan *optisystem* sebesar -19.339 dBm dan pada perhitungan manual sebesar -19.2854 dBm. Nilai *rise time budget* pada *ODP* terjauh adalah sebesar 0.255 ns yang di mana masih berada di bawah maksimum *rise time* dari *bit rate* sinyal NRZ sebesar 0.291 ns. Pengujian menggunakan *Cisco Packet Tracer* dilakukan menggunakan 1 *server*, 3 *router* untuk menghubungkan ke 3 lokasi dan 20 *hub* untuk penyaluran akses jaringan.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Telkom (Persero) wilayah Aceh yang telah membantu menyediakan data jaringan saat ini pada Universitas Malikussaleh. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Unit Pelayanan Teknis Pusat Teknologi dan Informasi (UPT TIK) Universitas Malikussaleh.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alfarizi, M., Rosmiati, M. and Mutiara, G. A. (2015). *Pembuatan Desain Jaringan Fiber To The Home (Ftth) Pada Perumahan Buah Batu Square Bandung*.
- Arum Lestari, V., Nopiani Damayanti, T. S. and Uripno SStat, B. (2018). *Desain Jaringan Fiber Optik Untuk Solusi Cluster Bumi Adipura Optical Fiber Network Design For Cluster Solutions Bumi Adipura Cluster*.
- Fitriyani, A., Damayanti, T. N. and Yudha, M. S. (2015). Perancangan Jaringan Fiber To The Home (Ftth) Perumahan Nataendah Kopo. In: *e-Proceeding of Applied Science*. 2015.
- Gita, I. D. P., Sugito, S. S. and Bermano, A. R. (2015). *Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) di Private Village, Cikoneng Design of Fiber to The Home Access Network Using Gigabit Passive*

*Optical Network Technology at Private Village, Cikoneng.*

Rosanto, F., Zulherman, D. and Khair, F. (2017). Analisis Perancangan Jaringan Fiber To The Home Area Jakarta Garden City (Jakarta Timur) dengan Metode Link Power Budget dan Rise Time Budget. In: *2nd Seminar Nasional IPTEK Terapan (SENIT) 2017*. 2017. pp.105–111. [Online]. Available at:  
<http://conference.poltektegal.ac.id/index.php/senit2017>.

Toago, S. P., Alamsyah and Amir, A. (2014). Perancangan Jaringan Fiber To The Home (Ftth) Berteknologi Gigabit Passive Optical Network (Gpon) Di Perumahan Citraland Palu. *Journal MEKTRIK*, 1 (1).