

Perancangan Jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) Basis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) Studi Kasus : Jawa Barat Perumahan Cahaya Sakinah Kota Karawang

1st Raihan Athalla M Nawawi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
raihanathalla@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Nachwan Mufti Adriansyah
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
nachwanma@telkomuniversity.ac.id

3rd Akhmad Hambali
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
ahambali@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Jaringan internet sudah menjadi kebutuhan primer, untuk pemerataan jaringan internet dilakukan untuk memenuhi permintaan akan internet. Perumahan Cahaya Sakinah merupakan kompleks baru yang masih dibangun. Perancangan jaringan FTTH basis GPON menjadi pilihan untuk memenuhi kebutuhan internet pada *customer*. Perancangan dilakukan dengan pemetaan secara digital untuk merancang jalur dan kebutuhan perangkat pada perumahan. Perangkat utama FTTH terdiri dari OLT, ODC, ODP, dan ONT. Dalam perancangan dilakukan perhitungan parameter untuk standarisasi kelayakan sistem, parameter yang digunakan yaitu *Link Power Budget* (LPB), *Q-FACTOR*, dan *Bit Error Rate* (BER). Perhitungan dilakukan dengan kalkulasi manual dan simulasi dengan 2 skenario *downstream* dan *upstream* dengan jarak terdekat dan terjauh. Hasil perhitungan LPB didapatkan terdekat *downstream* -17,87 dBm dan *upstream* -18,16 dBm terjauh *downstream* -17,97 dBm dan *upstream* -19,03 dBm, dan hasil dari simulasi terdekat *downstream* (sekian) dBm dan *upstream* (sekian) dBm yang sudah memenuhi standar. Hasil perhitungan RTB menunjukkan nilai $t_r > t_{sys}$ pada modulasi NRZ. Hasil dari perhitungan simulasi *Q-FACTOR* (sekian) yang sudah memenuhi ketetapan standar lebih besar dari 6. Hasil dari perhitungan simulasi BER (sekian) sudah memenuhi ketetapan standar di antara 10^{-9} sampai 10^{-12} . Berdasarkan hasil perhitungan bahwa perancangan jaringan ini sudah layak untuk direalisasikan.

Kata kunci— FTTH, GPON, LPB, RTB, Q-FACTOR, BER

I. PENDAHULUAN

Jaringan internet sudah menjadi kebutuhan pokok di abad ini, seiring dengan perkembangan digitalisasi dari berbagai aspek kehidupan. Karena itu penting untuk mendistribusikan penyebaran jaringan internet secara merata salah satunya pada perumahan padat penduduk. Perumahan Cahaya Sakinah merupakan perumahan baru yang terletak di pusat kota Karawang, tepatnya di Jl. Parahiyangan, Adiarasa Barat, Kecamatan Karawang Barat, Karawang, Jawa Barat 41311. Di mana perumahan ini masih dalam tahap pembangunan dan akan terisi oleh penduduk baru, seiring

dengan pertumbuhan penduduk pada Perumahan Cahaya Sakinah kebutuhan internet untuk setiap rumah diperlukan.

Dalam jaringan terdapat arsitektur *Fiber To The X* (FTTX) dengan “X” merupakan variabel bebas sesuai dengan tujuan. Dalam menunjang distribusi jaringan sampai perumahan diterapkan *Fiber to The Home* (FTTH) karena titik akhir dari jaringan ini yaitu rumah *customer*. Dalam *Fiber to The Home* (FTTH) ini berteknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) dalam pendistribusian jaringan. *Fiber to The Home* (FTTH) dengan *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) sebagai teknologinya diterapkan dalam perancangan di Perumahan Cahaya Sakinah karena teknologi mampu menunjang akses internet dengan kecepatan yang tinggi dan stabil baik dari sisi *downstream* maupun *upstream*.

Dalam memulai perancangan *Fiber to the Home* (FTTH) perlu dilakukan pemetaan lokasi perancangan jaringan, hal ini dilakukan guna untuk simulasi yang akan diterapkan di Perumahan Cahaya Sakinah, pemetaan dilakukan secara digital menggunakan aplikasi Google Earth. Dilakukan simulasi penarikan kabel fiber dari pusat hingga rumah *customer*, beserta komponen pendukung lainnya dalam perancangan jaringan FTTH seperti Sentral Telepon Otomat (STO), *Optical Distribution Cabinet* (ODC), *Optical Distribution Point* (ODP), dan *Optical Network Terminal* (ONT) sebagai perangkat akhir dari arsitektur FTTH GPON.

Dalam perancangan ini juga dilakukan perhitungan dan simulasi setiap parameter keberhasilan, beberapa parameter yang digunakan mencakup *Link Power Budget* (LPB), *Rise Time Budget* (RTB), *Q-FACTOR*, dan *Bit Error Rate* (BER).

II. KAJIAN TEORI

A. Fiber Optik

Fiber Optik merupakan serat kaca atau plastik guna mentransmisikan cahaya LASER atau LED sebagai sinyal utama. Fiber optik sendiri memiliki keunggulan yang cukup baik dibandingkan media transmisi yang lainnya seperti kabel tembaga. Karena dengan spesifikasi noise rendah, tidak rentan akan distorsi elektromagnetik, dan pita bandwidth

besar dan ekonomis dalam segi harga, fiber optik digunakan. ekonomis dalam segi harga[1].

Kabel fiber optik dengan diameter inti $7\mu\text{m}$ - $10\mu\text{m}$ single mode. Dengan tipe G 652D guna mendukung transmisi dua arah baik dari downstream maupun upstream dalam kabel optik.

B. Gigabit Passive Optical Network (GPON)

GPON merupakan teknologi akses *broadband* dengan menggunakan media transmisi serat optik yang menghubungkan sinyal dari sumber hingga ke *customer*. Teknologi ini sesuai standar G.984 oleh ITU-T, dan juga dikenal dengan sebutan FTTH[2].

Dalam pengirim sentral pendistribusian dibagi menggunakan *splitter* guna dapat menjangkau banyak *customer* dengan percabangan. Sehingga kecepatan data dapat bekerja baik dengan *downstream* 2,488 Gbps untuk 1,244 Gbps di *upstream*. Dalam menopang kebutuhan *downstream* dan *upstream* teknologi *Wavelength Division Multiplexing* (WDM) digunakan dengan modulasi *Non Return Zero* (NRZ).

C. Fiber to the Home (FTTH)

FTTH merupakan suatu sistem jaringan akses yang memanfaatkan media transmisi serat optik untuk mengirimkan sinyal. dari sumber hingga ke setiap pelanggan rumah [2]. Rancangan FTTH dalam pengiriman sinyal optik mengandalkan panjang gelombang 1.490 nm untuk arah aliran ke pelanggan *downstream* dan 1.310 nm untuk arah aliran dari pelanggan kembali ke sumber *upstream*, bertujuan untuk menjamin kualitas pengiriman yang optimal bagi layanan internet, I-netTV, dan telepon kepada setiap pelanggan rumah.

D. Perangkat FTTH

OLT merupakan elemen kunci dalam menyampaikan sinyal optik pada layanan teknologi GPON yang memiliki peran paling sentral. OLT juga merupakan penyedia *interface* dengan penyedia layanan. Fungsi utama dari OLT sendiri ini mengubah sinyal listrik ke bentuk sinyal lain yaitu cahaya untuk ditransmisikan dalam fiber optik[3].

ODC setelah dari OLT dengan mentransmisikan sinyal melalui kabel *feeder* maka akan dihubungkan ke ODC[3]. ODC sendiri berfungsi untuk wadah pembagi sinyal sebelum didistribusikan menuju ODP untuk setiap dengan rumah *customer*.

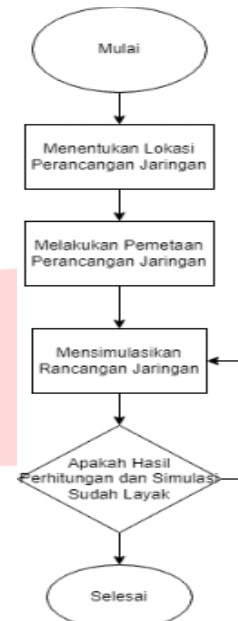
Pembagian sinyal yang dilakukan dalam *Optical Distribution Cabinet* (ODC) ini menggunakan *splitter*. *Splitter* yang digunakan dalam perancangan ini merupakan *splitter* 1x4 sebanyak 3 guna memenuhi 12 *Optical Distribution Point* (ODP) dalam Perumahan Cahaya Sakinah.

ODP merupakan titik pembagian sinyal yang berasal dari ODC dan dikirimkan melalui kabel distribusi, kemudian terhubung dengan ODP [3]. ODP sendiri berfungsi sebagai penghubung, pembagi *core*, juga pembagi sinyal sebelum diteruskan menuju *Optical Network Termination* (ONT) sebagai titik akhir di rumah *customer*.

III. METODE

A. Diagram Perancangan

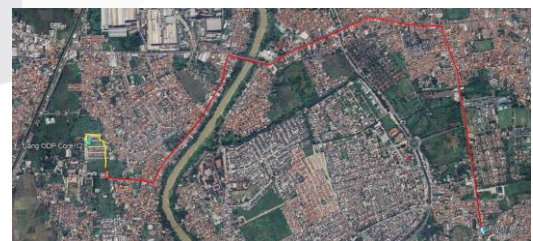
Dalam analisa perancangan jaringan ini perlu memerhatikan beberapa hal dalam pengerjaannya. Baik dari langkah awal untuk menentukan lokasi perancangan, melakukan pemetaan jalur jaringan, kemudian menghitung dan simulasi jaringan apakah hasil dari setiap parameter sudah sesuai atau belum, hal ini dapat diperhatikan dalam Gambar 1.



GAMBAR 1.
Diagram Alir

B. Perancangan Pemetaan Lokasi Jaringan

Proses pemetaan perancangan dilakukan menggunakan aplikasi Google Earth, dengan merancang jalur pendistribusian kabel dari *Optical Line Termination* (OLT) hingga *Optical Distribution Point* (ODP) *core* terakhir pada Perumahan Cahaya Sakinah. Rentang total panjang kabel yang membentang dalam perancangan ini sepanjang 4.62 Km. Terlihat pada Gambar 2. Garis merah merupakan kabel *feeder* hingga *Optical Distribution Cabinet* (ODC). Sedangkan garis kuning merupakan jalur kabel distribusi untuk setiap *Optical Distribution Point* (ODP). Sentral Telepon Otomat (STO) Teluk Jambe merupakan sentral dari perancangan jaringan pada proyek kali ini, yang beralamatkan di Jl. Menati 1, Puseurjaya, Teluk Jambe Timur, Karawang, Jawa Barat.



GAMBAR 2.
Pemetaan Jalur Kabel FTTH

Pemetaan dalam Perumahan Cahaya Sakinah didapati menggunakan 12 *Optical Distribution Point* (ODP) seperti pada Gambar 3 dengan *splitter* 1x8 pada setiap *Optical Distribution Point* (ODP) guna memenuhi 88 unit rumah.



GAMBAR 3.
Pemetaan ODP Pada Perumahan Cahaya Sakinah

C. Kinerja Parameter Sistem

Link Power Budget (LPB) digunakan untuk menghitung total redaman dari setiap perangkat yang terhubung dalam perancangan jaringan FTTH dengan GPON sebagai teknologinya. Standar yang diacu adalah ITU-T G.948 [3], di mana nilai LPB harus tidak kurang dari 28 dB atau daya terima (P_r) tidak lebih rendah dari -28 dBm. Perhitungan total redaman dihitung dari (1). Dengan mengikuti daftar standar redaman Tabel 1.

TABEL 1.
Nilai Standar Attenuation

| No. | Attenuation | Nilai |
|-----|--------------------------------------|---------------|
| 1 | Attenuation Serat Optik | 0,35,0,28 /Km |
| 2 | Attenuation Konektor | 0,25 dB |
| 3 | Attenuation Sambungan | 0,10 dB |
| 4 | Attenuation Splitter 1:2 | 3,70 dB |
| 5 | Attenuation Splitter 1:4 | 7,25 dB |
| 6 | Attenuation Splitter 1:8 | 10,38 dB |
| 7 | Attenuation Splitter 1:16 | 14,10 dB |
| 8 | Daya transmit sinyal optik (P_r) | 3 dBm |

$$\alpha_T = L \cdot \alpha_{\text{serat}} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p \quad (1)$$

$$P_{rx} = P_t - \alpha_T \quad (2)$$

Keterangan:

α_T = loss Total (dB)

α_{serat} = Attenuation pada serat optik (dB/Km)

α_c = Attenuation pada konektor (dB/buah)

α_s = Attenuation pada sambungan (dB)

S_p = Attenuation pada splitter (dB)

L = Jarak atau Rentang serat optik (Kilometer)

N_c = Total jumlah konektor

N_s = Total jumlah sambungan

P_{rx} = Power Terima (dBm)

P_t = Power Transmit (dBm)

Rise Time Budget (RTB): *Rise Time Budget (RTB)* merupakan metode analisa kualitas lebar pulsa selama proses

pengiriman sinyal. Standar parameter perhitungan *Rise Time Budget (RTB)* Tabel 2[4].

TABEL 2.
Parameter *Rise Time Budget (RTB)*

| Parameter | Nilai |
|-------------------------------------|---|
| Sumber Optik (t_{tx}) | 0,15 ns |
| Lebar spectral (σ_λ) | 1 nm |
| Koefisien Chromatic(D) | 1310 nm (Upstream) = 0,0035 ns/(nm.km) 1490 nm (Downstream) = 0,01364 ns/(nm.km) |
| Detector optik (t_{rx}) | 0,2 ns |

Keterangan:

t_{tx} = Rise Time sumber optik (ns)

BR = Laju Bit

t_f = Rise Time Optik (ns)

D = Koefisien disperse (ns/nm.km)

L = Jarak (km)

σ_λ = Lebar spektral (nm)

t_{sys} = Rise Time Sistem (ns)

t_{rx} = Rise Time detector optik (ns)

Untuk menghitung *Rise Time Budget (RTB)* didapatkan dari (3)(4).

$$t_f = D \cdot \sigma_\lambda \cdot L \quad (3)$$

$$t_{sys} = \sqrt{t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2} \quad (4)$$

Rise Time Budget (RTB) juga sebagai penentu dari modulasi yang akan digunakan dalam pengiriman data, dengan ketentuan (5) untuk modulasi NRZ dan RZ.

$$t_{sys} < t_{tr} \quad (5)$$

Q-FACTOR: *Q-FACTOR* merupakan parameter yang mengacu pada kualitas komponen atau resonansi suatu sirkuit dalam menghasilkan, mengirimkan, atau menerima sinyal. Nilai penentu kualitas suatu sistem, dengan nilai minimum 6 dari perhitungan dengan cara (6) maupun simulasi[6].

$$Q = \frac{10^{\frac{SNR}{20}}}{2} \quad (6)$$

Keterangan :

Q = Faktor Kualitas

SNR = Signal to noise ratio

Bit Error Rate (BER): *Bit Error Rate* merupakan parameter untuk menghitung paket-paket *error* yang gagal terkirim dalam pengiriman. Nilai dari *Bit Error Rate (BER)* sendiri 10^{-9} dengan perhitungan nilai *Bit Error Rate (BER)* dengan cara (4)[4].

$$BER = \frac{1}{Q\sqrt{2\pi}} \exp \frac{Q^2}{2} \quad (4)$$

Keterangan :

Q = Q-Factor

π = Konstanta phi (3,14)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Manual

Dalam perhitungan LPB, terdapat 2 skenario yang harus dipertimbangkan, yaitu jarak terdekat dan jarak terjauh dari ODC menuju ODP. Untuk jarak terdekat dari ODP menuju rumah pelanggan adalah sekitar 67 meter, sedangkan jarak terjauhnya mencapai sekitar 410 meter.

Dalam perhitungan, ditemukan bahwa redaman pada arah aliran ke pelanggan (*downstream*) sebesar 0,28 dB, dan pada arah aliran dari pelanggan kembali ke sumber (*upstream*) sebesar 0,35 dB. Dalam perancangan jaringan, terdapat 3 konektor yang menghubungkan OLT dengan ODC. Jalur dari ODC menuju ODP terdiri dari 2 konektor, 1 penyambungan serat (*splicing*), dan 1 splitter. Selanjutnya, jalur dari ODP menuju ONT memiliki 2 konektor, 2 penyambungan serat (*splicing*), dan 1 splitter. Daya yang dikirimkan dari OLT adalah sebesar 3 dB.

Perhitungan *Link Power Budget* (LPB) *downstream* terdekat:

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{OLT-ODC}} &= (4,11 \times 0,28) + (3 \times 0,25) + (0 \times 0) + 0 \\ &= (1,15 + 0,75) \\ &= 1,9 \text{ dB}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{ODC-ODP}} &= (0,067 \times 0,28) + (2 \times 0,25) + (1 \times 0,1) + 7,25 \\ &= 0,018 + 0,5 + 0,1 + 7,25 \\ &= 7,86 \text{ dB}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{ODP-ONT}} &= (0,11 \times 0,28) + (2 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + 10,38 \\ &= 0,03 + 0,5 + 0,2 + 10,38 \\ &= 11,11 \text{ dB}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_T &= \alpha_{\text{OLT-ODC}} + \alpha_{\text{ODC-ODP}} + \alpha_{\text{ODP-ONT}} \\ &= 1,9 + 7,86 + 11,11 \\ &= 20,87 \text{ dB}\end{aligned}$$

Hasil yang didapat kemudian menghitung nilai total daya terima P_{rx} oleh detektor.

$$\begin{aligned}P_{rx} &= 3 - 20,87 \\ &= -17,87 \text{ dBm}\end{aligned}$$

Perhitungan *Link Power Budget* (LPB) *upstream* terdekat :

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{OLT-ODC}} &= (4,11 \times 0,35) + (3 \times 0,25) + (0 \times 0) + 0 \\ &= (1,43 + 0,75) \\ &= 2,18 \text{ dB}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{ODC-ODP}} &= (0,06 \times 0,35) + (2 \times 0,25) + (1 \times 0,1) + 7,25 \\ &= 0,02 + 0,5 + 0,1 + 7,25 \\ &= 7,87 \text{ dB}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{ODP-ONT}} &= (0,11 \times 0,35) + (2 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + 10,38 \\ &= 0,038 + 0,5 + 0,2 + 10,38 \\ &= 11,11 \text{ dB}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_T &= \alpha_{\text{OLT-ODC}} + \alpha_{\text{ODC-ODP}} + \alpha_{\text{ODP-ONT}} \\ &= 2,1885 + 7,87345 + 11,1185 \\ &= 21,16 \text{ dB}\end{aligned}$$

Hasil yang didapat kemudian menghitung nilai total daya terima P_{rx} oleh detektor.

$$\begin{aligned}P_{rx} &= 3 - 21,16 \\ &= -18,16 \text{ dBm}\end{aligned}$$

Perhitungan *Link Power Budget* (LPB) *downstream* terjauh :

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{OLT-ODC}} &= (4,11 \times 0,28) + (3 \times 0,25) + (0 \times 0) + 0 \\ &= (1,15 + 0,75) \\ &= 1,9 \text{ dB}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{ODC-ODP}} &= (0,41 \times 0,28) + (2 \times 0,25) + (1 \times 0,1) + 7,25 \\ &= 0,11 + 0,5 + 0,1 + 7,25 \\ &= 7,96 \text{ dB}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{ODP-ONT}} &= (0,11 \times 0,28) + (2 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + 10,38 \\ &= 0,03 + 0,5 + 0,2 + 10,38 \\ &= 11,11 \text{ dB}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_T &= \alpha_{\text{OLT-ODC}} + \alpha_{\text{ODC-ODP}} + \alpha_{\text{ODP-ONT}} \\ &= 1,45 + 8,1832 + 11,0884 \\ &= 20,97 \text{ dB}\end{aligned}$$

Hasil yang didapat kemudian menghitung nilai total daya terima P_{rx} oleh detektor.

$$\begin{aligned}P_{rx} &= 3 - 20,97 \\ &= -17,97 \text{ dBm}\end{aligned}$$

Perhitungan *Link Power Budget* (LPB) *upstream* terjauh :

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{OLT-ODC}} &= (4,11 \times 0,28) + (3 \times 0,25) + (0 \times 0) + 0 \\ &= (1,15 + 0,75) \\ &= 1,9 \text{ dB}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{ODC-ODP}} &= (0,41 \times 0,28) + (2 \times 0,25) + (1 \times 0,1) + 7,25 \\ &= 0,11 + 0,5 + 0,1 + 7,25 \\ &= 7,96 \text{ dB}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{ODP-ONT}} &= (0,11 \times 0,28) + (2 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + 10,38 \\ &= 0,03 + 0,5 + 0,2 + 10,38 \\ &= 11,11 \text{ dB}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_T &= \alpha_{\text{OLT-ODC}} + \alpha_{\text{ODC-ODP}} + \alpha_{\text{ODP-ONT}} \\ &= 1,45 + 8,1832 + 11,0884 \\ &= 20,97 \text{ dB}\end{aligned}$$

Hasil yang didapat kemudian menghitung nilai total daya terima P_{rx} oleh detektor.

$$\begin{aligned}P_{rx} &= 3 - 20,97 \\ &= -17,97 \text{ dBm}\end{aligned}$$

Hasil dari setiap perhitungan *Link Power Budget* (LPB) baik dari *downstream upstream* jarak terdekat dan terjauh terlihat pada Tabel 2. Dengan selisih perbedaan nilai yang tidak signifikan.

TABEL 3.
Hasil Perhitungan *Link Power Budget* (LPB)

| LPB | Kepala Kolom Tabel | |
|----------|--------------------|-----------------|
| | <i>Downstream</i> | <i>Upstream</i> |
| Terdekat | -17,87 dBm | -18,16 dBm |
| Terjauh | -17,97 dBm | -19,03 dBm |

RTB dengan 2 skenario *downstream* dan *upstream* untuk mencari t_{sys} yang akan dibandingkan dengan ketentuan parameter NRZ dan RZ.

Perhitungan t_{sys} Rise Time Budget (RTB) *downstream*:

$$t_f = (0,01364 \text{ ns/nm.km}) \times (1 \text{ nm}) \times (4,52 \text{ km}) = 0,0616528 \text{ ns}$$

$$t_{sys} = \sqrt{0,15^2 + 0,2^2 + 0,0570152^2} = 0,25 \text{ ns}$$

Perhitungan t_{sys} Rise Time Budget (RTB) *upstream*:

$$t_f = (0,0035 \text{ ns/nm.km}) \times (1 \text{ nm}) \times (4,52 \text{ km}) = 0,01582 \text{ ns}$$

$$t_{sys} = \sqrt{0,15^2 + 0,2^2 + 0,01463^2} = 0,25 \text{ ns}$$

Perhitungan t_r Bit Rate *downstream* NRZ:

$$t_r = 0,7/BR = \frac{0,7}{2,4 \times 10^9} = 0,29 \text{ ns}$$

Perhitungan t_r Bit Rate *upstream* NRZ:

$$t_r = 0,7/BR = \frac{0,7}{2,4 \times 10^9} = 0,29 \text{ ns}$$

Perhitungan t_r Bit Rate *downstream* RZ:

$$t_r = 0,35/BR = \frac{0,35}{2,4 \times 10^9} = 0,14 \text{ ns}$$

Perhitungan t_r Bit Rate *upstream* RZ:

$$t_r = 0,35/BR = \frac{0,35}{1,25 \times 10^9} = 0,28 \text{ ns}$$

TABEL 4. Hasil Perhitungan

| | t_{sys} | t_r | |
|------------|-----------|---------|---------|
| | | NRZ | RZ |
| Downstream | 0,25 ns | 0,29 ns | 0,14 ns |
| Upstream | 0,25 ns | 0,56 ns | 0,28 ns |

Hasil dari perhitungan yang terangkum dalam Tabel 4 setiap Bit Rate t_{sys} kemudian dibandingkan dengan hasil t_r , perbandingan terlihat bahwa t_{sys} lebih kecil t_r pada modulasi NRZ, maka dapat disimpulkan bahwa perancangan jaringan ini menggunakan modulasi NRZ.

B. Perhitungan Simulasi

1) Pada simulasi perhitungan LPB dengan komponen dan parameter yang sama dengan perhitungan manual. Skenario *downstream* dan *upstream* dengan jarak terdekat dan terjauh yang dihitung pada kalkulasi ini.

Simulasi Link Power Budget (LPB) *downstream* terdekat:



GAMBAR 4. Link Power Budget (LPB) *downstream* terdekat

Hasil yang didapatkan dari simulasi *downstream* terdekat pada Gambar 4 adalah -17.75 dB dan sudah memenuhi standar dari parameter.

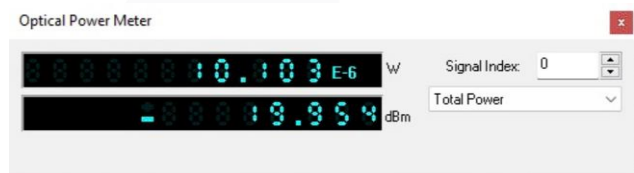
Simulasi Link Power Budget (LPB) *downstream* terjauh:



GAMBAR 5. Link Power Budget (LPB) *downstream* terjauh

Hasil yang didapatkan dari simulasi *upstream* terdekat pada Gambar 5 adalah -17.82 dB dan sudah memenuhi standar dari parameter.

Simulasi Link Power Budget (LPB) *upstream* terdekat:



GAMBAR 6. Link Power Budget (LPB) *upstream* terdekat

Hasil yang didapatkan dari simulasi *upstream* terdekat pada Gambar 6 adalah -19.95 dB dan sudah memenuhi standar dari parameter.

Simulasi Link Power Budget (LPB) *upstream* terjauh:

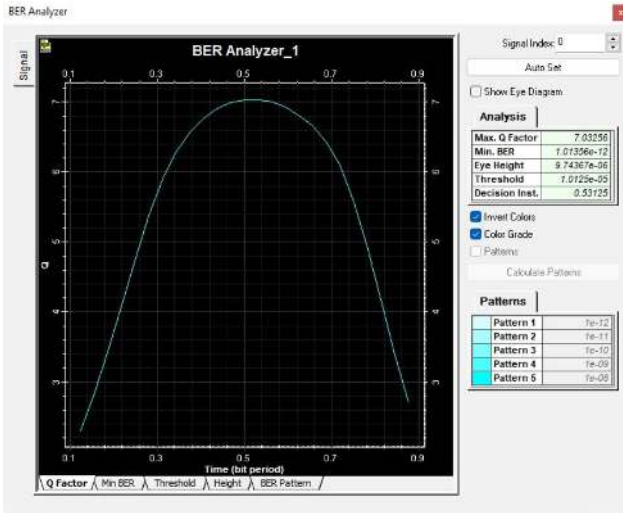


GAMBAR 7. Link Power Budget (LPB) *upstream* terjauh

Hasil yang didapatkan dari simulasi *upstream* terdekat pada Gambar 7 adalah -20,02 dB dan sudah memenuhi standar dari parameter.

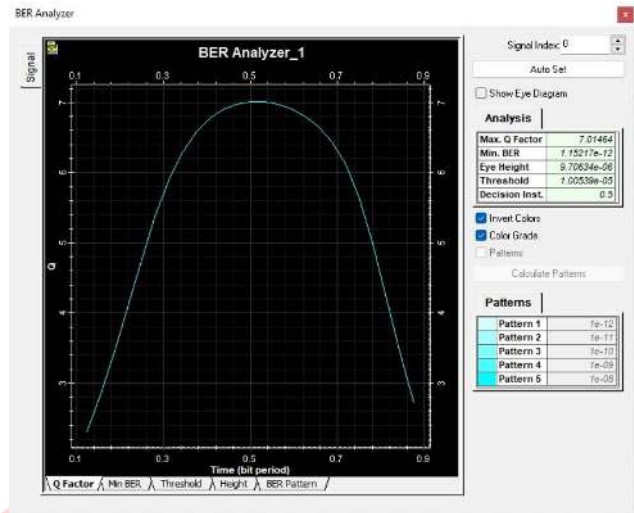
Dalam simulasi Q-FACTOR dan BER ditampilkan pada 1 grafik yang sama. Simulasi dilakukan dengan skenario 2 jarak terdekat dan terjauh untuk *downstream* dan *upstream*.

Simulasi Q-FACTOR dan BER *downstream* terdekat:



GAMBAR 8.

Simulasi *Q-FACTOR* dan BER *downstream* terdekat



GAMBAR 10.

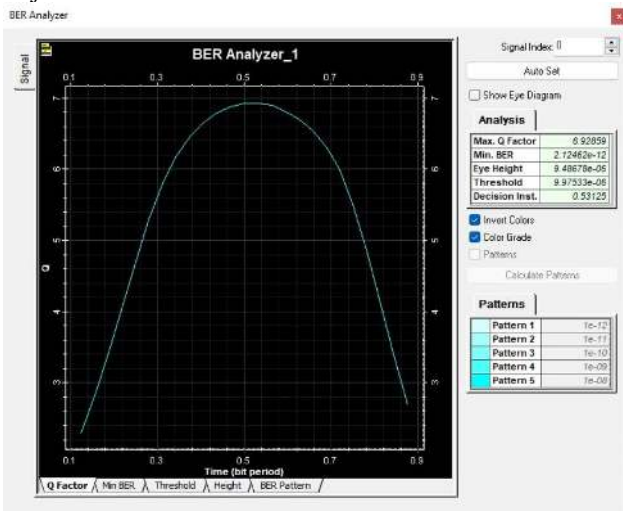
Simulasi *Q-FACTOR* dan BER *upstream* terdekat

Hasil simulasi yang didapatkan dari *downstream* terdekat pada Gambar 8 untuk *Q-FACTOR* sebesar 7,03 dan BER dengan nilai $1,01 \times 10^{-12}$ yang sudah memenuhi standar dari parameter

Hasil simulasi yang didapatkan dari *downstream* terjauh Gambar 10 untuk *Q-FACTOR* sebesar 7.01 dan BER sebesar 1.15×10^{-12} yang sudah memenuhi standar dari parameter

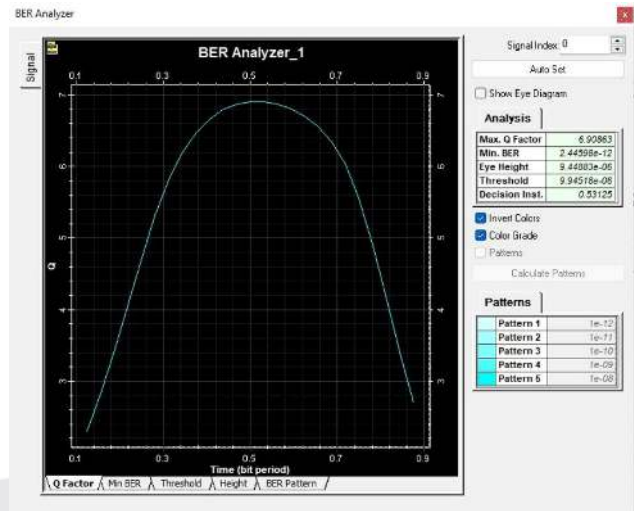
Simulasi *Q-FACTOR* dan Bit Error Rate (BER) *downstream* terjauh:

Simulasi *Q-FACTOR* dan BER *upstream* terjauh:



GAMBAR 9.

Simulasi *Q-FACTOR* dan BER *downstream* terjauh



GAMBAR 11.

Simulasi *Q-FACTOR* dan BER *upstream* terjauh

Hasil simulasi yang didapatkan dari *downstream* terjauh pada Gambar 9 untuk *Q-FACTOR* sebesar 6,92 dan Bit Error Rate (*BER*) dengan nilai $3,28 \times 10^{-12}$ yang sudah memenuhi standar dari parameter

Hasil yang didapatkan dari simulasi *downstream* terjauh pada Gambar 10 untuk *Q-FACTOR* sebesar 6.9 dan BER sebesar 2.44×10^{-12} yang sudah memenuhi standar dari parameter.

Simulasi *Q-FACTOR* dan Bit Error Rate (BER) *upstream* terdekat:

V. KESIMPULAN

Pada perancangan jaringan FTTH ini menggunakan basis GPON dengan total 12 *Optical Distribution Point* (ODP) dalam Perumahan Cahaya Sakinah dengan jarak kabel *feeder* sepanjang 4,11 Km dan kabel distribusi sepanjang 410 m. Perhitungan parameter perancangan baik kalkulasi manual maupun aplikasi sudah memenuhi standar parameter. Dengan hasil perhitungan *Link Power Budget* (LPB) terdekat *downstream* -17,87 dBm dan *upstream* -18,16 dBm, terjauh *downstream* -17,97 *upstream* -19,03 dBm. Hasil Simulasi terdekat *downstream* -17,75 dBm dan *upstream* -17,82 dBm,

terjauh *downstream* -19,95 *upstream* -20,02 dBm. Berdasarkan hasil dari *Link Power Budget* (LPB) sudah layak. Hasil perhitungan *Rise Time Budget* (RTB) t_{sys} lebih kecil t_r pada NRZ, menjadikan perancangan ini menggunakan modulasi NRZ. Hasil simulasi *downstream Q-FACTOR* 7,03 dan BE) $1,01 \times 10^{-12}$ untuk terdekat dan *Q-FACTOR* 6,92 dan BER $2,12 \times 10^{-12}$ untuk terjauh. Hasil simulasi *upstream Q-FACTOR* 7,01 dan BER $1,15 \times 10^{-12}$ untuk terdekat dan *Q-FACTOR* 6,9 dan BER $2,44 \times 10^{-12}$ yang sudah memenuhi standar nilai parameter untuk *Q-FACTOR* lebih dari 6 dan BER 10^{-9} sampai 10^{-12} . Berdasarkan perhitungan setiap parameter menjadikan perancangan jaringan FTTH GPON di Perumahan Cahaya Sakinah dapat direalisasikan.

- [6] T. Anggita, L. B. Rahman, A. Akbar, M. A. Laagu, and C. Apriono, "Perancangan dan Analisa Kinerja Fiber to the Building (FTTB) untuk Mendukung Smart Building di Daerah Urban," *Elkha*, vol. 12, no. 1, p. 32, 2020, doi: 10.26418/elkha.v12i1.37781.

REFERENSI

- [1] N. Yudha, K. Ramadhan, and B. Pamukti, "Analisa Performansi WDM-PON dan Koheren WDM-PON Menggunakan Kabel SMF dan DCF," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 2587–2590, 2022.
- [2] S. Ridho, A. Nur Aulia Yusuf, A. Syaniri, D. Nikken Sulastrie Sirin, and C. Apriono, "Perancangan Jaringan Fiber to the Home (FTTH) pada Perumahan di Daerah Urban," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 1, pp. 94–103, 2020.
- [3] A. Setiawan, "Analisis Jaringan Fiber To The Home Berbasis Teknologi Gigabit Passive Optical Network Dan Penghitungan Downstream (Studi Kasus Perumahan Wirosaban Baru)," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 4, pp. 2212–2223, 2021, doi: 10.35957/jatisi.v8i4.1576.
- [4] Y. Arliansyah *et al.*, "Perancangan jaringan akses fiber to the home (ftth) menggunakan teknologi gigabit passive optical network (gpon) di cluster tebet jakarta," vol. 8, no. 6, pp. 1–11, 2016.
- [5] F. Erwanto, E. Wahyudi, and F. Khair, "Analisis Implementasi Jaringan FTTH dan FTTB di Gedung Perkantoran," *J. Litek J. List. Telekomun. Elektron.*, vol. 18, no. 2, p. 40, 2021, doi: 10.30811/litek.v18i2.2300.