Perancangan Jaringan FTTH, Studi Kasus: Provinsi Jambi, Perumahan Akbar Asri

1st Aditya Warta Kusuma
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
adityawarta@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* — Kebutuhan akan layanan seperti internet, telepon, dan siaran TV terus berkembang, disebut triple play. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, digunakanlah Fiber to the Home (FTTH). FTTH sendiri adalah struktur jaringan serat optik yang menyediakan layanan triple play secara langsung ke rumah pelanggan melalui teknologi GPON (Gigabit Passive Optical Network). Penelitian ini bertujuan mengembangkan struktur jaringan dan pendistribusian yang berbasis FTTH di perumahan Akbar Asri, dengan mengukur parameter standar kelayakan jaringan. Dalam paper ini, jalur jaringan dirancang di perumahan Akbar Asri menggunakan aplikasi Google Earth. Selanjutnya, dilakukan perhitungan standar kelayakan jaringan secara matematis dan menggunakan software. Hasil perhitungan tersebut akan digunakan untuk mengevaluasi perancangan jaringan.Pada perhitungan link power budget untuk jalur pertama, daya terima gelombang downstream pada jarak terdekat adalah -18,278 dBm dan -18,46 dBm untuk jarak terjauh. Untuk gelombang upstream, LPB adalah -18,304 dBm untuk jarak terdekat dan -18,52 dBm untuk jarak terjauh. Sedangkan pada Jalur 2, daya terima downstream pada jarak terdekat adalah -18,276 dBm dan -18,41 dBm untuk jarak terjauh. Untuk gelombang upstream, daya terima adalah -18,3 dBm untuk jarak terdekat dan -18,47 dBm untuk jarak terjauh. Modulasi yang digunakan dalam teknologi GPON adalah NRZ, yang dibuktikan melalui hasil pengukuran dari RTB.**

***Kata kunci*— ftth, optisystem, *link power budget,* nrz**

I. PENDAHULUAN

Perkembangan Perkembangan teknologi didorong oleh kebutuhan dan permintaan perubahan dalam gaya hidup masyarakat. Jaringan komunikasi saat ini telah mengalami kemajuan pesat, dimana jaringan telepon telah berkembang menjadi jaringan luas berkecepatan tinggi. Perubahan ini disebabkan oleh kebutuhan sosial masyarakat untuk saling berkomunikasi, permintaan pengguna terhadap aplikasi baru, serta kemajuan teknologi yang ada. Perubahan cepat dalam jaringan telekomunikasi juga dipicu oleh keinginan pengguna untuk tetap terhubung di mana pun dan kapan pun. Berbagai aplikasi baru seperti layanan multimedia, konferensi video, permainan interaktif, dan layanan internet semuanya membutuhkan bandwidth yang tinggi. Selain itu, pengguna juga mengharapkan jaringan yang menyediakan layanan terbaik dan paling efisien. Untuk meningkatkan kualitas layanan, jaringan akses tembaga saat ini sedang diubah menjadi jaringan akses serat optik (Fiber To The Home/FTTH) yang dapat mencapai rumah pelanggan. Teknologi FTTH ini memungkinkan jaringan mencakup daerah padat penduduk dan memenuhi kebutuhan bandwidth dan kapasitas di masa depan.

Dalam merancang jaringan FTTH, perlu dipertimbangkan penggunaan, penempatan, dan jarak pelanggan dari sentral. Hal ini melibatkan analisis parameter link budget untuk menentukan jumlah saluran dan perangkat yang diperlukan dalam jaringan akses. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang jaringan FTTH dari sentral ke pelanggan dengan mempertimbangkan pemakaian, penempatan, jarak, dan menghitung jumlah Optical Distribution Point (ODP) yang dibutuhkan.

Hasil perancangan jaringan FTTH ini didapatkan berdasarkan dua metode perhitungan, yaitu secara matematis dan menggunakan simulasi perangkat lunak. Parameter yang dihitung antara lain ada, Link Power Budget (LPB), Rise Time Budget (RTB), Q-Factor, dan Bit Error Rate (BER).

II. KAJIAN TEORI

A. Fiber Optik

Fiber Optik adalah sebuah medium transmisi yang memungkinkan penyebaran cahaya, terbuat dari kaca atau plastik sebagai media transmisinya. Fiber Optik memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan dengan media transmisi lain seperti kabel tembaga dan udara. Keunggulannya mencakup bandwidth yang lebih besar, ketahanan terhadap gangguan elektromagnetik, tingkat transmisi yang rendah kebisingan, dan biaya yang lebih ekonomis. Dengan menggunakan serat optik, sinyal dapat dikirimkan dengan kecepatan cahaya, menjadikannya teknologi yang sangat diandalkan dalam industri telekomunikasi untuk mentransmisikan data, suara, dan video dalam skala besar dengan kualitas yang tinggi.[1].

B. Fiber To The Home (FTTH)

Pengembangan infrastruktur jaringan serat optik ke rumah pelanggan adalah tujuan utama dari FTTH. Digunakan sebagai media transmisi fiber optik yang berbentuk kabel dan terbuat dari kaca, dimana fiber optik berfungsi sebagai transmisi data melalui laser atau LED Kemajuan teknologi ini terjadi berkat perkembangan serat optik yang dapat menggantikan penggunaan kabel tembaga dan memberikan beragam layanan dengan lebih lengkap. [1].

C. Gigabit Passive Optical Network (GPON)

Perancangan yang akan berawal OLT sebagai *transmitter* sinyal optik dan ONT sebagai titik akhir pengiriman sinyal optik dalam perancangan jaringan FTTH basis GPON. GPON memiliki kemampuan untuk memberikan koneksi internet yang cepat, stabil, dan terjangkau. Dalam teknologi GPON, kecepatan downstream mencapai 2,488 Gbps dan kecepatan upstream mencapai 1,25 Gbps. Pengembangan dan standarisasi GPON dilakukan oleh International Telecommunication Union-Telecommunication (ITU-T).2].

D. OptiSystem

Perangkat lunak OptiSystem digunakan sebagai alat simulasi untuk merancang infrastruktur jaringan serat optik. yang belum diimplementasikan secara fisik. Perangkat lunak ini berguna dalam melakukan perhitungan dan analisis terkait Loss dan Power Budget. OptiSystem menyediakan antarmuka pengguna grafis yang lengkap, termasuk fitur tata letak proyek, komponen netlist, model komponen, dan tampilan grafis. Dengan OptiSystem, pengguna dapat merancang dan mensimulasikan jaringan fiber optik sebelum melakukan implementasi fisik. Keakuratan perhitungan yang tinggi juga dapat diperoleh melalui perbandingan dengan data nyata yang diperoleh melalui pengukuran[3].

III. METODE

A. Alat dan Bahan

Berikut ini merupakan daftar alat dan bahan yang digunakan dalam proses perancangan jaringan ini:

1. Laptop

Laptop atau perangkat keras yang digunakan dalam perencanaan ini adalah: Asus Zenbook UX431DA.300 AMD Ryzen 5 3500U CPU, 8 GB RAM, 2,1 GHz.

2. Google Earth

Google Earth Pro versi 7.3.6 sebagai perangkat lunak untuk mendesain jalur jaringan

3. OptiSystem

Digunakan untuk mensimulasikan suatu jaringan akses yang sudah dirancang dari pengirim sampai ke penerima. Versi yang digunakan dalam perancangan ini adalah OptiSystem 20.

B. Tahapan Perancangan

Agar dapat membuat perancangan, terutama untuk jaringan akses FTTH, beberapa langkah perlu dilakukan. Dalam flowchart berikut, tahapan-tahapan perancangan yang akan dilakukan diharapkan dapat dijelaskan. Berikut ini adalah flowchart yang menggambarkan perancangan jaringan FTTH yang dilakukan. Setelah melakukan pengamatan, langkah selanjutnya adalah menganalisis parameter-parameter yang telah ditentukan.

GAMBAR 1.
Flowchart Perencanaan Jaringan

C. *Link Power Budget* (LPB)

Perhitungan Link Power Budget (LPB) dilaksanakan untuk mengevaluasi kesesuaian dengan standar yang telah ditetapkan serta untuk membatasi kerugian daya dalam suatu link. LPB merupakan nilai total redaman dari transmitter ke receiver. Saat melakukan perhitungan LPB, semua komponen dan daya terima yang terkait dengan jalur transmisi, termasuk kabel serat optik, konektor, splitter, dan perangkat optik lainnya, harus dipertimbangkan. LPB dapat dihitung dengan mengurangi daya optik yang hilang selama transmisi dari daya optik yang dikirimkan. Perhitungan LPB[4] dengan rumus:

$$\alpha_T = (L \times \alpha serat) + (Nc \times \alpha c) + (Ns \times \alpha s) + Sp \quad (1)$$

$$Pr = Pt - \alpha_T \quad (2)$$

Keterangan:

α_T = Total loss (dB)
αserat = Redaman serat optik (dB/Km)
αc = Redaman konektor (dB/buah)
αs = Redaman sambungan (dB)
Sp = Redaman splitter (dB)
L = Panjang serat optik (Kilometer)
Nc = Jumlah konektor
Ns = Jumlah sambungan
Pr = Power Receive (dBm)
Pt = Power Transmit (dBm)

Pada Tabel 1 menunjukkan Parameter untuk perhitungan LPB.

TABEL 1.
Parameter Perhitungan

No	Redaman	Nilai
1	Redaman dari Serat Optik	0,28&0,35 /Km
2	Redaman dari Konektor	0,25 dB
3	Redaman dari Sambungan	0,10 dB
4	Redaman dari Splitter 1:2	3,70 dB
5	Redaman dari Splitter 1:4	7,25 dB
6	Redaman dari Splitter 1:8	10,38 dB

7	Daya transmit sinyal optik (Pr)	3 dBm
8	Panjang Gelombang *Downstream*	1490
9	Panjang Gelombang *Upstream*	1310

D. *Rise Time Budget* (RTB)

RTB digunakan untuk memperhitungkan karakteristik dan redaman sinyal optik di sepanjang jalur transmisi, termasuk serat optik, komponen optik, dan konektor. Perhitungan rise time budget pada FTTH membantu memastikan bahwa sinyal optik dapat mencapai penerima dengan kualitas yang diharapkan, dengan mempertimbangkan redaman dan dispersi yang terjadi selama transmisi. Pada Tabel 2 adalah parameter untuk perhitungan RTB[5].

Tabel 2.
Parameter Perhitungan RTB

No	Parameter	Nilai
1	Rise Timbe sumber optik (t_{tx})	0,15 ns
2	Lebar spektral (σ_λ)	1 nm
3	Koefisien *Chromatic*(D)	1310 nm (*Upstream*) = 0,0035 ns/(nm.km) 1490 nm (*Downstream*) = 0,01364 ns/(nm.km)
4	*Detector* untuk optik (t_{rx})	0,2 ns

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

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

Keterangan:
L = Panjang serat optik (Kilometer)
t_{tx} = *Rise Time* optik (ns)
σ_λ = Lebar spektral (nm)
D = Koefisien *Chromatic* (ns/nm.km)
t_{rx} = *Rise Time detector* optik (ns)

E. *Q-factor*

Q-factor adalah faktor penentu untuk menilai kualitas sistem, apakah baik atau buruk. Fungsi dari *Q-factor* untuk menjaga kualitas dari sinyal agar tetap baik semakin tinggi nilai dari *Q-factor* maka semakin baik kualitas sinyal. Nilai minimum dari *Q-factor* adalah 6[2].

F. *Bit Error Rate* (BER)

Bit Error Rate adalah ukuran yang diterapkan untuk mengevaluasi kualitas transmisi suatu sistem komunikasi. BER adalah perbandingan antara jumlah bit yang terjadi kesalahan dengan total jumlah bit yang dikirimkan. Pada umumnya, nilai maksimum yang diinginkan untuk BER adalah 10^{-9} , yang berarti bahwa hanya satu bit yang mengalami kesalahan dari setiap miliar bit yang dikirimkan[4].

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Mendesain Jalur dengan Google Earth

Dalam perancangan jalur distribusi jaringan FTTH di Perumahan Akbar Asri, ada dua tahap penting yang dilakukan setelah mengikuti spesifikasi perangkat yang ditentukan oleh penyedia layanan. Tahap pertama adalah melakukan pemetaan menggunakan Google Earth sebagai alat pemetaan yang menggunakan citra satelit yang sangat akurat. Dengan menggunakan Google Earth, kita dapat melihat gambaran yang lebih luas tentang tata letak perumahan dan lingkungan sekitarnya.

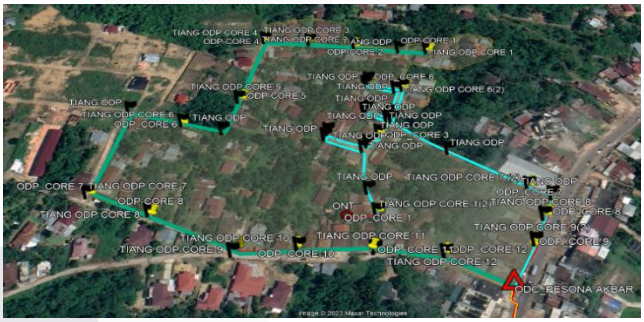
Melalui visualisasi yang akurat dari citra satelit, kita dapat mengevaluasi kondisi topografi dan distribusi area tersebut. Hal ini memungkinkan kita untuk menentukan lokasi ODP (Optical Distribution Point) yang optimal berdasarkan faktor-faktor seperti aksesibilitas, jarak antar rumah, dan kemampuan untuk mencapai seluruh perumahan dengan efisien.

Dengan demikian, Google Earth memberikan kontribusi yang signifikan dalam merencanakan jalur distribusi jaringan FTTH di Perumahan Akbar Asri dengan memanfaatkan visualisasi yang akurat dan informasi topografi yang tersedia melalui citra satelit.

1. Berikut adalah gambar dan jarak dari STO ke ODC yang akan digunakan, jaraknya adalah 294,84 meters

GAMBAR 2.
Jalur Kabel dari STO-ODC

2. Ploting rumah, tujuannya adalah memperjelas batas-batas antar rumah dan akses jalan di dalam Perumahan Akbar Asri. Dapat dilihat pada gambar 3.



GAMBAR 3.
Perumahan Pesona Akbar Asri

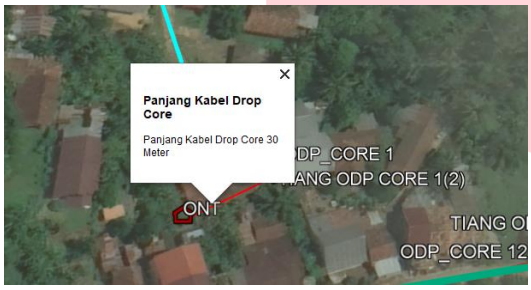
3. Pada gambar 4 adalah panjang kabel distribusi 1 yang akan digunakan untuk di perumahan akbar asri, panjang kabel 724,80 meter

GAMBAR 4.
Panjang Kabel Distribusi 1

4. Berikut pada gambar 5 adalah panjang kabel distribusi 2 yang akan digunakan untuk di perumahan Akbar Asri panjang kabel 540,23meter.

GAMBAR 5.
Panjang Kabel Distribusi 2

5. Berikut adalah gambar 6 panjang kabel drop core yaitu kabel dari ODC ke ONT panjang kabel 30 meter.



GAMBAR 6.
Panjang Kabel Drop Core

6. Informasi mengenai jarak antara ODC dan masing-masing ODP di jalur 1 tertera dalam tabel 3 berikut.

TABEL 3.
Jarak ODC ke ODP Distribusi 1

NO	ODP CORE	JARAK(METER)
1	ODP CORE 12	46,82
2	ODP CORE 11	99,69
3	ODP CORE 10	151,25
4	ODP CORE 9	193,78
5	ODP CORE 8	250,11
6	ODP CORE 7	321,40
7	ODP CORE 6	446,20
8	ODP CORE 5	521,73
9	ODP CORE 4	591,38
10	ODP CORE 3	633,26
11	ODP CORE 2	672,47
12	ODP CORE 1	724,80

7. Informasi mengenai jarak antara ODC dan masing-masing ODP di jalur 1 tertera dalam tabel 3 berikut.

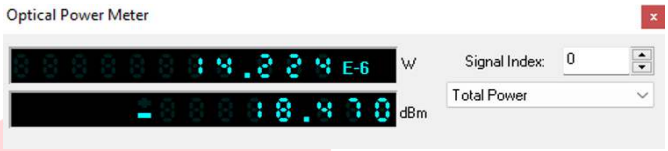
TABEL 4.
Jarak ODC ke ODP Distribusi 2

NO	ODP CORE	JARAK(METER)
1	ODP CORE 9	39,35
2	ODP CORE 8	68,83
3	ODP CORE 7	107,31
4	ODP CORE 6	267,50
5	ODP CORE 5	298,85
6	ODP CORE 4	374,19
7	ODP CORE 3	415,58
8	ODP CORE 2	463,69
9	ODP CORE 1	540,23

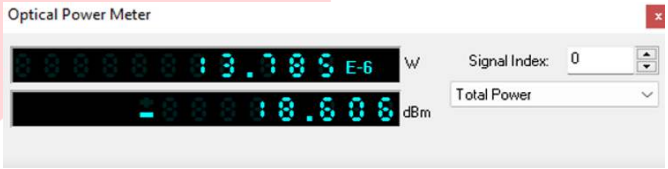
B. Perhitungan *Power Link Budget* (LPB)

Perhitungan LPB diukur pada jalur uplink dan downlink. Untuk redaman downsteam 0,28 dB dan Upstream 0,35 dB. Perhitungan LPB baik secara matematis maupun simulasi menggunakan power dari OLT sebesar 5 dB.

8. Jalur 1 *Downstream*



GAMBAR 7.
Downstream Terdekat



GAMBAR 8.
Downstream Terjauh

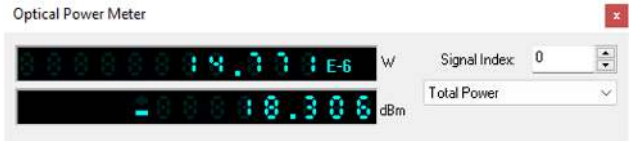
Berikut adalah Tabel 5 menunjukkan perbandingan hasil perhitungan LPB *Downstream* jalur 1 dengan menghitung matematis dan hasil simulasi.

TABEL 5.
Hasil LPB *Downstream* Jalur 1

Skenario	Target	Perhitungan Matematis	Simulasi	Selisih
Jarak Terdekat (0,36 km)	≥ −28,0	-18,278 dBm	-18,470 dBm	0,192 dBm
Jarak Terjauh (1,049 km)		-18,46 dBm	-18,606 dBm	0,146 dBm

9. Jalur 1 *Upstream*

GAMBAR 9.
Upstream Terdekat



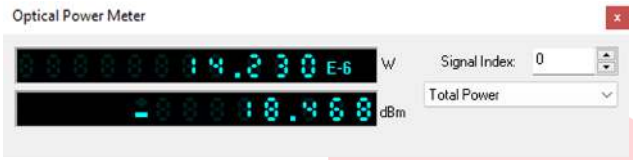
GAMBAR 10.
Upstream Terjauh

Berikut adalah Tabel 6 menunjukkan perbandingan hasil perhitungan LPB *Upstream* jalur 1 dengan menghitung matematis dan hasil simulasi.

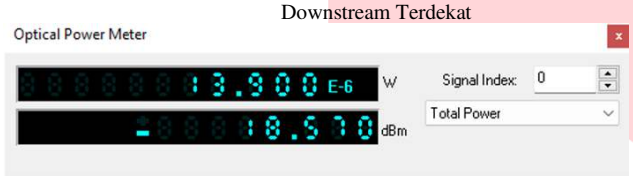
TABEL 6.
Hasil LPB *Upstream* Jalur 1

Skenario	Target	Perhitungan Matematis	Simulasi	Selisih
Jarak Terdekat (0,36 km)	≥ −28,0	-18,304 dBm	-18,170 dBm	0,134 dBm
Jarak Terjauh (1,049 km)		-18,52 dBm	-18,306 dBm	0,214 dBm

10. Jalur 2 *Downstream*



GAMBAR 11.
Downstream Terdekat



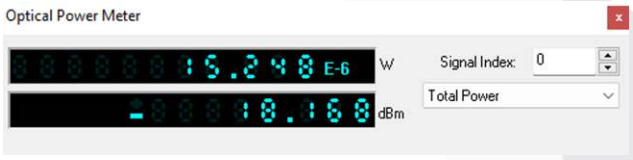
GAMBAR 12.
Downstream Terjauh

Berikut adalah Tabel 7 menunjukkan perbandingan hasil perhitungan LPB *Downstream* jalur 2 dengan menghitung matematis dan hasil simulasi.

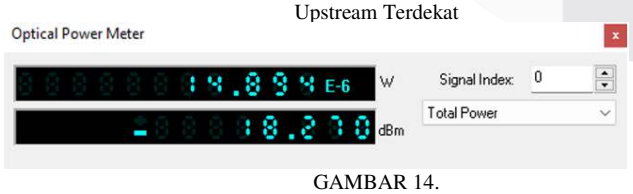
TABEL 7. Hasil LPB *Downstream* Jalur 2

Skenario	Target	Perhitungan Matematis	Simulasi	Selisih
Jarak Terdekat (0,35 km)	≥ −28,0	-18,276 dBm	-18,468 dBm	0,192 dBm
Jarak Terjauh (0,86 km)		-18,41 dBm	-18,570 dBm	0,16 dBm

11. Jalur 2 *Upstream*



GAMBAR 13.
Upstream Terdekat



GAMBAR 14.
Upstream Terjauh

Berikut adalah Tabel 8 menunjukkan perbandingan hasil perhitungan LPB *Upstream* jalur 2 dengan menghitung matematis dan hasil simulasi.

TABEL 8.
Hasil LPB *Upstream* Jalur 2

Skenario	Target	Perhitungan Matematis	Simulasi	Selisih
Jarak Terdekat (0,35 km)	≥ −28,0	-18,3 dBm	-18,168 dBm	0,132 dBm
Jarak Terjauh (0,86 km)		-18,47 dBm	-18,270 dBm	0,2 dBm

C. Perhitungan *Rise Time Budget* (RTB)

Dengan menggunakan rumus (3) dan (4) dan mengacu pada standar ketetapan tabel 2.

12. Jalur 1
    - *Downstream*

t_f = (0,01364) x (1) x (1,049)
= 0,01430836 ns

$t_{sys} = \sqrt{0{,}15^2 + 0{,}2^2 + 0{,}01430836^2}$
= 0,25040 ns
= 0,25 ns

    - *Upstream*

t_f = (0,0035) x (1) x (1,049)
= 0,003815 ns

$t_{sys} = \sqrt{0{,}15^2 + 0{,}2^2 + 0{,}003815^2}$
= 0,25002 ns
= 0,25 ns

13. Jalur 2
    - *Downstream*

t_f = (0,01364) x (1) x (0,86)
= 0,0117304 ns

$t_{sys} = \sqrt{0{,}15^2 + 0{,}2^2 + 0{,}0117304^2}$
= 0,25027 ns
= 0,25 ns

    - *Upstream*

t_f = (0,0035) x (1) x (0,86)
= 0,00301 ns

$t_{sys} = \sqrt{0{,}15^2 + 0{,}2^2 + 0{,}00301^2}$
= 0,25001 ns
= 0,25ns

Setelah mendapatkan hasil perhitungan untuk t_{sys} dari masing jalur, selanjutnya menghitung t_r, tujuan dari menghitung t_r adalah untuk agar mengetahui dalam perancangan akan menggunakan modulasi NRZ atau RZ yang dimana syaratnya adalah $t_{sys} < t_r$.

14. NRZ

- Bit rate *Downstream*

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

- Bit rate *Upstream*

t_r = 0,7/BR
$= \frac{0{,}7}{1{,}25 \times 10^9}$
= 0,56 ns

15. RZ

- Bit rate *Downstream*

t_r = 0,35/BR

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

- Bit rate *Upstream*

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

Berikut adalah Tabel 9 menunjukkan hasil perhitungan RTB pada jalur 1.

TABEL 9.
Hasil RTB Jalur 1

	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

Berikut adalah Tabel 10 menunjukkan hasil perhitungan RTB pada jalur 2.

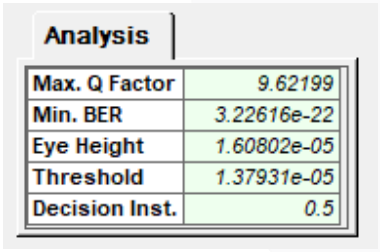
TABEL 10.
Hasil RTB Jalur 2

	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

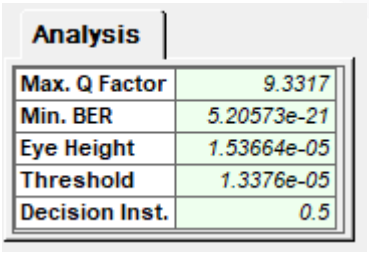
D. *Q-factor* dan *Bit Error Rate* (BER)

Berikut adalah hasil perhitungan yang didapat dari metode perhitungan simulasi OptiSystem.

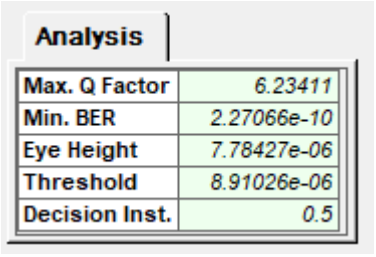
- Berikut adalah gambar untuk hasil Simulasi *Q-factor* dan *Bit Error Rate* untuk *Downstream* dan *Upstream* jalur 1.



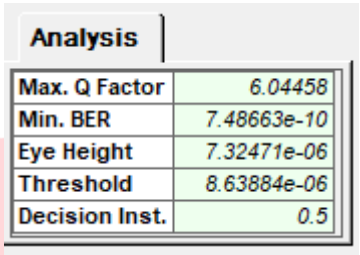
GAMBAR 15.
Downstream jalur 1 terdekat



GAMBAR 16.
Downstream jalur 1 terjauh

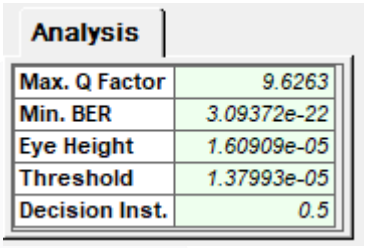


GAMBAR 17.
Jalur 1 Upstream dekat

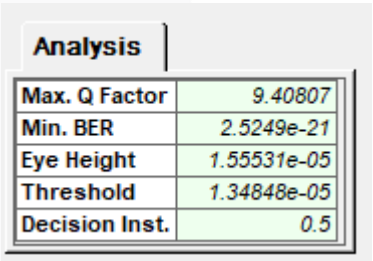


GAMBAR 18. J
alur 1 Upstream Jauh

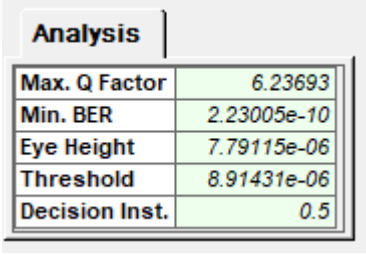
- Berikut adalah gambar untuk hasil Simulasi *Q-factor* dan *Bit Error Rate* untuk *Downstream* dan *Upstream* jalur 2.



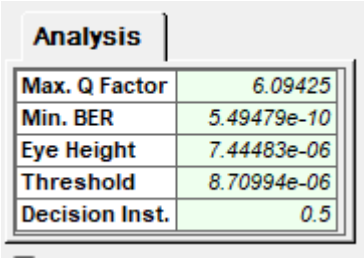
GAMBAR 19.
Jalur 2 Downstream dekat



GAMBAR 20.
Jalur 2 Downstream dekat



GAMBAR 21.
Jalur 2 Upstream dekat



GAMBAR 22.
Jalur 2 Upstream jauh

V. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan jaringan akses FTTH software Optisystem yang telah dilakukan Dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa di Perumahan Akbar Asri perancangan FTTH dengan teknologi GPON yang membutuhkan 1 unit OLT , 1 unit ODC, dan 12 ODP pada jalur 1 dan 9 ODP pada jalur 2 unit ODP bertipe pole Berdasarkan proses pendesainan dan pengukuran, terdapat 2 jalur pendistribusian. Dengan jarak antara OLT dan ODC menggunakan Google Earth adalah sekitar 0,29 Km. Dari total jarak tersebut, didapatkan bahwa jarak terdekat dari ODC ke ODP adalah untuk jalur 1 adalah 0,04 Km dan untuk jalur 2 sebesar 0,03 Km, dan untuk jarak terjauhnya adalah untuk jalur 1 adalah 0,72 Km dan untuk jalur 2 sebesar 0,54 Km. Total jarak dari OLT ke ONT adalah untuk jalur 1 adalah 0,36 Km untuk jarak terdekat dan 1,049 Km untuk jarak terjauh dan untuk total jarak dari OLT ke ONT untuk jalur 2 yang terdekat adalah 0,35 Km dan untuk jarak yang terjauh 0,86 Km. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa LPB jalur 1 adalah -18,278 dBm untuk gelombang downstream jarak terdekat dan -18,46 dBm untuk jarak terjauh. Sementara itu, LPB adalah -18,304 dBm untuk gelombang upstream pada jarak terdekat, dan -18,52 dBm untuk jarak terjauh. Sedangkan untuk Jalur 2, didapatkan hasil perhitungan untuk downstream jarak terdekat sebesar -18,276 dBm, dan -18,41 dBm untuk jarak terjauh. Dan untuk gelombang upstream jarak terdekat sebesar -18,3 dBm dan -18,47 dBm untuk jarak terjauh. Berdasarkan perhitungan RTB, modulasi yang digunakan adalah NRZ karena nilai tsys harus lebih kecil dari tr. Nilai tersebut sudah sesuai untuk 0,56 ns upstream dan 0,29 downstream sesuai dengan standar yang ditetapkan. Hasil Q-factor dan BER juga sudah memenuhi standar kelayakan yang ditetapkan, dengan Q-factor >6 dan BER yang sebanding dengan nilai 10^-9. Perbedaan perhitungan antara kedua metode dapat terjadi karena keterbatasan perangkat yang digunakan dalam simulasi, baik dari segi perangkat lunak maupun keras.

REFERENSI

[1] dan P. B. Fadillah Haris, Nachwan M. A., “Perancangan Jaringan Fiber To The Home Dengan Teknologi 10-Gigabit-Capable Passive Optical Network Di,” pp. 1–6, 2022.

[2] D. Dunggio, B. P. Asmara, and S. Abdussamad, “Perancangan Jaringan Distribusi FTTH Menggunakan Teknologi GPON Di Perumahan Griya Dulomo Indah,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 28–33, 2021, doi: 10.37905/jjeee.v3i2.10073.

[3] P. Azwar, E. H. Putra, and R. Susanti, “Analisis Simulasi Rancangan Jaringan Fiber Optik Untuk Internet Kampus Politeknik Caltex Riau Menggunakan OptiSystem,” *JAE Politek. Caltex Riau*, vol. 1, no. 2, pp. 1–9, 2010.

[4] 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.

[5] U. M. D. E. C. D. E. Los, “Analisis Jaringan FTTH (Fiber to the Home) di Perumahan Maton House, Pekanbaru Andreas*,” pp. 1–8.