

PERANCANGAN JARINGAN FTTH PADA LOKASI PERUMAHAN ROSALIE HILLS CIMAH

1stAditya Rahmandhika
Prodi D3 Teknologi Telekomunikasi
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
rahmandhikaaditya1927@gmail.com

2ndTri Nopiani Damayanti, S.T., M.T.
Prodi D3 Teknologi Telekomunikasi
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
damayanti@tass.telkomuniversity.a
c.id

3rdWahyu Setiaji, S.
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Fakultas Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
nicowahyu29@gmail.com

Abstrak — Dengan meningkatnya kebutuhan akan jaringan komunikasi yang cepat dan luas, PT. Telkom Akses Cimahi merancang jaringan FTTH dengan teknologi GPON pada Perumahan Rosalie Hills, Cimahi. Proyek ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan dan performa sistem FTTH dengan menganalisis parameter *power link budget*, *rise time budget*, dan BER. Perhitungan dilakukan dengan dua cara, yaitu secara manual dan dengan menggunakan *OptiSystem*. Hasil perhitungan manual menunjukkan bahwa total redaman downstream pada ONT terjauh adalah -16,960 dB, sedangkan redaman upstream mencapai 13,960 dB. Simulasi menghasilkan redaman downstream sebesar -20,186 dB dan upstream sebesar -7,733 dBm. Untuk Rise Time Budget, batas waktu untuk upstream adalah 0,26382 ns dengan pengkodean NRZ dan 0,01638 ns dengan pengkodean RZ. Dari sisi performa sistem, simulasi *OptiSystem* menunjukkan BER upstream sebesar 0 dan downstream sebesar $1,22965e-011$, yang memenuhi batas minimum optik yaitu 10^{-9} . Berdasarkan hasil perhitungan manual dan simulasi, jaringan FTTH di Rosalie Hills dinyatakan layak diimplementasikan karena semua parameter memenuhi standar kelayakan jaringan FTTH.

Kata kunci — FTTH, Power link budhet, BER, Opti System

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada era modern, bersama dengan adanya peningkatan kebutuhan masyarakat akan jaringan komunikasi yang cepat dan luas dengan kapasitas *bandwidth* besar, mendorong pengembangan jaringan untuk meningkatkan kualitas layanan. Pengguna saat ini menginginkan jaringan yang andal dan efisien. Kabel tembaga tidak lagi mampu mentransmisikan *bandwidth* dalam jumlah besar, sehingga serat optik menjadi solusi ideal untuk memenuhi kebutuhan akan transmisi *bandwidth* yang tinggi [1].

Kapasitas *bandwidth* dapat ditingkatkan melalui modernisasi jaringan untuk mendukung layanan multimedia berupa data, suara, dan video. Modernisasi yang dapat

dilakukan yaitu pemilihan serat optik sebagai media transmisi. Spesifikasi serat optik antara lain adalah *bandwidth* yang besar, rugi-rugi rendah, biaya terjangkau, ringan, serta memiliki ketahanan pada interferensi elektromagnetik dan suara. Dalam komunikasi, serat optik dapat digunakan untuk infrastruktur jaringan *Fiber to the Home* (FTTH) ke rumah pelanggan. FTTH merupakan jaringan penting akibat tingginya kebutuhan internet yang berbanding lurus dengan peningkatan kepadatan penduduk. Selain itu, FTTH mendukung program *Indonesia Digital Network* (IDN) oleh pemerintah Indonesia [2].

Dalam Proyek Akhir ini, dirancang dan diimplementasikan jaringan FTTH menggunakan teknologi *Gigabit-Capable Passive Optical Network* (GPON) di kawasan Perumahan Rosalie Hills, Cimahi. Selain itu, dilakukan analisis terhadap parameter kelayakan dan performa sistem FTTH yang dirancang. Parameter kelayakan yang dianalisis meliputi *power link budget*, *rise time budget*, dan *bit error rate* (BER). Parameter-parameter ini dihitung secara manual dan dengan *software Optiwave System* (*OptiSystem*) agar dapat dianalisis dan dibandingkan. Khusus untuk parameter BER, analisis dilakukan melalui simulasi jaringan FTTH menggunakan *OptiSystem*.

II. KAJIAN TEORI

A. FTTH

Jaringan FTTH menghubungkan pelanggan secara langsung ke kantor pusat (POP) menggunakan serat optik. Serat optik menyediakan layanan melalui node yang dilengkapi perangkat aktif.

B. Power Link Budget

Power link budget digunakan untuk melakukan perhitungan daya yang dibutuhkan agar penerima mendapatkan level daya yang lebih tinggi daripada sensitivitas minimum. Perhitungan ini bertujuan untuk memastikan bahwa komponen dan parameter perancangan mampu menghasilkan daya sinyal yang cukup hingga mencapai pelanggan, sesuai dengan persyaratan kinerja yang ditetapkan [3].

$$\alpha_t = (L \times \alpha_{\text{serat}}) + (N_c \times \alpha_c) + (N_s \times \alpha_s) + SP \quad (2.1)$$

Kemudian, margin daya dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$M = (P_t - P_r) - \alpha_t - SM \quad (2.2)$$

Selanjutnya, *Optical Network Terminal* (ONT) pada sisi pelanggan dapat menerima nilai daya menggunakan persamaan berikut.

$$P_{rx} = P_{tx} - \alpha_t \quad (2.3)$$

C. Rise Time Budget

Pada suatu link serat optik, batas dispersi dapat ditentukan dengan *rise time budget*. *Rise time budget* merupakan metode analisis pada sistem transmisi digital. Perhitungan *rise time budget* dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$T_{total} \sqrt{T_{tx}^2 + T_{material}^2 + T_{intermodal}^2} + T_{rx}^2 \quad (2.4)$$

D. OptiSystem

OptiSystem merupakan *software* simulasi pemodelan optik. *OptiSystem* memiliki antarmuka pengguna grafis (GUI) yang lengkap, mencakup tata letak proyek, daftar, model, serta tampilan grafik setiap komponennya. Perpustakaan *OptiSystem* terdiri dari komponen aktif dan pasif yang disesuaikan dengan parameter panjang gelombang yang digunakan [5].

E. Google Earth

Perancangan dilakukan dengan *software Google Earth*. *Google Earth* mengambil gambar satelit yang dapat digunakan untuk menampilkan sketsa jalan, kondisi geografis, serta data spesifik terkait lokasi atau tempat tertentu [6].

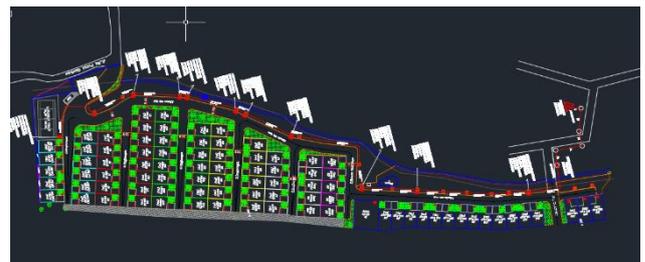
Saat ini, Perumahan Rosalie Hills masih dalam tahap pembangunan. Pada Gambar 2, Penentuan lokasi untuk pembangunan jaringan FTTH dilakukan dengan menggunakan *Google Earth*.



Gambar 2 Boundary Perumahan Rosalie Hills

C. Pengumpulan Data

Informasi terkait Perumahan Rosalie Hills dikumpulkan pada tahap pengumpulan data. Pada perumahan seperti terlihat pada Gambar 3, tercatat sebanyak 85 unit rumah.

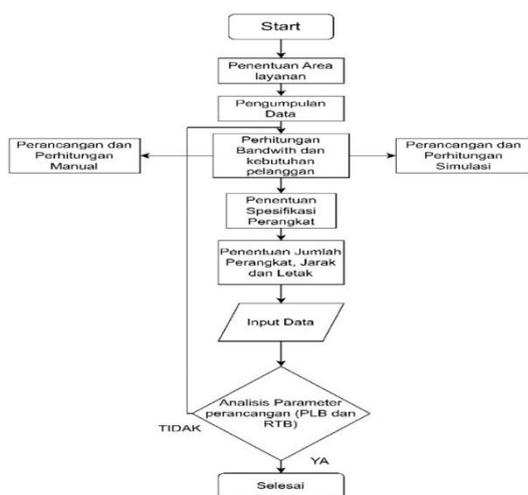


Gambar 3 Jumlah Rumah Pada Rosalie Hills Cimahi

III. METODE

A. Diagram Alur

Perancangan jaringan FTTH ditampilkan pada Gambar 1. Proses ini mencakup penentuan lokasi, survei lokasi, pengumpulan data, perancangan jaringan menggunakan *Google Earth* dan *OptiSystem*, perhitungan *power link budget*, *rise time budget*, dan BER, serta analisis pada perhitungan dan simulasi menggunakan *OptiSystem*.



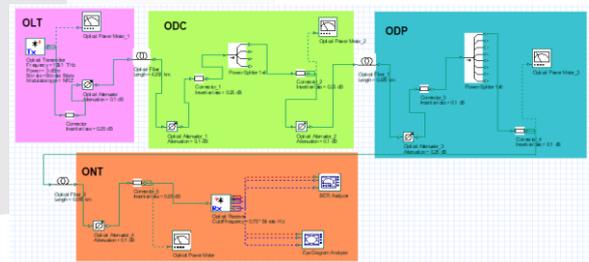
Gambar 1 Flowchart Perancangan Sistem

B. Penentuan Area Layanan

Area yang menjadi fokus Proyek Akhir ini adalah Perumahan Rosalie Hills yang terletak di Cimahi, Jawa Barat.

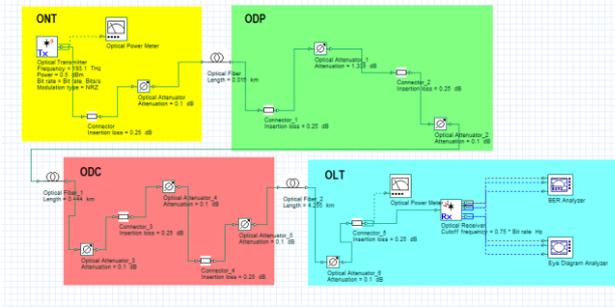
D. Perancangan dan Perhitungan Power Link Budget Simulasi

Power link budget dihitung melalui simulasi *OptiSystem*. Adapun hasil simulasi adalah sebagai berikut.



Gambar 4 Simulasi ONT Terjauh (Downstream)

Gambar 4 menunjukkan simulasi *power link budget* untuk arah *downstream*. Dalam gambar tersebut, blok ungu mewakili *Optical Line Terminal* (OLT), yang berfungsi mengkonversi sinyal elektrik menjadi sinyal optik dan menyediakan layanan *triple play*. OLT ini mengeluarkan daya sebesar 3 dBm.



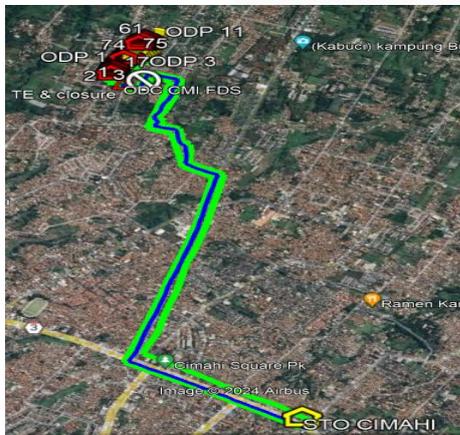
Gambar 5 Simulasi ONT Terjauh (Upstream)

Pada Gambar 5, simulasi *power link budget* untuk arah *upstream* menunjukkan bahwa blok kuning menampilkan ONT, dapat berfungsi sebagai pengubah sinyal elektrik menjadi sinyal optik dan menyediakan layanan *triple play* di sisi pelanggan. Daya pancar ONT diatur sebesar 0,5 dBm.

Simulasi tersebut juga menunjukkan bahwa output daya dari ONT setelah mengalami redaman oleh konektor sebesar 0,25 dB adalah -2,096 dBm. Blok hijau di gambar tersebut menunjukkan *Optical Attenuator* yang menggantikan fungsi *splitter* 1:8, karena untuk arah *upstream* hanya menggunakan satu saluran *splitter* dengan nilai redaman sebesar 1,335 dB.

Pada blok pink di Gambar 5, simulasi menunjukkan ODC menggantikan *splitter* 1:4 dengan *Optical Attenuator*, karena arah *upstream* hanya memerlukan satu saluran *splitter* dengan nilai redaman 1,228 dB. Sementara itu, pada blok biru terlihat simulasi OLT, yang merupakan perangkat aktif yang mengkonversi sinyal optik menjadi sinyal elektrik dan berfungsi sebagai *multiplexer*.

B. PENENTUAN LETAK DAN JARAK LOKASI PERANCANGAN FTTH



Gambar 6 Peta Lokasi Perancangan FTTH Menggunakan Google Earth

Gambar 6 menunjukkan perancangan jalur kabel menggunakan aplikasi *Google Earth* dari Sentral Telepon Otomatis (STO) Cimahi menuju Perumahan Rosalie Hills Cimahi. Jarak jalur kabel dari STO Cimahi ke Perumahan

Rosalie Hills Cimahi adalah 4,731 kilometer, dengan kabel melewati tiang yang telah ada sebelumnya.



Gambar 7 Titik Lokasi ODP Pedestal

Gambar 7 menunjukkan skema penempatan titik *Optical Distribution Point* (ODP) serta jalur kabel distribusi dari *Optical Distribution Cabinet* (ODC) menuju titik ODP, yang telah digambar menggunakan aplikasi *AutoCAD*.



Gambar 8 Peta Lokasi dan Jalur Distribusi

Gambar 8 menampilkan skema jalur kabel distribusi dari ODC menuju ODP pertama di Perumahan Rosalie Hills Cimahi, yang digambar menggunakan aplikasi *Google Earth*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Perbandingan *Downstream* dan *Upstream*

TABEL 1 Perhitungan *Downstream*

User	Jarak	α_{tot}	P_{rx}	
			Manual	Simulasi
$ONT_{(terdekat)}$	4,411 km	13,901 dB	-16,901 dBm	-20,050 dBm
$ONT_{(menengah)}$	4,605 km	13,939 dB	-16,939 dBm	-20,125 dBm
$ONT_{(terjauh)}$	4,731 km	13,960 dB	-16,960 dBm	-20,186 dBm

TABEL 2 Perhitungan *Upstream*

User	Jarak	α_{tot}	P_{rx}	
			Manual	Simulasi
$ONT_{(terdekat)}$	4,411 km	13,901 dB	-19,412 dBm	-7,594 dBm
$ONT_{(menengah)}$	4,605 km	13,939 dB	-19,439 dBm	-7,648 dBm
$ONT_{(terjauh)}$	4,731 km	13,960 dB	-19,46 dBm	-7,698 dBm

Pada Tabel 1 dan Tabel 2, tidak terdapat perbedaan signifikan antara perhitungan manual dan hasil perhitungan menggunakan perangkat lunak *OptiSystem*. Untuk jarak terjauh, perhitungan manual menunjukkan redaman *downstream* sebesar -16,960 dBm dan redaman *upstream* sebesar -19,46 dBm, sementara perhitungan dengan

OptiSystem menghasilkan redaman *downstream* sebesar -20,186 dBm dan redaman *upstream* sebesar -7,698 dBm.

Batasan dispersi tautan serat optik dapat ditentukan dengan menggunakan analisis *rise time budget*. Dua jenis pengkodean, *Non-Return to Zero (NRZ)* dan *Return to Zero (RZ)*, terlibat dalam peningkatan *budget* waktu. ONT terjauh, berjarak 4,708 km, digunakan untuk menghitung waktu naik *budget*. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

- **T Intramodal Downstream:**

$$T_{system} = \sqrt{T_x^2 + T_{Intramodal}^2 + T_{Intramodal}^2 + Trx^2}$$

$$T_{system} = \sqrt{(0,15^2) + (0,01638^2) + (0^2) + (0,2)^2}$$

$$T_{system} = 0,25053 \text{ ns}$$

- **T Intramodal Upstream:**

$$T_{system} = \sqrt{T_x^2 + T_{Intramodal}^2 + T_{Intramodal}^2 + Trx^2}$$

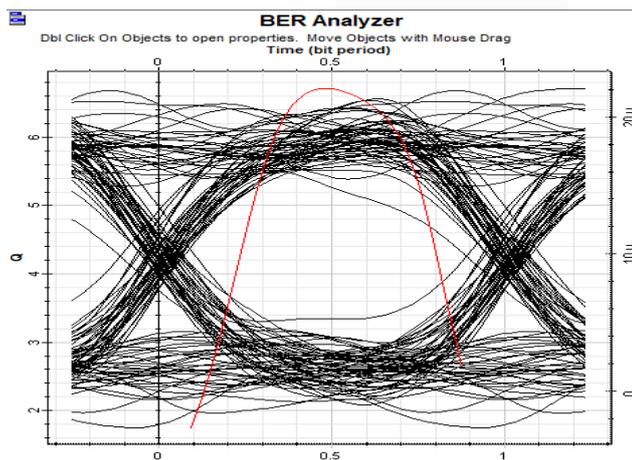
$$T_{system} = \sqrt{(0,15^2) + (0,08424^2) + (0^2) + (0,2)^2}$$

$$T_{system} = 0,26381 \text{ ns}$$

Berdasarkan perhitungan, nilai pengkodean NRZ sebesar 0,26382 ns dan nilai pengkodean RZ sebesar 0,01638 ns. Nilai-nilai berada di bawah batas waktu maksimum pengkodean NRZ sebesar 0,5267 ns. Sehingga, sistem *downstream* dan *upstream* telah memenuhi *rise time budget*.

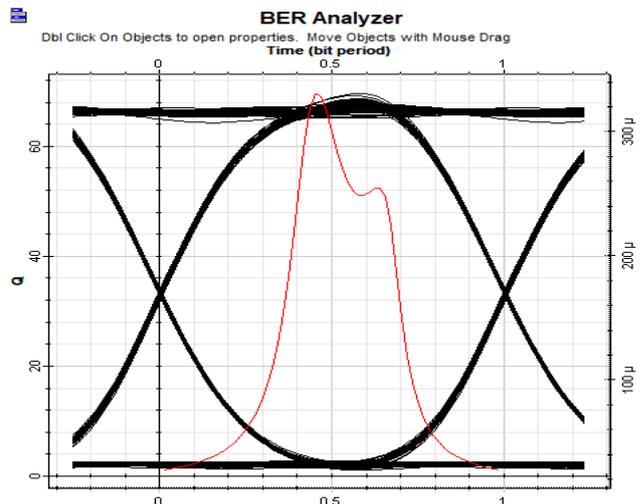
B. Analisis Perhitungan BER

BER pada perancangan dapat dihitung dan dilakukan dengan *OptiSystem*. Untuk mendapatkan hasil yang realistis, semua elemen perangkat saat simulasi disesuaikan dengan *OptiSystem*. Simulasi ini mencakup link terjauh ke bawah dan ke atas.



Gambar 9 Hasil pengukuran BER jarak terjauh (*downstream*)

Gambar 9 merupakan hasil grafik dari simulasi menggunakan aplikasi *optisystem* untuk pengukuran BER jarak jauh *downstream*.



Gambar 10 Hasil Pengukuran BER (*Upstream*)

Gambar 10 merupakan hasil grafik dari simulasi menggunakan aplikasi *OptiSystem* untuk pengukuran BER jarak jauh *upstream*.

V. KESIMPULAN

Dalam penelitian Proyek Akhir ini, dilakukan analisis terhadap jaringan FTTH dengan perhitungan parameter *link power budget*, *rise time budget*, dan BER. Redaman terbesar untuk *downstream* yaitu sebesar 13,960 dB, dengan nilai Prx perhitungan manual sebesar -16,960 dB dan simulasi sebesar -20,161 dB. Hasil perhitungan tersebut memenuhi standar PT. Telkom Akses, yaitu sebesar 28 dB, dan berada di bawah batas daya maksimum, yaitu sebesar -28 dB. Selain itu, hasil perhitungan BER untuk arah *downstream* dari perangkat lunak *OptiSystem* adalah $9,81824 \times 10^{(-12)}$. Dengan standar BER sebesar $10^{(-9)}$, maka nilai *downstream* yang lebih kecil dibandingkan standar BER termasuk dalam kategori ideal. Pengukuran BER untuk arah *upstream* menunjukkan hasil 0, yang menandakan performa sistem link upstream sangat baik. Jaringan FTTH ini juga efisien karena memungkinkan penggunaan layanan *triple play* (telepon, internet, dan IPTV) dengan hanya satu ONT/modem di sisi pelanggan. Dalam perancangan ini, dibutuhkan sejumlah perangkat seperti 1 unit OLT, 1 unit ODC, 11 unit ODP, 85 unit ONT, 3 unit *passive splitter* 1:4, dan 11 unit *passive splitter* 1:8.

REFERENSI

[1] A. Setiawan and W. Sulistyono, "Analisis Jaringan Fiber To The Home Berbasis Teknologi Gigabit Passive Optical Network Dan Penghitungan Downstream Untuk Menentukan Standar Kelayakan Jaringan (Studi Kasus Perumahan Wirosaban Baru)," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 8, no. 4, pp. 2212–2223, Dec. 2021.

[2] S. Ridho *et al.*, "Perancangan Jaringan Fiber to the Home (FTTH) pada Perumahan di Daerah Urban (Fiber to the Home (FTTH) Network Design at Housing in Urban Areas)," 2020.

[3] B. B. Rijadi, M. Yunus, and S. N. Ariyani, "Analisis Power Link Budget Mini Point Of Presence (POP) Dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON)," 2021.

[4] J. A. Rahman, S. T. Hafidudin, P. D3, and T. Telekomunikasi, "PERANCANGAN JARINGAN AKSES FIBER TO THE HOME (FTTH) DENGAN TEKNOLOGI GIGABIT-CAPABLE PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON) DI DAERAH SARIRASA 3 KELURAHAN LEDENG KECAMATAN CICADAP SARIJADI BANDUNG DALAM PROYEK TITO DI PT. INTI," *e-Proceeding of Applied Science*, vol. 3, no. 2, pp. 1075–1093, Aug. 2017.

[5] A. L. B. C. Barus, Hafidudin, and Putra Dane Kurnia, "PERANCANGAN JARINGAN AKSES FIBER TO THE HOME MENGGUNAKAN TEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK DI GARDEN VILLAS RESIDENCE BANDUNG," *e-Proceeding of Applied Science*, vol. 2, no. 3, pp. 1397–1404, Dec. 2016.

[6] M. A. Adam and Y. Saragih, "PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) UNTUK WILAYAH PERUMAHAN PERUM BUMI KOTABARU INDAH CIKAMPEK MENGGUNAKAN APLIKASI GOOGLE EARTH PRO," *Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik*, vol. 11, no. 2, 2022.

