Perancangan Jaringan *Fiber To The Building* Untuk Mendukung Jaringan Komunikasi Pada Gedung Tokong Nanas Di Telkom University

1st Zaki Nurrahman Purwanto
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
zakinurrahmanp@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Akhmad Hambali
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
ahambali@telkomuniversity.ac.id

3rd Rizky Satria
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
satria.riz2007@gmail.com

***Abstrak* — Perkembangan infrastruktur telekomunikasi menuntut penerapan teknologi jaringan yang mampu memberikan kecepatan tinggi, stabilitas transmisi, dan dukungan terhadap berbagai layanan digital. Gedung Tokong Nanas di Telkom University merupakan pusat kegiatan akademik, penelitian, dan administrasi yang memerlukan sistem distribusi jaringan yang andal. Penelitian ini bertujuan merancang jaringan *Fiber to the Building* (FTTB) untuk mendukung kebutuhan tersebut. Tahapan perancangan meliputi analisis kebutuhan pengguna, pemetaan jalur serat optik dari pusat jaringan hingga titik layanan menggunakan perangkat lunak *SketchUp*, serta analisis performa sistem dengan perangkat lunak *OptiSystem*. Evaluasi dilakukan menggunakan parameter *Link Power Budget* (LPB), *Signal-to-Noise Ratio* (SNR), *Q-Factor*, *Bit Error Rate* (BER), dan *Rise Time Budget* (RTB) mengacu pada standar ITU-T G.984.2, yaitu daya terima ≥ -28 dBm, SNR ≥ 22 dB, *Q-Factor* ≥ 6, BER ≤ 10^{-9}, dan RTB ≤ 70 ps. Hasil analisis menunjukkan bahwa semua parameter yang diuji berada pada nilai yang memenuhi, sehingga rancangan FTTB ini dinyatakan sesuai dengan standar ITU-T G.984.2.**

***Kata kunci*— Fiber To The Building, Gedung Tokong Nanas, ITU T -G.984.2, Telkom University, Telekomunikasi**

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telekomunikasi mendorong kebutuhan infrastruktur jaringan yang mampu memberikan koneksi stabil dan mendukung pertukaran data dalam jumlah besar. Gedung Tokong Nanas di Telkom University merupakan salah satu pusat kegiatan akademik, penelitian, dan administrasi yang memerlukan sistem distribusi jaringan dengan kinerja optimal. Penerapan teknologi *Fiber to the Building* (FTTB) menjadi langkah penting untuk memastikan ketersediaan layanan telekomunikasi yang handal di seluruh area Gedung [1]. Penelitian ini dilakukan untuk merancang jaringan FTTB di Gedung Tokong Nanas dengan mempertimbangkan kebutuhan pengguna dan konfigurasi bangunan, serta melakukan evaluasi performa menggunakan perangkat lunak *SketchUp* untuk pemetaan jalur dan *OptiSystem* untuk pengujian parameter teknis. Perancangan ini diharapkan dapat menghasilkan jaringan yang memenuhi standar kualitas, meminimalkan potensi gangguan, dan mendukung kelancaran aktivitas kampus.

II. KAJIAN TEORI

A. *Fiber Optic*

Fiber optic merupakan media transmisi berkecepatan tinggi yang menggunakan cahaya dari LED atau laser untuk mentransmisikan informasi melalui prinsip pembiasan dan pemantulan cahaya di dalam inti serat. Serat optik terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu *core*, *cladding*, dan *coating*. *Core* berfungsi sebagai jalur utama perambatan cahaya dengan indeks bias tinggi, sedangkan *cladding* memantulkan cahaya agar tetap merambat di dalam inti melalui perbedaan indeks bias. *Coating* berfungsi melindungi serat dari kerusakan mekanis[2].

B. Sistem Komunikasi *Fiber Optic*

Sistem komunikasi serat optik adalah metode transmisi data yang memanfaatkan gelombang cahaya sebagai media penghantar, dengan kapasitas sangat tinggi berkat lebar pita (*bandwidth*) yang besar. Sinyal listrik dari perangkat pengirim diubah menjadi sinyal cahaya, kemudian ditransmisikan melalui kabel *fiber optic* dan diubah kembali menjadi sinyal listrik oleh perangkat penerima. Proses ini memanfaatkan prinsip pemantulan total cahaya di dalam serat optik untuk memastikan pengiriman data yang efisien dari satu titik ke titik lain[3].

C. *Fiber to the Building* (FTTB)

Fiber to the Building (FTTB) adalah teknologi akses jaringan berbasis *fiber optic* yang membawa sinyal optik hingga ke gedung pelanggan. Dalam implementasinya, fiber optic dihubungkan ke *Mini Optical Line Terminal* (Mini OLT) yang ditempatkan di ruang pusat gedung, dan didistribusikan menggunakan *Optical Termination Box* (OTB) untuk membagi jalur fiber ke perangkat distribusi berikutnya.

Dari OTB, konektivitas dapat dilanjutkan menggunakan kabel LAN atau sistem distribusi Wi-Fi untuk melayani pengguna di seluruh lantai gedung. FTTB memiliki keunggulan seperti kapasitas bandwidth yang besar, latensi

rendah, keandalan tinggi, dan fleksibilitas untuk integrasi layanan seperti internet. Infrastruktur FTTB pada Gedung Tokong Nanas di Telkom University dirancang untuk mendukung kebutuhan komunikasi data yang padat dan stabil, sesuai standar teknis jaringan modern[4].

D. *SketchUp*

SketchUp adalah perangkat lunak desain 3D yang dikembangkan untuk memodelkan berbagai objek dan bangunan dengan presisi tinggi. Aplikasi ini menyediakan antarmuka yang intuitif sehingga memudahkan pengguna dalam membuat, memodifikasi, dan memvisualisasikan model tiga dimensi. Fitur utamanya meliputi pembuatan denah bangunan, pengukuran dimensi, penempatan komponen arsitektural, serta integrasi dengan Google 3D *Warehouse* untuk mengunduh atau mengunggah model.

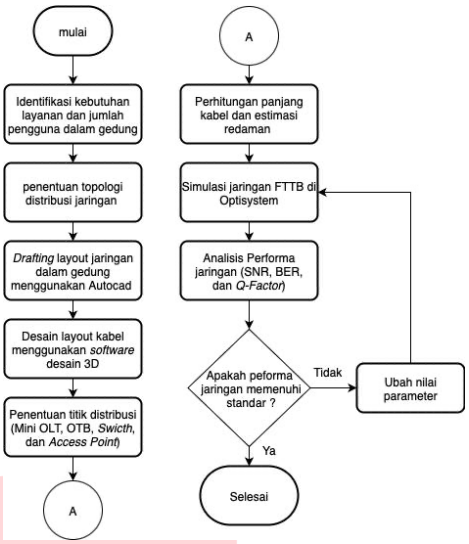
Dalam perancangan FTTB pada Gedung Tokong Nanas, *SketchUp* digunakan untuk membuat model tiga dimensi gedung, memvisualisasikan penempatan perangkat jaringan, serta membantu perencanaan jalur instalasi kabel *fiber optic* secara lebih akurat[5].

E. *OptiSystem*

OptiSystem adalah perangkat lunak yang dikembangkan oleh *Optiwave* untuk merancang dan mensimulasikan berbagai jenis jaringan *fiber optic*. Perangkat ini menyediakan library berisi berbagai komponen seperti *Optical Power Meter* (OPM) untuk mengukur kehilangan daya dan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) untuk mendeteksi gangguan atau menganalisis kondisi serat optik. Selain itu, *OptiSystem* mendukung perhitungan link budget dan rise time budget guna mengevaluasi performa jaringan optik. Dalam perancangan FTTB Gedung Tokong Nanas, *OptiSystem* digunakan untuk memodelkan jalur transmisi, menghitung redaman, dan memastikan kualitas sinyal sesuai standar[6].

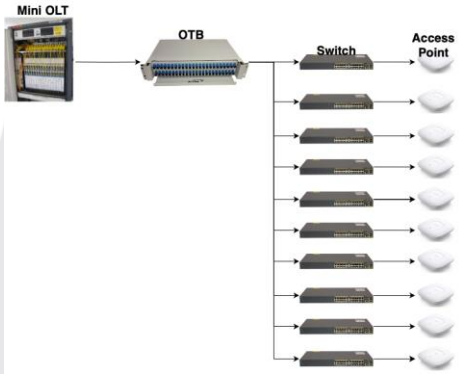
III. METODE

Penelitian ini diawali dengan pemodelan jalur dan penempatan perangkat menggunakan *SketchUp* untuk memperoleh jarak instalasi. Perangkat yang digunakan meliputi Mini OLT dan OTB. Data jarak kemudian dianalisis di *OptiSystem* untuk menghitung *Link Power Budget* (LPB), SNR, *Q-Factor*, BER, dan *Rise Time Budget* (RTB)



Gambar 1 Diagram alur perancangan jaringan

Pada gambar 1 penelitian ini diawali dengan tahap identifikasi kebutuhan layanan dan jumlah pengguna gedung untuk mengetahui kapasitas jaringan yang dibutuhkan. Selanjutnya dilakukan penentuan topologi distribusi jaringan sebagai acuan perancangan. Tahap berikutnya adalah drafting layout gedung menggunakan *SketchUp* untuk memvisualisasikan jalur kabel dan penempatan perangkat jaringan. Setelah itu dilakukan penentuan titik distribusi yang meliputi *Mini* OLT, OTB, *Switch*, dan *Access Point* pada lokasi strategis. Kemudian dilakukan perhitungan panjang kabel berdasarkan hasil pengukuran pada layout yang telah dibuat. Tahap terakhir adalah simulasi jaringan FTTB di *OptiSystem* untuk menganalisis performa jaringan dengan parameter SNR dan *Q-Factor*, yang hasilnya digunakan untuk menentukan kelayakan desain.



Gambar 2 Desain sistem jaringan Fiber To The Building

Gambar 2 desain jaringan yang digunakan adalah *Fiber to the Building* (FTTB). Sinyal *fiber optic* dari penyedia layanan masuk ke *Mini Optical Line Terminal* (Mini OLT) yang ditempatkan di ruang pusat gedung. Dari Mini OLT, sinyal diteruskan ke *Optical Termination Box* (OTB) yang berfungsi sebagai titik pembagi jalur fiber. Selanjutnya, sinyal disalurkan ke *Switch* dan kemudian ke *Access Point* untuk digunakan oleh pengguna di dalam gedung. Topologi ini dipilih agar distribusi sinyal dapat terorganisir dengan baik dan menjaga kualitas koneksi di seluruh area Gedung Tokong Nanas.

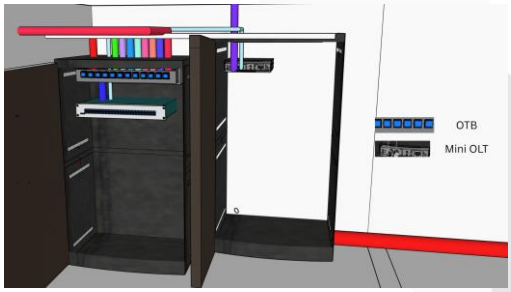
Tabel 1 Parameter layanan Fiber To The Building

FTTB Requirements	KPI's Wi-Fi 6	Target Value
Media Transmisi	Fiber Optik Single Mode	Single Mode (OS2)
Rise Time Budget	RZ or NRZ	NRZ
Link Power Budget (LPB)	-28 dBm	≥ -28 dBm
Q-Factor	6	≥ 6
Bit Eror Rate (BER)	10^{-9}	$\geq 10^{-9}$
Signal-to-Noise Ratio (SNR)	22 dB	≥ 22 dB

Tabel 1 menunjukan parameter teknis yang digunakan dalam perancangan jaringan *Fiber To The Building* berdasarkan ITU-T G.984.2[7]

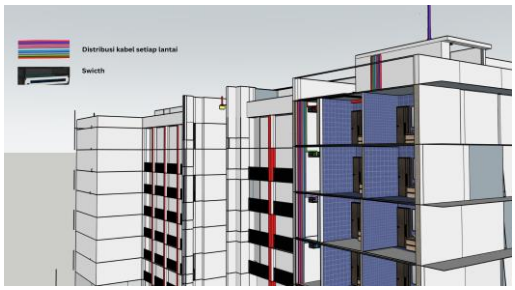
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jaringan *Fiber to the Building* (FTTB) di Gedung Tokong Nanas dirancang dengan menghubungkan *fiber optic* dari penyedia layanan ke *Mini* OLT di ruang pusat gedung. Sinyal diteruskan ke OTB sebagai titik pembagi ke setiap lantai melalui *Switch*, lalu ke *Access Point* untuk pengguna. Kabel *fiber optic single mode* digunakan agar sinyal tetap kuat dan stabil di seluruh gedung. Kinerja jaringan ini meliputi beberapa parameter teknis penting, yaitu *Link Power Budget* yang menentukan ketersediaan daya optik, *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang mengukur kualitas sinyal terhadap gangguan derau, *Q factor* sebagai indikator kualitas sinyal digital, *Bit Error Rate* (BER) yang menunjukkan frekuensi kesalahan bit dalam transmisi data, serta *Rise Time Budget* yang menilai kemampuan jaringan mempertahankan integritas sinyal pada kecepatan tinggi.



Gambar 3 Drafting jalur *fiber optic*

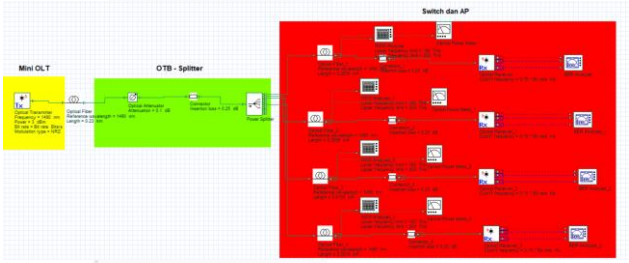
Gambar 3 menampilkan desain 3D ruang server yang berada di lantai 10 Gedung Tokong Nanas. Didalam ruangan ini terdapat perangkat *Mini* OLT yang berfungsi sebagai pusat distribusi jaringan keseluruh lantai gedung. *Mini* OLT ini menerima input jaringan dari perangkat FSO yang berada di *rooftop*, kemudian disalurkan ke *Optical Termination Box* (OTB) kemudian didistribusikan ke tiap lantai menggunakan kabel fiber optik vertikal. Desain penempatan *tray* kabel pada plafon dibuat untuk memudahkan pengelolaan, menjaga kerapian instalasi, serta memastikan efesiensi dalam distribusi jaringan.



Gambar 4 Drafting jalur *fiber optic*

Gambar 4 merupakan visualisasi jalur kabel *backbone* yang menghubungkan OTB yang berada di ruang server dilantai 10 ke *switch* distribusi di setiap lantai Gedung Tokong Nanas. Pada implementasi sebenarnya, kabel ditarik melalui plafon menggunakan *tray* atau *conduit*, namum dalam gambar ini ditampilkan secara terbuka disisi bangunan untuk memperjelas alur distribusi. Setiap jalur kabel diberi warna berbeda sesuai lantai tujuan guna mempermudah identifikasi dan dokumentasi.

Setelah melakukan proses drafting langkah selanjutnya melakukan prosedur pengoperasian sistem *Fiber-To-The Building* (FTTB) mencakup langkah-langkah teknis dalam mengelola alur distribusi sinyal optik dari titik masuk utama hingga ke perangkat pengguna akhir di dalam gedung. Prosedur ini disusun untuk memastikan bahwa seluruh perangkat dan jalur distribusi berfungsi sesuai dengan standar dan mampu mendukung kebutuhan jaringan dengan stabil, mulai dari *Optical Terminal Box* (OTB), hingga *Access Point* (AP) di setiap lantai.



Gambar 5 Simulasi *Optisytem*

Pada gambar 5 menunjukan hasil simulasi pada jalur *downstream* terpendek menunjukkan performa yang sangat baik. Seluruh jalur dengan panjang kabel mulai dari 0,0035 km hingga 0,0215 km menghasilkan nilai *Bit Error Rate* (BER) sebesar 0, menandakan tidak ada kesalahan transmisi data. Nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) berkisar antara 39,63 dB hingga 40,50 dB, sementara *Q-Factor* menunjukkan angka tinggi di atas 47, yang berarti sinyal diterima dengan kualitas sangat baik. *Power Rx* juga stabil di sekitar -11 dBm, jauh di atas batas minimum sensitivitas penerima, sehingga konfigurasi ini terbukti layak dan optimal untuk skenario distribusi jarak pendek.

Downstream Terpanjang				
Jarak (km)	BER	SNR (dB)	Q-Factor	Power Rx (dBm)
0.0572	0	40.46	52.72	-11.159
0.0515	0	39.33	46.31	-11.156
0.0445	0	39.20	45.62	-11.153

0.0395	0	39.66	48.11	-11.152
Downstream Terpendek				
Jarak (km)	BER	SNR (dB)	Q-Factor	Power Rx (dBm)
0.0035	0	39.82	49.01	-11.137
0.0095	0	40.37	52.22	-11.140
0.0155	0	40.50	53.01	-11.141
0.0215	0	39.63	47.98	-11.145

Hasil simulasi jalur *downstream*, baik terpendek (0,0035 km) maupun terpanjang (0,0215 km), menunjukkan performa yang sangat baik. Seluruh jalur mencatat nilai BER sebesar 0, menandakan tidak ada kesalahan transmisi. SNR berada di kisaran 39,20–40,50 dB dan *Q-Factor* antara 45,62–52,72, keduanya menunjukkan kualitas sinyal yang sangat stabil. Daya terima (*Power Rx*) konsisten di sekitar −11 dBm, jauh di atas batas minimum sensitivitas penerima. Dengan hasil ini, semua jalur *downstream* dinyatakan telah memenuhi standar ITU-T dan layak untuk operasional[7].

V. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan dan analisis menggunakan pemetaan jalur kabel di gedung serta simulasi pada *OptiSystem,* jaringan *Fiber to the Building* (FTTB) dengan kabel fiber optic single mode menunjukkan performa yang umumnya memenuhi sesuai standar ITU-T G.984.2. Nilai *Link Power Budget* (LPB) yang diperoleh berada dalam kisaran aman di atas batas minimum −28 dB, memastikan ketersediaan daya optik yang memadai untuk seluruh lintasan distribusi. Parameter *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) menunjukkan kualitas sinyal yang baik di seluruh jalur transmisi, melampaui ambang batas minimum 22 dB. *Q-Factor* yang dihasilkan berada di atas batas minimum 6, mengindikasikan kualitas sinyal digital yang stabil dan handal. Nilai *Bit Error Rate* (BER) berada pada tingkat yang sangat rendah, sehingga kesalahan bit dalam transmisi data hampir tidak terjadi. *Rise Time Budget* (RTB) yang diperoleh juga sesuai dengan standar, menunjukkan kemampuan jaringan mempertahankan integritas sinyal pada kecepatan transmisi tinggi. Secara keseluruhan, konfigurasi jaringan FTTB ini layak diimplementasikan sebagai infrastruktur utama distribusi internet di Gedung Tokong Nanas, dengan keunggulan kestabilan koneksi, kualitas sinyal tinggi, dan kemudahan pengembangan di masa mendatang.diimplementasikan untuk menyediakan koneksi internet yang stabil, andal, dan merata di seluruh area Gedung Tokong Nanas.

REFERENSI

[1] F. Halim and J. Kahayan, “Perancangan Jaringan Fiber to the Building pada Gedung Tokong Nanas dengan Multi Aplikasi.”

[2] “Perancangan Jaringan Fiber To The Building (FTTB) Berbasis GPON (Gigabit Passive Optical Network) Di Apartemen Taman Melati Rancaekek Desigen Of Fiber To The Building (FTTB) Network Base On GPON (Gigabit Passive Optical Network) At Apartemen Taman Melati Rancaekek.”

[3] M. Sunan Akbar, “SIMULASI PERANCANGAN JARINGAN BACKBONE FIBER OPTIK DIKEPULAUAN SERAM BAGIAN BARAT.”

[4] H. Br Sembiring, T. S. Nopiani Damayanti, and B. Uripno, “PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE BUILDING (FTTB) UNTUK SUPPORT SMART BUILDING MENGGUNAKAN GPON DI GRAHA POS INDONESIA, BANDUNG NETWORK DESIGN of FIBER TO THE BUILDING (FTTB) to SUPPORT SMART BUILING USING GPON IN GRAHA POS INDONESIA, BANDUNG.”

[5] A. Nugraha, S. Akbar, and Purnama Faradila, “Perencanaan Jaringan Backhaul Menggunakan Optik Gigabit Passive Optical Network (GPON) di Daerah Kabupaten Pegunungan Bintang,” 2025.

[6] W. Prayoga and A. Sani, “PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON),” *EBID:Ekonomi Bisnis Digital*, vol. 1, pp. 179–188, Aug. 2023, doi: 10.37365/ebid.v1i2.220.

[7] G 984, “ITU-T Rec. G.984.2 (08/2019) Gigabit-capable passive optical networks (GPON): Physical media dependent (PMD) layer specification,” 2019. [Online]. Available: http://handle.itu.int/11.1002/1000/11