

PERANCANGAN JARINGAN FIBER OPTIK DI IKN KIPP KAWASAN INTI PUSAT PEMERINTAH

(DESIGN OF FIBER OPTIK NETWORKS AT IKN KIPP GOVERNMENT CENTER CORE AREA)

Muhammad Fauzi A H¹, Nilla Rachmaningrum², Risdilah Mimma Untsa³.
 Prodi S1 Teknik Telikomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
¹falfikrih@telkomuniversity.ac.id, ²nrachmaningrum@telkomuniversity.co.id,
³risdilah@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang meningkat setiap tahun membuat layanan internet sangat penting dalam pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN). Penggunaan FTTH (Fiber To The Home) yang menyediakan koneksi cepat dan stabil dengan bandwidth besar menjadi kunci dalam memenuhi kebutuhan internet di gedung-gedung IKN. Perancangan jaringan fiber optik di Kawasan Inti Pusat Pemerintahan (KIPP) IKN diatur oleh Pasal 7 ayat (4) Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2022 tentang Ibu Kota Negara, dengan standar teknis dari ITU dan PT. Telkom, seperti standar BER 1×10^{-9} , bandwidth 30-1.000 Mbps, dan Power Link Budget maksimum 28 dB untuk jarak hingga 17 km. Hasil simulasi menunjukkan Power Link Budget Downstream dan Upstream terbesar masing-masing 20,40 dB dan 18,63 dB, dengan nilai BER $6,03476 \times 10^{-37}$ dan Rise Time Budget di bawah 11,11 ns, menegaskan kelayakan sistem ini.

Kata kunci : Kata kunci: FTTH, XGPON, *Power Link Budget*, *Rise Time Budget*, BER

Abstract

The growing development of information and communication technology makes internet services essential in building the Nusantara Capital City (IKN). FTTH (Fiber To The Home), providing fast and stable connections with high bandwidth, is crucial for meeting the internet needs in IKN's buildings. The fiber optic network design in the Central Government Core Area (KIPP) of IKN is regulated by Article 7, Paragraph 4 of Law Number 3 of 2022 concerning the State Capital, adhering to technical standards from ITU and PT. Telkom, including a BER standard of 1×10^{-9} , bandwidth of 30-1,000 Mbps, and a maximum Power Link Budget of 28 dB for distances up to 17 km. Simulation results indicate the largest Downstream and Upstream Power Link Budgets are 20.40 dB and 18.63 dB, with a BER value of 6.03476×10^{-37} and a Rise Time Budget under 11.11 ns, confirming the system's feasibility.

Keywords: FTTH, XGPON, *Power Link Budget*, *Rise Time Budget*, BER

1. Pendahuluan [10 pts/Bold]

Ibu Kota Nusantara (IKN) adalah calon ibu kota baru Indonesia yang direncanakan sebagai kota metropolitan, terdiri dari tiga wilayah utama: Kawasan Pengembangan Ibu Kota Nusantara (KPIKN), Kawasan Ibu Kota Nusantara (KIKN), dan Kawasan Inti Pusat Pemerintahan (KIPP). KIKN mencakup sekitar 56.180 hektare, termasuk KIPP, sementara KPIKN memiliki luas sekitar 199.962 hektare, yang terletak di antara Kabupaten Kutai Kartanegara dan Kabupaten Penajam Paser Utara. Infrastruktur internet sangat penting untuk mendukung aktivitas sehari-hari, dan pada 3 September 2019, Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kominfo) meluncurkan proyek Kalimantan Ring untuk membangun infrastruktur telekomunikasi di IKN. Desain jaringan FTTH di KIPP IKN diatur oleh Undang-Undang No. 3 Tahun 2022, menggunakan teknologi XGPON yang menawarkan layanan internet cepat dan stabil.[8] XGPON mendukung pengemasan lalu lintas pengguna yang efisien dan meningkatkan Quality of Service (QoS) untuk komunikasi suara dan video. Desain FTTH di IKN memenuhi standar kinerja dengan *Power Link Budget* 28 dBm, *Rise Time Budget* 11 ns, dan BER 1×10^{-9} , sesuai dengan standar ITU-T dan PT. Telkom.[13]

Beberapa rumusan masalah yang diangkat dalam penulisan buku ini meliputi belum adanya jaringan fiber optik berteknologi XGPON di wilayah Ibu Kota Nusantara, belum tersedianya desain dan simulasi jaringan FTTH berteknologi XGPON untuk wilayah IKN menggunakan software OptiSystem, serta belum dilakukan pengukuran parameter *Power Link Budget*, *Rise Time Budget*, dan *Bit Error Rate* di Ibu Kota Nusantara.[15]

Tujuan dari penulisan buku ini adalah untuk merancang jaringan FTTH berteknologi XGPON di Ibu Kota Nusantara menggunakan software OptiSystem, mensimulasikan desain dan jalur fiber optik yang digunakan dalam simulasi OptiSystem, serta memperoleh hasil dari perhitungan manual dengan parameter *Power Link Budget*, *Rise Time Budget*, dan BER (*Bit Error Rate*) guna menentukan standar jaringan FTTH.[1]

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

2.1 Fiber To The Home

FTTH (*Fiber To The Home*) adalah arsitektur jaringan fiber optik yang menghubungkan Sentral Telepon Otomatis (STO) langsung ke perangkat pelanggan. Teknologi ini menggantikan kabel konvensional, menawarkan biaya operasi lebih rendah dan layanan yang lebih baik. Fiber optik dipilih karena keunggulannya dalam efisiensi dan kinerja. *Power Link Budget* (PLB) adalah estimasi daya yang diperlukan untuk memastikan daya penerimaan memenuhi atau melebihi level minimum yang ditetapkan, mengikuti standar ITU-T G.948, dan digunakan untuk menentukan total redaman yang diizinkan sepanjang link optik dari sentral ke pengguna akhir

2.2 10-Giga passive Optical Network

10-Gigabit Capable Passive Optical Network (XG-PON) adalah teknologi akses broadband berbasis fiber optik yang dikembangkan oleh ITU-T G.984. Teknologi ini mampu menawarkan bandwidth hingga 10 Gbps downstream dan 2.5 Gbps upstream tanpa kehilangan bandwidth. XG-PON memungkinkan distribusi trafik Triple Play (Suara/VoIP, Multimedia/Digital Pay TV, dan Data/Internet) melalui satu core kabel optik ke sisi pelanggan. Satu perangkat dipasang di sentral untuk mengelola distribusi ini, menjadikannya solusi efisien untuk kebutuhan akses internet berkecepatan tinggi.

2.3 Komponen Fiber To The Home

1. *Optical Line Terminal*
2. *Optical Distribution Cabinet*
3. *Optical Distribution Point*
4. *Optical Network Terminal/Unit*
5. Kabel Distribusi
6. Kabel *Dropcore*

2.4 Parameter Power Link Budget

Power Link Budget (PLB) adalah estimasi daya yang diperlukan untuk memastikan bahwa level daya penerimaan memenuhi atau melebihi level minimum yang ditetapkan. Perhitungan PLB mengikuti standar ITU-T G.948 dan digunakan untuk menentukan total redaman yang diizinkan sepanjang link optik dari sentral ke pengguna akhir. PLB memastikan kualitas sinyal tetap optimal dengan mempertimbangkan semua redaman yang terjadi dalam sistem, sehingga transmisi data melalui jaringan optik tetap andal dan efisien..

Rumus *Power Link Budget*

$$P_{det} = P_{tx} - (\alpha_c \cdot N_c) + (\alpha_f \cdot Link) + (\alpha_s \cdot N_s) - \alpha_{sp}$$

Keterangan :

P_{rx} = Daya yang diterima oleh detektor (dBm)

P_{det} = Daya yang sampai pada detektor

P_{tx} = Daya transmit laser dioda

α_c = Redaman konektor

α_f = Attenuasi kabel serat optik

L_{link} = Panjang total link

α_s = Redaman splice

N_s = Jumlah splice

N_c = Jumlah konektor

α_{sp} = Redaman Splitter

2.5 Bit Error Rate

Bit Error Rate (BER) adalah tingkat kesalahan bit yang terjadi selama transmisi sinyal digital. BER mengukur perbandingan antara jumlah bit yang salah dengan total keseluruhan bit yang dikirimkan, dengan batas maksimum BER yang diizinkan sebesar 10^{-9} .

2.6 Rise Time Budget

Rise Time Budget (RTB) adalah metode untuk menetapkan batasan dispersi dalam link sistem komunikasi serat optik, yang mempengaruhi kemampuan transmisi kecepatan bit. Metode ini memastikan informasi yang dikirim dari transmitter dapat diterima dan dibaca dengan benar oleh receiver. RTB digunakan untuk menganalisis apakah desain sistem memiliki kinerja yang optimal. Persamaan yang digunakan dalam RTB membantu menilai apakah sistem mampu mendukung kecepatan transmisi yang diperlukan tanpa menurunkan kualitas sinyal.

$$t_{material} = \Delta\sigma \times L \times Dm$$

Sehingga RTB dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$T_{system} = \sqrt{T_{tx} + T_{mat} + T_{intermodal} + T_{rx}}$$

Keterangan

T_{system} = rise time total (ns)

T_{tx} = rise time transmitter (ns)

$T_{intermodal} = T_{material} + T_{waveguide}$

$T_{mat} = \Delta\sigma \times L \times Dm$

$\Delta\sigma$ = Lebar *spectral* (nm)

L = Panjang serat optik (Km)

Dm = Dispersi *material* (ps/nm.Km)

3. Metodologi

Melakukan Perancangan jaringan Fiber To The Home merupakan hal yang krusial dengan pondasi dasar pembentuk dimana jaringan yang akan dipasang melalui peta.



Gambar . 1 Diagram Alur Perancangan

3.1 Pengumpulan data

Dalam Melakukan penelitian ini memerlukan pengumpulan data oleh peneliti agar mengetahui jarak area yang akan dirancang, oleh karena itu data tersebut dicantumkan pada tabel 1. Sebagai berikut :

Tabel 1 Panjang area yang dibangun

No	Daerah	Jalan	Panjang
1.	Daerah Pertama	Jalan Sepaku	2,1 km
2.	Daerah Kedua	Jalan Sumbu Barat	2,4 km
		Jalan Pemalu	1,7 km
		Jalan Pemalu Timur	1,6 km
3.	Daerah ketiga	Jalan Bumi Harapan Barat	2,3 km
		Jalan Bumi Harapan	4,2 km
4.	Daerah Keempat	Jalan Bumi Harapan Timur	1,9 km

3.2 Penentu Kebutuhan Perangkat Keras

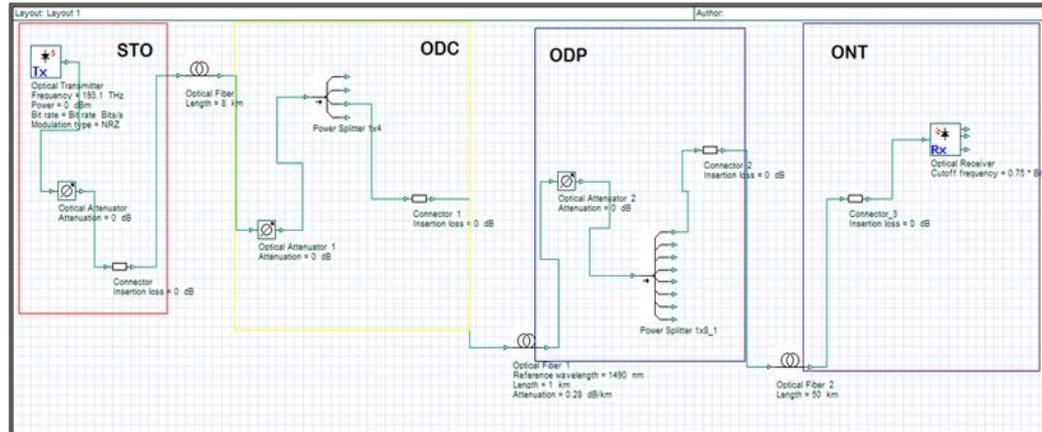
Data yang dikumpulkan mencakup OLT, ODC, ODP, dan ONT. Setelah data tersebut diproses, penulis dapat menerapkan metode *Power Link Budget* dan *Rise Time Budget* untuk perhitungan manual. Selain itu, penulis dapat memperkirakan jumlah dan jarak perangkat menggunakan *Google Earth Pro*, serta melakukan simulasi dengan perangkat lunak OptiSystem. Dapat dilihat pada Tabel 2 komponen yang digunakan dalam perancangan ini.

Tabel 2 Kebutuhan perangkat

Parameter	Jumlah
OLT	1
ODC	4
ODP	63
Daerah 1	14
Daerah 2	22
Daerah 3	18
Daerah 4	9
<i>Connector</i>	26
<i>Splitter 1:4</i>	4
<i>Spiltter 1:8</i>	4

3.4 Simulasi Menggunakan *Optisystem*

Power Link Budget adalah estimasi kebutuhan daya yang diperhitungkan untuk memastikan level daya penerimaan lebih besar atau sama dengan level daya minimum. Perhitungan PLB mengikuti standar ITU-T G.948. PLB juga merupakan salah satu metode dimana total redaman yang diizinkan sepanjang link optik dari sentral sampai ke end user.



Gambar 2 Simulasi pada *Software Optisystem*

buat pada gambar 3.11 yang menggambarkan bagaimana rancangan optisystem Power link budget Downstream dengan mengukur jarak antara OLT,ODC,ODP dan ONT

4. Kesimpulan

Dalam perancangan ini. Peneliti Menyusun komponen-komponen yang diperlukan dari sisi transceiver hingga receiver. Setelah merangkai dan memasukkan data serta perhitungan yang sesuai, rangkaian tersebut disimulasikan dengan menggunakan OptiSystem. Hasil dari simulasi ini akan memberikan nilai parameter yang diamati, seperti power link budget, rise time budget, dan bit error rate.

4.1 Power Link Budget

Power Link Budget digunakan untuk menentukan nilai total redaman antara OLT dan ONT (*transmitter dan receiver*). Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan segmentasi jarak terjauh. Berikut adalah perhitungan *Power Link Budget* untuk daerah pertama, kedua, ketiga, dan keempat di area IKN.

Tabel 3 Nilai Redaman *Power Link Budget Downstream Dan Upstream*

No.	Daerah	PLB <i>Downstream</i>	PLB <i>Upstream</i>
1	Pertama	20,14 dB	18,05 dB
2	Kedua	20,29 dB	18,10 dB
3	Ketiga	20,40 dB	18,36 dB
4	Keempat	20,08 dB	18,63 dB

Dari Tabel 3 di atas dapat diketahui hasil dari *Power Link Budget Downstream* untuk hasil yang paling besar yaitu 20,40 dB yang terletak pada daerah ketiga. Sedangkan dari *Power Link Budget Upstream* yang paling besar yaitu 18,63 dB yang terletak pada daerah keempat.

4.2 Bit Error Rate

Bit Error Rate dilakukan dengan software optisystem untuk mengevaluasi kualitas nilai BER analyzer untuk menentukan apakah standar yang telah ditentukan oleh PT.Telkom dan ITU-T sebesar 1×10^{-9} . Dapat dilihat pada Tabel 4 dalam hasil BER daerah pertama, kedua, ketiga dan keempat untuk melihat daerah mana yang paling terbaik.

Tabel 4 Nilai Hasil *Bit Error Rate*

No.	Daerah	BER
1.	Pertama	$6,03476 \times 10^{-37}$
2.	Kedua	$3,45405 \times 10^{-33}$
3.	Ketiga	$1,54759 \times 10^{-35}$
4.	Keempat	$1,97971 \times 10^{-34}$

Hasil terbaik dari simulasi BER yaitu $6,03476 \times 10^{-37}$, dimana nilai tersebut sudah termasuk ideal/layak karena di bawah standart BER yakni 1×10^{-9} .

4.3 Rise Time Budget

Untuk *Rise Time Budget* pada penelitian ini untuk mengetahui hasil dari perancangan ini sesuai standart ITU-T atau dapat dilihat pada Tabel 4 untuk mengetahui hasil dari keempat daerah.

Daerah	RTB <i>Downstream</i>	RTB <i>Upstream</i>
Ke 1	0,20 ns	0,16 ns
Ke 2	0,22 ns	0,16 ns
Ke 3	0,21 ns	0,18 ns
Ke 4	0,23 ns	0,16 ns

Untuk hasil *Rise Time Budget downstream* pada ONT terjauh yang berada di Daerah kedua yaitu 0,23 ns. Dan untuk hasil perhitungan *Rise Time Budget Upstream* ONT terjauh pada daerah ketiga yaitu 0,18 ns, yang mana hasil-hasil tersebut sudah memenuhi standart yakni di bawah 11,11 ns

5. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan manual dan kelayakan parameter power link budget untuk downstream, nilai redaman terbesar adalah 20,40 dB pada daerah pertama, dengan nilai daya terima (Prx) -17,40 dBm pada daerah yang sama. Nilai ini sesuai dengan standar PT. Telkom dan ITU-T, yaitu redaman di bawah 28 dB dan Prx di bawah -28 dBm. Untuk upstream, nilai redaman terbesar adalah 18,63 dB di daerah ketiga, dan daya terima (Prx) terbesar adalah -15,63 dBm pada daerah yang sama. Simulasi menunjukkan daya terima terbesar adalah -4,362 dBm di daerah pertama. Semua nilai ini juga memenuhi standar PT. Telkom dan ITU-T. Hasil simulasi dengan OptiSystem menunjukkan nilai BER terbesar adalah $6,03476 \times 10^{-37}$, yang layak karena berada di bawah 1×10^{-37} . Nilai rise time budget downstream pada ONT terjauh adalah 0,23 ns, dan untuk upstream, nilai tertinggi adalah 0,18 ns, keduanya memenuhi standar di bawah 11,11 ns.

Daftar Pustaka:

- [1] A. Agus Pratama, T. Pontia,) Program, S. T. Elektro, and J. T. Elektro, "PERANCANGAN JARINGAN FTTH DENGAN TEKNOLOGI GPON MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA DAN OPTISYSTEM," Jurnal teknik elektro universitas Tanjungpura, vol. 2, pp. 1–11, 2020.
- [2] F. Wadly and W. Fitriani, "RANCANG BANGUN JARINGAN FIBER OPTIK SEBAGAI INFRASTRUKTUR MENDUKUNG AKTIVITAS DIGITALISASI UMKM DI DESA KOTA PARI," Seminar of Social Sciences Engineering & Humanior, vol. 7, 2023, Accessed: Jun. 22, 2023. [Online]. Available: Seminar of Social Sciences Engineering & Humanior
- [3] J. A. Rahman, S. T. Hafidudin, P. D3, and T. Telekomunikasi, "DENGAN TEKNOLOGI GIGABIT-CAP DI DAERAH SARIRASA 3 KELURAHAN LEDENG KECAMATAN CICADAP SARIJADI BANDUNG D. Applied Science, vol. 3, pp. 1–18, 2017. [Accessed 3 March 2011].
- [4] "Peraturan Presiden (PERPRES) Nomor 63 thn 2022 Tentang Perincian Rencana Induk Ibukota Nusantara"http.peraturan.bpk.go.id.29-06,2023.

- [5] N. M. A. d M. I. M. Defa Kinara Alamsyah, "Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Network (XG-PON) Di Perumahan Private Housing Cluster Plemburan Yogyakarta," vol. VOL. 8, NO. 6, p
- [6] A.H. D. M. S. Afif Glenta Utama, "Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi 10-Gigabit-Passive Optical Network (XGPON) Untuk Perumahan Benda Baru Tangerang Selatan," vol. Vol.5 No.3, pp. 5374–5381, 2018.
- [7] N. S. Pamungkas, I. A. Hambali, and D. M. Saputri, "Analisis Performansi Teknologi XG-PON Menggunakan Splitter Performance Analysis Of Technology XG-PON With Splitter," 2017.

