

ANALISIS PERANCANGAN TEKNOLOGI HYBRID GPON DAN XGPON PADA JARINGAN FTTH DI PERUMAHAN BATUNUNGGAL

ANALYSIS OF GPON AND XGPON HYBRID TECHNOLOGY DESIGN ON FTTH NETWORK IN BATUNUNGGAL REGENCY

Nur Rizki Yulizar¹, Akhmad Hambali, Ir., MT.², Andi Audy Oceanto, ST., MT.³

^{1,2} Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

³ Divisi Akses PT. Telkom Indonesia, Tbk. Lembong Bandung

¹ nryulizar@gmail.com, ² bphambali@gmail.com, ³ andiaudy.o@gmail.com

Abstrak

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi yang berada di masyarakat, terutama teknologi informasi dan komunikasi, memicu masyarakat untuk mendapatkan layanan yang mudah dan efisien. Dengan terus meningkatnya jumlah masyarakat dan kebutuhan layanan maka dibutuhkanlah sarana komunikasi yang mampu melayani semua layanan, yaitu seperti suara, data, dan video, yang selanjutnya akan disebut dengan layanan triple play. Dengan pesatnya perkembangan tersebut, maka diperlukan kapasitas yang besar juga untuk dapat melayani kebutuhan tersebut. Pada tugas akhir ini peneliti merancang jaringan hybrid dengan menggabungkan teknologi GPON dan XGPON untuk menambah kapasitas dan sebagai proses bertahap untuk migrasi teknologi ke XGPON. Perancangan ini dimulai dengan menentukan lokasi, pengumpulan data, dan spesifikasi perangkat yang digunakan oleh PT. Telkom. Kemudian akan dianalisis berdasarkan parameter yang telah ditetapkan berupa link power budget, rise time budget, signal to noise ratio, dan bit error rate. Pada penelitian ini didapatkan hasil perhitungan dan simulasi dari proses migrasi teknologi GPON ke XGPON dengan hibridisasi teknologi untuk melakukan proses pergantian bertahap. Keluaran yang didapatkan yaitu penggabungan jaringan yang dirancang adalah layak dengan memenuhi standar jaringan yang ada dengan Link Power Budget sebesar -20,5547 dBm untuk GPON dan -20,8247 dBm untuk XGPON, Rise Time Budget bernilai 0,2516 ns untuk GPON dan untuk XGPON didapatkan nilai ttx dan trx maksimum sebesar 49,365 ps, SNR bernilai 25,9208 dB untuk GPON dan 25,31344 dB untuk XGPON, dan BER bernilai $6,86 \times 10^{-29}$ untuk GPON dan $1,477 \times 10^{-20}$ untuk XGPON. Tugas akhir ini juga diharapkan dapat memberi rekomendasi untuk peningkatan kapasitas jaringan pada link optik STO Cijaura ke Perumahan Batununggal.

Kata kunci : GPON, XGPON, *link power budget*, *rise time budget*, SNR, BER

Abstract

Along with the rapid development of technology in society, especially information and communication technology, encourages the public to get an easy and efficient service. With the increasing number of communities and the needs of the service is needed means of communication that is able to serve all of the services, ie such as voice, data, and video, which would be called triple play services. With the rapid development of society and the increasing needs of triple play in the future, it would require a large capacity also to be able to serve those needs. In this final project researchers designed a hybrid network by combining GPON technology and XGPON to add capacity and as a gradual process for technology migration to XGPON. The design begins by locating, collecting data, and the specifications of the devices used by PT. Telkom. Then be analyzed based on predefined parameters such as link power budget, rise time budget, the signal to noise ratio, and bit error rate.. In this study, the results of calculation and simulation of the migration process from GPON to XGPON technology using the merging process technologies to make the process of gradual replacement. Output is obtained, namely the incorporation of network designed is feasible to meet the standards set by the PT. Telkom and network standards defined by ITU-T Link Power Budget -20.8247 dBm amounted to GPON and -20.5547 dBm to XGPON, Rise Time Budget 0.2516 ns for GPON and to XGPON Ttx and Trx obtained maximum value of 49.365 ps, 27.47714 dB SNR for GPON and 25.6628 dB for XGPON, and BER 1.44×10^{-32} for GPON and 4.02×10^{-22} to XGPON. This final project is also expected to provide recommendations for improving network capacity in the optical link to the Batununggal Regency from Cijaura STO.

Keyword : GPON, XGPON, *link power budget*, *rise time budget*, SNR, BER

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi telekomunikasi pada masa sekarang ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Hal ini dikarenakan adanya perkembangan masyarakat dan perkembangan layanan-layanan berbasis internet, sehingga kebutuhan terhadap bandwidth juga meningkat. Serat optik, sebagai salah satu media transmisi yang dipercaya dapat menangani kebutuhan tersebut. PT. Telkom membangun jaringan serat optik hingga sampai kepada rumah pelanggan atau biasa disebut Fiber To The Home (FTTH). Jaringan FTTH tersebut menggunakan teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON). Pada masa sekarang ini GPON diyakini masih dapat menangani kebutuhan tersebut, tetapi jika dilihat dari perkembangan masyarakat dan layanan-layanan berbasis internet yang semakin berkembang setiap tahunnya, Dengan menggunakan penghitungan peramalan demand, pada tahun 2040 teknologi GPON ini tidak dapat lagi menangani kebutuhan tersebut. Berdasarkan jurnal yang berjudul Optical Access Network Migration from GPON to XG-PON dan Analysis of Coexisting GPON and NG-PON1 (10G-PON) Systems, untuk peningkatan kapasitas dari jaringan serat optik yang telah dibangun dapat digunakan metode rekonfigurasi dan migrasi teknologi dari GPON ke XG-PON. Proses termudah untuk migrasi teknologi ini adalah dengan menambahkan perangkat XG-PON pada jaringan GPON yang telah tersedia dengan menggunakan panjang gelombang yang baru untuk proses transmisi sinyal.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan analisis hasil hibridisasi teknologi dari GPON ke XG-PON pada jaringan FTTH yang telah dibangun oleh PT. Telkom dari STO Cijawura ke Perumahan Batununggal.

1.2 Tujuan

Tujuan dalam tugas akhir ini adalah menganalisis hasil dari rekonfigurasi perangkat dan migrasi teknologi GPON ke teknologi XGPON pada jaringan FTTH di perumahan Batununggal dengan simulasi yang menggunakan Optisystem, yang kemudian dijadikan sebuah rekomendasi untuk diimplementasikan di lapangan.

1.3 Rumusan Masalah

Jaringan FTTH yang telah terimplementasi masih menggunakan teknologi GPON yang mampu mentransmisikan data sebesar 2,5 Gb/s untuk 32 pelanggan, jika dilihat dari perkembangan layanan yang ada suatu saat teknologi tersebut akan tidak mampu lagi untuk melayani kebutuhan yang ada, maka dibutuhkan

adanya pembaruan teknologi yaitu dengan penggantian perangkat ke XGPON. Perumusan pertama yang dilakukan penulis adalah bagaimana prinsip kerja dari XGPON yang akan digunakan pada jaringan FTTH tersebut.

Dalam merancang suatu jaringan optik, ada beberapa parameter yang perlu dianalisis agar dapat mengetahui kelayakan dari suatu jaringan tersebut. Selanjutnya, perumusan masalah yang kedua adalah melakukan perhitungan dan simulasi jaringan GPON dan XGPON yang kemudian akan dianalisis performansinya yang berupa *link power budget*, *rise time budget*, SNR, dan BER.

1.4 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas terfokus, tugas akhir ini memiliki batasan masalah sebagai berikut :

1. Area rekonfigurasi dan migrasi hanya dibatasi pada STO Cijawura ke Perumahan Batununggal Bandung berdasarkan data dari PT Telkom.
2. Prediksi jumlah pelanggan dan kebutuhan *bandwidth* pada Perumahan Batununggal hingga tahun 2019.
3. Menggunakan *Optisystem* sebagai simulator.
4. Menggunakan migrasi dari teknologi GPON ke XG-PON untuk mengatasi kebutuhan *bandwidth* di masa depan.
5. Parameter yang akan dianalisis hanya *Power Link Budget*, *Rise Time Budget*, *Signal to Noise Ratio* (SNR), dan *Bit Error Rate* (BER) berdasarkan hasil simulasi.
6. Data spesifikasi jenis serat optik dan komponen penunjang yang digunakan pada perencanaan migrasi ini disesuaikan dengan standar yang telah ditentukan oleh PT. Telkom Indonesia, Tbk.

2. Dasar Teori

2.1 Prinsip Dasar GPON^[2]

Prinsip kerja dari GPON yaitu ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT, maka ada bagian yang bernama *splitter* yang berfungsi untuk memungkinkan serat optik tunggal dapat mengirim ke berbagai ONT. Untuk ONT sendiri akan memberikan data-data dan sinyal yang diinginkan oleh *user*. Pada prinsipnya, *Passive Optical Network* adalah sistem *point-to-multipoint*, dari *fiber* ke arsitektur *premise network* dimana *unpowered optical splitter* (*splitter fiber*) serat optik tunggal. Arsitektur sistem GPON berdasarkan pada TDM (*Time Division Multiplexing*) sehingga mendukung layanan T1, E1, dan DS3. ONT mempunyai kemampuan untuk mentransmisikan data di 3 mode *power*. Pada mode 1, ONT akan mentransmisikan pada kisaran daya *output* yang normal. Pada mode 2 dan 3 ONT akan

metransmisikan 3 – 6 dB lebih rendah daripada mode 1 yang mengizinkan OLT untuk memerintahkan ONT menurunkan dayanya apabila OLT mendeteksi sinyal dari ONT terlalu kuat atau sebaliknya, OLT akan memberi perintah ONT untuk menaikkan daya jika terdeteksi sinyal dari ONT terlalu lemah.

Tabel 1 Standar dari Teknologi GPON

Karakteristik	GPON
Standardization	ITU-T G.984
Frame	ATM / GEM
Speed Upstream	1.2 G / 2.4 G
Speed Downstream	1.2 G / 2.4 G
Service	Data, Voice, Video
Transmission Distance	10 km / 20 km
Number of Branches	64
Wavelength Up	1310 nm
Wavelength Down	1490 nm
Splitter	Passive

2.2 Prinsip Dasar XGPON^[4]

Prinsip kerja dari XGPON sendiri sama dengan prinsip kerja GPON, hanya ada pengembangan pada kapasitasnya saja, yaitu untuk XGPON memiliki kapasitas *downstream* sebesar 10 Gbps dan kapasitas *upstream* sebesar 2.5 Gbps.

Tabel 2 Kapabilitas Transmisi XGPON

Item	Requirement	Remark
Upstream speed	2.5 Gbit/s XG-PON1	10 Gbit/s aka XG-PON2 is for future study.
Downstream speed	10 Gbit/s	
Multiplexing method	TDMA (up) / TDM (down)	
Loss budget	29 dB to 31 dB (Nominal class)	Extended class 33dB under study
Split ratio	1:64 (1:256 in the logical layer)	
Fiber distance	20 km (60 km in the logical layer)	Reach extender under study
Coexistence	■ With G-PON (1310/1490 nm) ■ With RF-video (1550 nm)	

Komponen yang akan digunakan pada XGPON ini hampir sama dengan komponen yang digunakan pada teknologi GPON, hanya saja ada beberapa komponen yang harus diganti agar dapat mendukung teknologi XGPON ini tetapi masih dengan fungsi yang sama, seperti contohnya pada OLT dan ONT.

2.3 Parameter Pengujian

2.3.1 Link Power Budget^[2]

Link Power Budget dihitung sebagai syarat agar link yang kita rancang dayanya melebihi batas ambang dari daya yang dibutuhkan. Untuk menghitung *Link Power Budget* dapat dihitung dengan rumus :

$$\alpha_{total} = L_{\alpha_{serat}} + N_{c,\alpha_c} + N_{s,\alpha_s} + \alpha_{SP} \quad (2.1)$$

$$Prx = Ptx - \alpha_{total} - SM \quad (2.2)$$

$$M = (Ptx - Prx) - \alpha_{total} - SM \quad (2.3)$$

2.3.2 Rise Time Budget^[1]

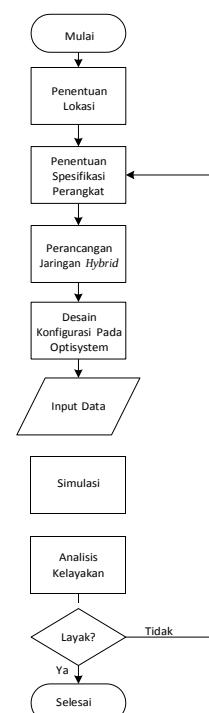
Rise Time Budget merupakan metode untuk menentukan batasan disperse suatu *link* serat optik. Metode ini sangat berguna untuk menganalisis sistem transmisi digital. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisa apakah unjuk kerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Umumnya degradasi total waktu transisi dari *link* digital tidak melebihi 70 persen dari satu periode bit NRZ (*Non-return-to-zero*) atau 35 persen dari satu periode bit untuk data RZ (*return-to-zero*). Satu periode *bit* didefinisikan sebagai resipokal dari *data rate*. Untuk menghitung *Rise Time Budget* dapat dihitung dengan rumus :

$$t_{total} = (t_{tx}^2 + t_{intramodal}^2 + t_{intermodal}^2 + t_{rx}^2)^{1/2} \quad (2.4)$$

3. Perancangan dan Simulasi Sistem

3.1 Perencanaan Sistem

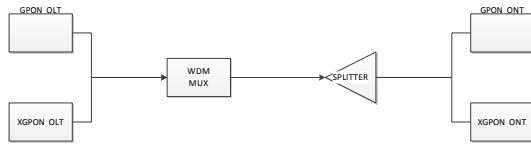
Pada bagian ini dilakukan tahap perancangan yang proses pengerjaannya ditunjukkan melalui diagram alir berikut ini :



Gambar 1 Diagram Alir Perancangan

3.2 Perancangan Jaringan Secara Umum

Pada penelitian ini jaringan yang digunakan adalah jaringan *hybrid* atau pencampuran penggunaan OLT untuk GPON dan XGPON dalam satu jaringan dengan menggunakan *multiplexer*.



Gambar 2 Skema Perancangan Jaringan FTTH Hybrid

4. Pengujian dan Analisis

4.1 Analisis Link Power Budget

Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi kelayakan sistem untuk *link power budget* pada jarak terjauh, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 3 Hasil Perhitungan dan Simulasi Link Downstream

Teknologi	Perhitungan		Simulasi
	Redaman (dB)	Prx (dBm)	Prx (dBm)
GPON	23,7637	-20,5547	-20,674
XGPON	23,7637	-20,8247	-20,952

Tabel 4 Hasil Perhitungan dan Simulasi Link Upstream

Teknologi	Perhitungan		Simulasi
	Redaman (dB)	Prx (dBm)	Prx (dBm)
GPON	23,7637	-21,1957	-21,240
XGPON	23,7637	-20,9487	-20,992

Nilai-nilai tersebut masih berada di atas standar yang digunakan oleh PT. Telkom yaitu -26 dBm, dan standar yang ditetapkan oleh ITU-T, yaitu -28 dBm.

4.2 Analisis Rise Time Budget

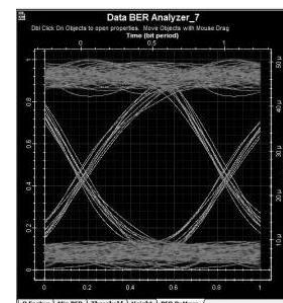
Berdasarkan perhitungan kelayakan sistem untuk *rise time budget* dengan jenis pengkodean NRZ digunakan dalam perhitungan ini. Pengkodean NRZ memiliki batas 70% dari kecepatan data, untuk GPON yaitu sebesar 0,285365 ns untuk *link downstream* dan 0,5691 ns untuk *link upstream*, dari perhitungan didapatkan nilai t_{sys} sebesar 0,25160 ns untuk *link downstream* dan *upstream*, nilai t_{sys} masih dibawah batas pengkodean NRZ sehingga *rise time budget* untuk GPON dapat dikatakan layak. Pada XGPON, dibutuhkan perangkat yang dapat digunakan untuk pengkodean tersebut dengan

nilai maksimum t_{tx} dan t_{rx} yang dihasilkan perangkat tersebut sebesar 49,365 ps untuk mencapai kelayakan *rise time budget* dengan pengkodean NRZ pada *link downstream* dan 189,625 ps untuk mencapai kelayakan *rise time budget* dengan pengkodean NRZ pada *link upstream*, nilai ini akan dijadikan rekomendasi untuk pencarian perangkat yang akan digunakan jika adanya implementasi XGPON.

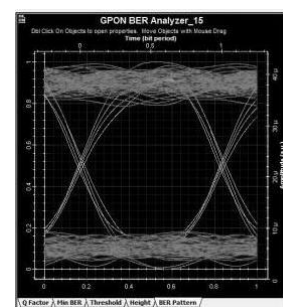
4.3 Analisis SNR, BER, dan Eye Diagram

Nilai SNR dalam hasil analisis simulasi pada *Optisystem* dapat dikatakan layak, karena nilai tersebut berada di atas standar yang digunakan oleh PT. Telkom, yaitu sebesar 21,5 dB. Nilai SNR yang didapatkan dari hasil simulasi yaitu sebesar 27,47714 dB untuk *link downstream* dan 27,50325 dB untuk *link upstream* pada GPON dengan jarak terjauh, dan 25,6628 dB untuk *link downstream* dan 22,37817 dB untuk *link upstream* pada XGPON dengan jarak terjauh.

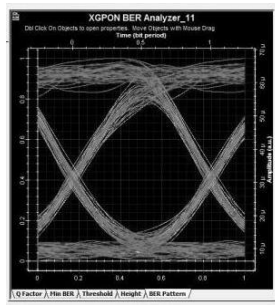
Nilai BER yang didapat berdasarkan hasil simulasi pada *Optisystem* dapat menyimpulkan bahwa kualitas transmisi jaringan ini baik. Nilai BER yang didapatkan dari simulasi adalah sebesar $1,44 \times 10^{-32}$ untuk *link downstream* dan $9,39 \times 10^{-33}$ untuk *link upstream* pada GPON dengan jarak terjauh, dan $4,02 \times 10^{-22}$ untuk *link downstream* dan $2,4 \times 10^{-49}$ untuk *link upstream* pada XGPON dengan jarak terjauh.



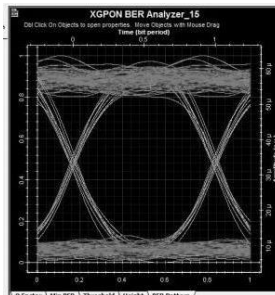
Gambar 4 Eye Diagram GPON link downstream pada titik terjauh



Gambar 5 Eye Diagram GPON link upstream pada titik terjauh



Gambar 6 Eye Diagram XGPON link downstream pada titik terjauh



Gambar 7 Eye Diagram XGPON link upstream pada titik terjauh

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perhitungan dan simulasi yang dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan perhitungan dan simulasi mengenai *link power budget* dapat dikatakan layak, karena nilai redaman yang diperoleh tidak melebihi batas yang telah ditetapkan oleh PT. Telkom dan ITU-T.
2. Berdasarkan perhitungan dan simulasi mengenai *rise time budget* dengan menggunakan pengkodean NRZ dapat dikatakan layak, dan diperoleh juga nilai maksimum t_{tx} dan t_{rx} untuk

XGPON sebagai acuan dalam pencarian perangkat agar tetap memenuhi kelayakan *rise time budget*.

3. Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh nilai SNR sebesar 26,9208 dB untuk link downstream dan 26,82426 dB untuk link upstream pada GPON dengan jarak terjauh, dan 25,31344 dB untuk link downstream dan 28,79316 dB untuk link upstream pada XGPON dengan jarak terjauh.. Maka dari hasil ini dapat dikatakan bahwa dari segi SNR telah mencapai kelayakan, karena nilai SNR tersebut berada di atas nilai standar yang ditetapkan oleh PT. Telkom yaitu sebesar 21,5 dB.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengukur performansi jaringan yang berada di lapangan secara langsung agar dapat dibandingkan hasilnya dengan hasil simulasi dan perhitungan.

Daftar Pustaka :

1. Annas, Awaludin. (2010), Perancangan Sistem Informasi Geografis Sebagai Alat Bantu Perancangan Jaringan Optik Layanan Triple Play (Studi Kasus : Wilayah Bandung Turangga). Tugas Akhir Institut Teknologi Telkom.
2. Fitriani, "ANALISIS PERFORMANSI TEKNOLOGI GPON UNTUK LAYANAN BROADBAND STUDI KASUS TELKOM RDC BANDUNG", IT TELKOM, Bandung, 2008.
3. ITU-T Recommendation G.987.1 (2010), 10-Gigabit-capable passive optical networks (XG-PON): General requirements.
4. SPPS-27-48F-N2-IDFA Data Sheet