

Penerapan Gigabit Ethernet Passive Optical Network (GEPON) Untuk Aplikasi Sensor Jarak Jauh Berbasis Optisystem

Wahyuni Khabzli, Muhammad Diono

Jurusan Teknologi Industri, Politeknik Caltex Riau
Jalan Umban Sari No 1 Pekanbaru, (0761) 53939
e-mail: ayu@pcr.ac.id, diono@pcr.ac.id

Abstrak

Gigabit Ethernet Passive Optical Network (GEPON) merupakan jaringan akses fiber optik *point-to-multipoint* dengan kecepatan yang sangat sesuai untuk diimplementasikan pada aplikasi sensor jarak jauh. GEPON telah distandardisasi menurut IEEE 802.3ah. GEPON memiliki keunggulan karena menggabungkan keunggulan teknologi PON dan teknologi Ethernet. GEPON memiliki keunggulan yaitu biaya rendah; *bandwidth* tinggi; skalabilitas, reorganisasi layanan fleksibel dan cepat; kompatibilitas dengan ethernet yang ada sehingga manajemen menjadi mudah. Pada penelitian ini, perancangan aplikasi sensor jarak jauh dilakukan menggunakan teknologi GEPON pada salah satu client dari STO BKR, STO PBR, STO RBI dan STO ARK Pekanbaru. Aplikasi sensor jarak jauh ini disimulasikan menggunakan software Optisystem terhadap beberapa parameter uji yaitu Power Link Budget dan Bit Error Rate (BER). Berdasarkan data yang telah didapat dari simulasi, dilakukan analisis dan hasilnya dibandingkan dengan standar IEEE 802.3ah. Dari hasil pengukuran Optical Power Meter (OPM) diperoleh nilai level daya penerimaan lebih besar dari -28 dBm, dan BER saat downstream adalah 0 dimana toleransi BER ideal sebesar 10^{-9} .

Kata kunci: GEPON, aplikasi sensor, power link budget, BER

Abstract

Gigabit Ethernet Passive Optical Network (GEPON) is a *point-to-multipoint* fiber optic access network with a very suitable speed to be implemented in remote sensor application according to IEEE 802.3ah. GEPON has a low cost; high bandwidth; scalability, flexible and fast reorganization of services; compatibility with existing Ethernet so management becomes easy. In this study, the remote sensor application was designed using GEPON technology on one of the clients in STO BKR, STO PBR, STO RBI and STO ARK Pekanbaru. In this design, the GEPON is then simulated using a Optisystem software on some test parameters, namely Power Link Budget, and Bit Error Rate (BER). Based on the data that has been obtained from simulations, an analysis is carried out and the results will be compared with the IEEE 802.3ah standard. From the results of the Optical Power Meter (OPM) measurements obtained that the value of Power Link Budget is greater than -28 dBm, and the downstream BER is 0 where the ideal BER tolerance is 10^{-9} .

Keywords: GEPON, sensor application, power link budget, BER

1. Pendahuluan

GEPON (Gigabit Ethernet Passive Optical Network) merupakan jaringan akses fiber optik *point-to-multipoint* dengan kecepatan yang sangat sesuai untuk diimplementasikan pada konfigurasi FTTH (Fiber To The Home) yang telah distandardisasi menurut IEEE 802.3ah. GEPON menggabungkan keunggulan teknologi PON dan teknologi Ethernet sehingga GEPON memiliki biaya rendah; *bandwidth* tinggi; skalabilitas, reorganisasi layanan fleksibel dan cepat; kompatibilitas dengan Ethernet yang ada sehingga manajemen menjadi mudah. Saat ini terhitung hampir 95% komunikasi LAN menggunakan aplikasi Ethernet sehingga GEPON menjadi sangat efektif dalam mode komunikasi jaringan akses (Hambali, 2014). GEPON juga dapat memberikan layanan *broadband* dengan informasi digital seperti *voice*, internet dan *Triple Play Services* ke pelanggan.

Berdasarkan penelitian yang berjudul *Performance Analysis of FTTH Gigabit Ethernet Passive Optical Network (GEPON) System with Triple Play Services*, performansi dari FTTH berbasis GEPON pada layanan *Triple Play* seperti siaran video, *voice over IP* dan internet berkecepatan tinggi (panjang gelombang 1490 nm) yang memiliki rasio *splitting* 1:32 dievaluasi menggunakan teknik *Forward Error Correction* (FEC). Dengan menggunakan teknik FEC, jarak

transmisi serat optik menjadi lebih jauh dari 20 km menjadi 30 km dan *data rate* meningkat dari 1,25 Gb/s menjadi 2,50 Gb/s (Verma and Singhal, 2011).

Penelitian yang berjudul *Perancangan Arsitektur Jaringan Fiber To The Building (FTTB) dengan Teknologi GEPON di National Brain Centre Hospital Cawang* dimulai dengan mengumpulkan informasi data bangunan dan permintaan servis pelanggan *National Brain Centre Hospital Cawang*. Kemudian dari hasil pengumpulan informasi dilakukan perancangan jaringan FTTB dengan menentukan spesifikasi perangkat, jumlah perangkat, dan letak perangkat. Setelah dilakukan perancangan di NBC Hospital dapat diimplementasikan 6 buah ODC/Main POS, 7 ODP/Sub POS dan 47 buah ONU dengan 7 unit splitter 1:4 dan 6 unit splitter 1:8. Sedangkan berdasarkan perhitungan kelayakan sistem *Power Link Budget* didapatkan redaman total pada jarak terjauh sebesar 24,05486196 dB untuk *downlink* dan 24,30682745 dB untuk *uplink*. Hal ini masih berada dalam toleransi yang ditetapkan IEEE 803.2ah sebesar 28 dB. Hasil uji *Rise Time Budget* yaitu untuk arah *downlink* pada pelanggan terjauh menghasilkan total waktu sebesar 0,372 ns. Waktu tersebut masih berada dibawah nilai waktu sistem NRZ sebesar 0,5 ns. Untuk arah *uplink* pada pelanggan terjauh menghasilkan waktu total sebesar 0,367 ns. Waktu tersebut masih berada dibawah nilai waktu sistem NRZ sebesar 0,5 ns. Hasil uji performansi sistem SNR sebesar 25,452 dB yang menghasilkan BER sebesar $3,779636919 \times 10^{-21}$. Hal ini masih berada dalam toleransi karena BER ideal sebesar 10^{-9} (Dina, Munadi and Hambali, 2013).

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang aplikasi sensor jarak jauh dengan teknologi GEPON di empat wilayah yang mewakili kota Pekanbaru, yaitu: di Perumahan D'Anugrah Regency dari STO BKR (Bukit Raya), sensor jarak jauh di Perumahan Mega Asri dari STO PBR (Pekanbaru), sensor jarak jauh di Perumahan Griya Rumbai Lestari dari STO RBI (Rumbai) dan sensor jarak jauh di Perumahan Citraland dari STO ARK (Arengka). Jadi manfaat dari penelitian ini adalah penerapan aplikasi sensor jarak jauh berbasis teknologi GEPON dengan hasil yang handal, manajemen yang lebih mudah dan *cost* yang lebih rendah.

2. Perancangan GEPON pada Optisystem

Di dalam perancangan ini pengambilan data dilakukan dengan arah *downstream*. *Downstream* adalah proses pengujian dari STO menuju ONT, tempat aplikasi sensor jarak jauh ditempatkan. Berikut ini adalah parameter-parameter pada komponen yang diatur saat melakukan simulasi arah *downstream*.

Tabel 1 Parameter Layout Downstream

Component	Menu	Parameter	Value
Layout	Simulation	Sensitivity	-26 dBm
	Signal Tracing	Bitrate	1,25 Gbps

Tabel 2 Parameter OLT sebagai Transmitter

Component	Menu	Parameter	Value
Optical Transmitter	Main	Frequency	1490 nm
		Power	7 dBm
	PRBS	Bitrate	1,25 Gbps
	Coding	Modulation Type	NRZ
		Rise Time	260 ps
		Fall Time	260 ps

Tabel 3 Parameter Fiber Optik

Component	Menu	Parameter	Value			
			STO BKR	STO PBR	STO RBI	STO ARK
Optical Fiber	Main	Reference Wavelength	1490 nm	1490 nm	1490 nm	1490 nm
		Length	3,915 km	5,484 km	4,980 km	5,655 km
		Attenuation	$\leq 0,28$ dB/km	$\leq 0,28$ dB/km	$\leq 0,28$ dB/km	$\leq 0,28$ dB/km
		Dispersion	17 ps/nm/km	17 ps/nm/km	17 ps/nm/km	17 ps/nm/km

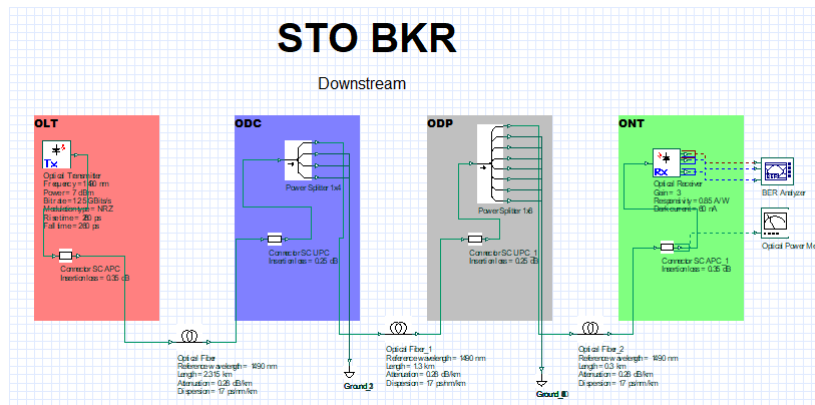
Tabel 4 Parameter Konektor dan Splice

Component	Menu	Parameter	Value
Connector	Main	Insertion Loss	0,25 dB/0,35 dB
Optical Attenuator	Main	Attenuation	0,1 dB

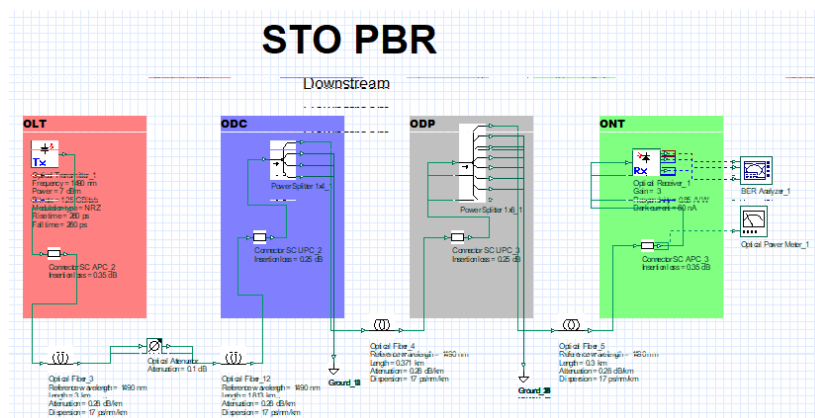
Tabel 5 Parameter ONT sebagai Receiver

Component	Menu	Parameter	Value
Optical Receiver	Main	Photodetector	PIN
		Gain	3 dB
		Responsivity	0,85 A/W
		Dark Current	60 nA

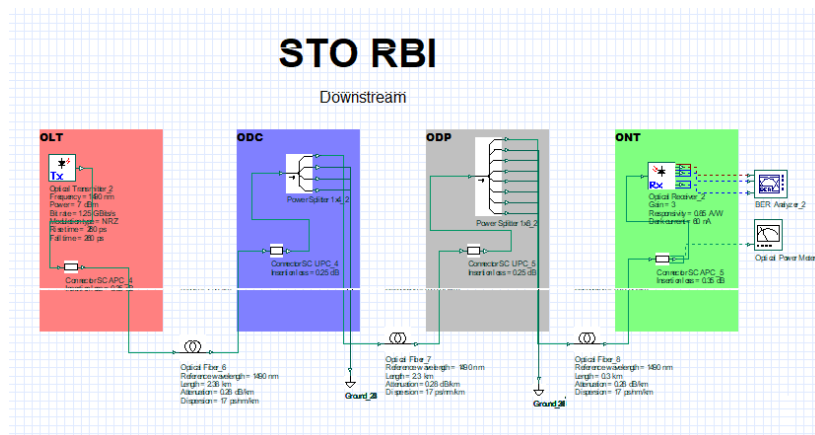
Gambar 1 menunjukkan simulasi arah *downstream* menggunakan *software Optisystem* dimulai dari OLT yang terletak di STO, kabel *feeder*, ODC, kabel distribusi, ODP, kabel *drop* hingga ONT yang terletak di rumah pelanggan.



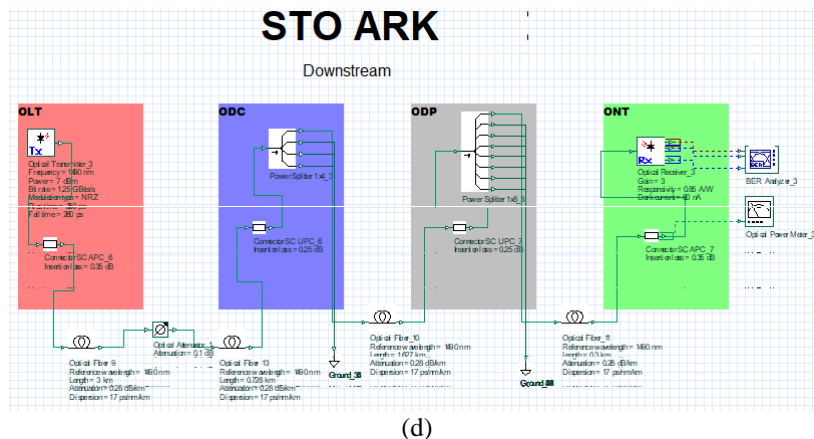
(a)



(b)



(c)



(d)
 Gambar 1 Tampilan Simulasi GEAPON arah *downstream* pada Optisystem (a) STO BKR (b) STO PBR (c) STO RBI (d) STO ARK

Pada blok OLT terdiri dari komponen-komponen penyusun yaitu *Pseudo Random Bit Sequences Generator (PRBS Generator)* yaitu berfungsi untuk membangkitkan bit-bit data secara acak sesuai dengan *bit rate* yang telah diatur. Pada simulasi ini *bit rate* pada PRBS Generator diberi nilai sebesar 1,25 Gbps sesuai dengan *bit rate* GEAPON arah *downstream*. Kemudian digunakan NRZ *Pulse Generator* sebagai pengubah sinyal-sinyal elektrik menjadi sinyal-sinyal optik dari bit-bit yang telah dibangkitkan oleh *PRBS Generator*. Pada OLT terdapat *Laser* yang berfungsi untuk membangkitkan sumber cahaya dengan panjang gelombang 1490 nm dan daya 7 dBm. Lalu konektor SC-APC pada blok OLT berfungsi untuk menghubungkan *E-Access* dan *O-Access* yang terdapat pada perangkat OLT tersebut dengan besar redaman 0,35 dB. Antara OLT dengan ODC dihubungkan oleh kabel *feeder*. Kabel *feeder* yang digunakan pada simulasi ini adalah kabel serat optik jenis G.652 yang memiliki redaman sebesar 0,28 dB/km dan *dispersion* 17 ps/nm/km saat arah *downstream*. Total panjang kabel *feeder* STO BKR adalah 2,315 km, STO PBR adalah 4,813 km, STO RBI adalah 2,380 dan STO ARK adalah 3,728 km. Karena panjang kabel fiber optik maksimum adalah 3 km sehingga pada STO PBR dan STO ARK diperlukan 1 (satu) kali proses *splicing* dengan redaman sebesar 0,1 dB.

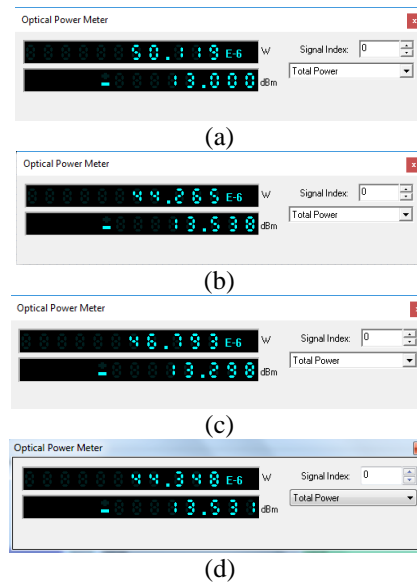
Pada blok ODC terdapat sebuah konektor SC-UPC dengan redaman 0,25 dB dan sebuah *passive splitter* 1x4. Antara ODC dengan ODP dihubungkan oleh kabel distribusi. Kabel distribusi yang digunakan pada simulasi ini adalah kabel serat optik jenis G.652 yang memiliki redaman sebesar 0,28 dB/km dan *dispersion* 17 ps/nm/km saat arah *downstream*. Total panjang kabel distribusi STO BKR adalah 1,3 km, STO PBR adalah 0,371 km, STO RBI adalah 2,3 km dan STO ARK adalah 1,627 km.

Pada blok ODP terdapat sebuah konektor SC-UPC dengan besar redaman 0,25 dB dan sebuah *passive splitter* 1x8. Antara ODP dengan ONT dihubungkan oleh kabel *drop*. Kabel *drop* yang digunakan pada simulasi ini adalah kabel serat optik jenis G.657 yang memiliki redaman sebesar 0,28 dB/km dan *dispersion* 17 ps/nm/km saat arah *downstream*. Total panjang kabel *drop* maksimum pada STO BKR, STO PBR, STO RBI dan STO ARK adalah 0,3 km.

Pada blok ONT terdiri dari sebuah konektor SC-APC dengan redaman 0,35 dB dan sebuah *receiver* yang memiliki gain 3 dB (2x), responsivitas sebesar 0,85 A/W dan *Dark Current* (ip) sebesar 60 nA. Pada sisi ONT dipasang *Optical Power Meter* (OPM) untuk mengetahui daya yang diterima pada sisi *receiver* dan *BER Analyzer* yang digunakan untuk mengetahui kinerja sistem yang disimulasikan melalui nilai BER.

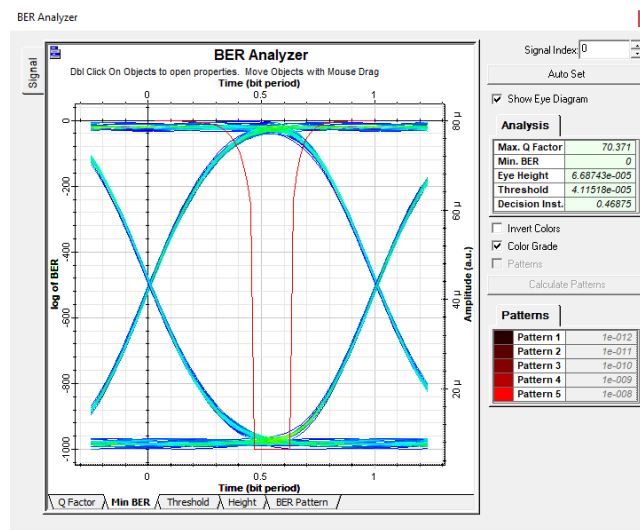
3. Hasil dan Analisis

Gambar 2 menunjukkan tampilan *Optical Power Meter* (OPM) sehingga dapat diketahui parameter *Power Link Budget* untuk jarak terjauh memiliki level daya penerimaan sebesar -13,000 dBm pada STO BKR, -13,538 dBm pada STO PBR, -13,298 dBm pada STO RBI dBm dan -13,531 dBm pada STO ARK, dimana untuk sensitivitas dari ONT sebesar -26 dBm. Hal ini berarti level daya yang diterima masih berada di atas sensitivitas perangkat, sehingga sistem yang direncanakan layak dan memenuhi syarat level daya terima.

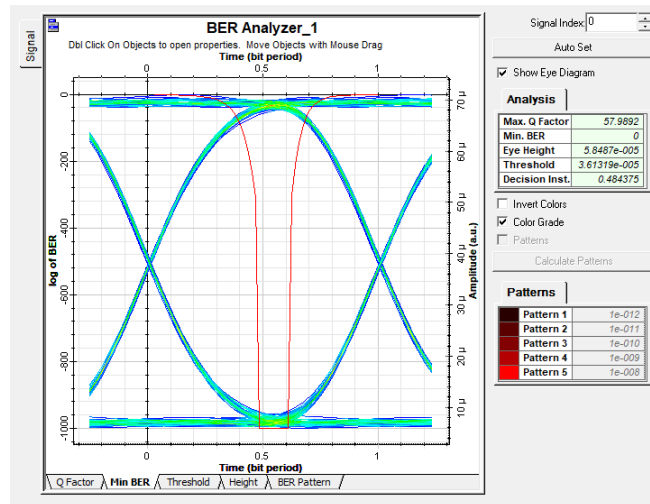


Gambar 2 Tampilan pada OPM GEAPON arah *downstream*
 (a) STO BKR (b) STO PBR (c) STO RBI (d) STO ARK

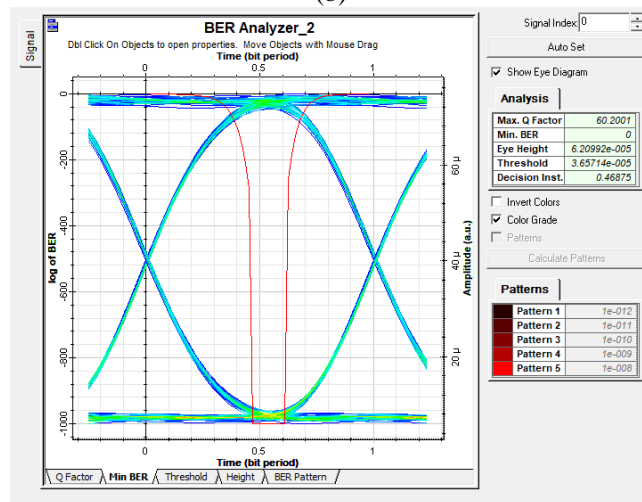
Gambar 3 menunjukkan nilai BER adalah 0 sehingga jaringan dapat dikatakan sangat baik karena nilai BER yang diperoleh lebih kecil dari 10^{-9} yang berarti hanya boleh 1 bit yang *error* dari 109 bit yang ditransmisikan. Performansi yang baik juga ditunjukkan oleh *eye diagram* yang menunjukkan perbedaan yang jelas antara informasi bit “1” dan bit “0” dan tidak memiliki *jitter*.



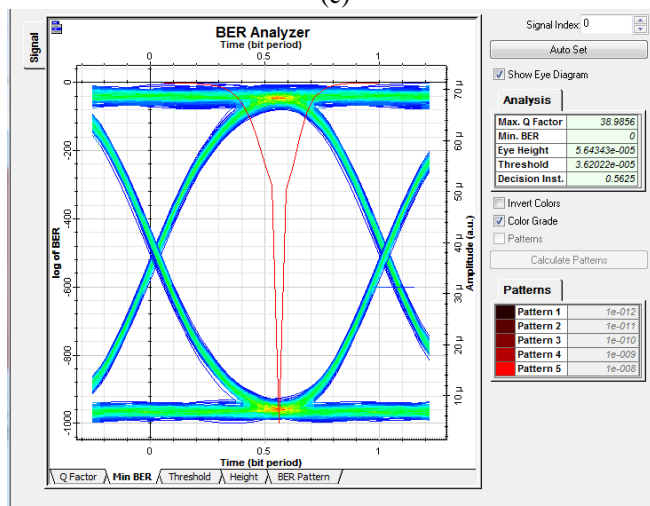
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3 Tampilan BER Analyzer GEAPON Arah Downstream (a) STO BKR (b) STO PBR (c) STO RBI (d) STO ARK

4. Kesimpulan

Penerapan Gigabit Ethernet Passive Optical Network (GEAPON) untuk aplikasi sensor jarak jauh pada STO BKR, STO PBR, STO RBI dan STO ARK berhasil diimplementasikan

karena hasil pengukuran sesuai dengan standar IEEE 802.3ah yaitu nilai *Power Link Budget* lebih besar dari -28 dBm, dan BER lebih kecil dari 10^{-9} .

Daftar Pustaka

- Azhar, F. *et al.* (2013) 'Analisis dan Perencanaan pada Arsitektur Fiber To The Home (FTTH) dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GEPON) Studi Kasus Royal Park Residence', pp. 1–11.
- Dina, A. B., Munadi, R. and Hambali, A. (2013) 'Perancangan Arsitektur Jaringan Fiber To The Building (FTTB) dengan Teknologi Gigabit Ethernet Passive Optical Network (GEPON) di National Brain Centre Cawang'.
- G. H. and Z. M. J. Alam, R. A. (2014) 'Improvement of Bit Error Rate in Fiber Optic Communication', *Int. J. Futur. Comput. Communication*, 4, pp. 281–286.
- G. P. Agrawal (2002) *Fiber-Optic Communication System, 3rd edition*. New York: John Wiley & Sons. doi: 10.13140/RG.2.1.4790.6641.
- Hambali, A. (2014) 'Jaringan Akses (GPON dan GEPON)', *Jaringan Akses (GPON dan GEPON)*. Available at: <http://ahambali.staff.telkomuniversity.ac.id/wp-content/uploads/sites/85/2014/05/Jaringan-Akses-GPONGEPON.pdf>.
- Pratama, R., Hambali, A. and Pambudi, A. D. (2015) 'Analisis Perbandingan Kinerja Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) dan Gigabit Ethernet Passive Optical Network (GEPON) Turbo Mode Pada Jaringan Passive Optical Network (PON) Comparative Performance Analysis of Technology Gigabit Passive Optic', pp. 4–11.
- Prof L.M Kachanov and Lemaitre, P. J. (2010) *Module 10: Receiver Noise and Bit Error Ratio Lecture: Receiver Noise and Bit Error Ratio*, <http://nptel.ac.in/courses/117101054/downloads/lect10.pdf>.
- Verma, N. and Singhal, A. (2011) 'Performance Analysis of FTTH Gigabit Ethernet Passive Optical Network (GEPON) System with Triple Play Services', *Ijct*, 7109(3), pp. 154–160.