



Aplikasi Sensor Jarak Jauh pada Penerapan Gigabit Passive Optical Network (GPON) Berbasis Optisystem

Wahyuni Khabzli¹, Muhammad Diono²

¹Politeknik Caltex Riau, email: ayu@pcr.ac.id

²Politeknik Caltex Riau, email: diono@polibatam.ac.id

Abstrak

Teknologi serat optik telah dapat digunakan sebagai aplikasi sensor jarak jauh. Selain kemampuannya dalam hal kecepatan dan kapasitas dalam transfer data, penggunaan serat optik pada aplikasi sensor jarak jauh adalah karena ukurannya yang kecil serta tidak membutuhkan sumber energi listrik. GPON (Gigabit Passive Optical Network) merupakan standar komunikasi optik yang dikembangkan oleh ITU-T via G.984. GPON memiliki beberapa keunggulan dibanding standar lain, yaitu: memiliki bandwidth yang besar dan efisiensi yang tinggi. Pada penelitian ini penulis merancang penggunaan serat optik pada aplikasi sensor jarak jauh menggunakan standar GPON pada salah satu client yang terhubung dengan STO BKR, STO PBR, STO RBI dan STO ARK Pekanbaru. Aplikasi sensor ini disimulasikan menggunakan software Optisystem dengan parameter pengujian yaitu power link budget dan Bit Error Rate (BER). Dari hasil pengukuran menggunakan Optical Power Meter (OPM) yang ada di Optosystem, diperoleh nilai level daya penerimaan lebih besar dari -28 dBm dan BER lebih kecil dari 10^{-9} .

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

Abstract

Optical fiber technology can be used as a remote sensor application. In addition to its ability in terms of speed and capacity in data transfer, the use of optical fiber in remote sensor applications is due to its small size and does not require an electrical energy source. GPON (Gigabit Passive Optical Network) is an optical communication standard developed by ITU-T via G.984. GPON has several advantages over other standards, namely: having large bandwidth and high efficiency. In this study the authors designed the use of optical fibers in remote sensor applications using the GPON standard on one client connected to STO BKR, STO PBR, STO RBI and STO ARK Pekanbaru. This sensor application is simulated using Optisystem software with parameters namely power link budget and Bit Error Rate (BER). From the results of measurements using Optical Power Meter (OPM) in the Optosystem, the value of the reception power level is greater than -28 dBm and BER is smaller than 10^{-9} .

Keywords: GPON, sensor applications, power link budget, BER

1. Pendahuluan

Teknologi serat optik telah dapat digunakan sebagai aplikasi sensor jarak jauh. Selain kemampuannya dalam hal kecepatan dan kapasitas dalam transfer data, penggunaan serat optik pada aplikasi sensor jarak jauh adalah karena ukurannya yang kecil serta tidak membutuhkan sumber energi listrik. GPON (Gigabit Passive Optical Network) merupakan standar komunikasi optik yang dikembangkan oleh ITU-T via G.984. GPON memiliki beberapa keunggulan dibanding standar lain, yaitu: memiliki bandwidth yang besar dan efisiensi yang tinggi.

Pemilihan penggunaan teknologi/standar dalam aplikasi serta optik mempengaruhi kemampuan serat optik sebagai media transmisi yang digunakan. GPON (Gigabit Passive Optical Network) merupakan standar yang paling baru yang lahir dari evolusi BPON [1]. GPON memiliki bandwidth dan efisiensi yang lebih tinggi. GPON menawarkan efisiensi paket pada trafik pengguna dengan segmentasi frame sehingga diperoleh QoS (Quality of service) yang lebih baik [2].

Pada penelitian sebelumnya (T. G. Orphanoudakis, H. C. Leligou and E. Kosmatos, "Performance Evaluation of GPON vs EPON for Multi-Services Access," *International Journal of Communication Systems*, pp. 187-202, 2009.) kinerja GPON untuk layanan multi akses dianggap lebih baik dibanding GPON terutama dalam hal efisiensi bandwidth.

Jurnal yang berjudul *Design and Implementation of a Fiber To The Home (FTTH) Access Network based on GPON* menyajikan perancangan dan implementasi secara rinci mengenai jaringan akses FTTH berbasis GPON yang menyediakan kapasitas 1000 users. Ukuran jaringan dan komponennya didefinisikan setelah menganalisa persyaratan/kebutuhan, jumlah lokasi, arah geografis dan infrastruktur yang tersedia. Untuk menilai validitas perancangan dilakukan perhitungan, Received Power yang paling rendah adalah -26 dBm, dan hasil Power Link Budget menunjukkan bahwa loss maksimum sebesar -23,196 dB yang jauh di bawah batas atas [3].

Pada penelitian dengan judul *Studi Perancangan Jaringan Akses FTTH dengan Menggunakan Teknologi GPON di Perumahan CBD Polonia Medan* dirancang jaringan FTTH (Fiber To The Home) menggunakan teknologi GPON dari STO sampai ke perumahan CBD Polonia Medan. Dalam perancangan dilakukan penentuan perangkat, tata letak, dan volume perangkat yang digunakan. Kemudian untuk menentukan kelayakan sistem dianalisis dengan parameter Rise Time Budget dan Power Link Budget. Hasil analisis perhitungan dari perancangan FTTH di perumahan CBD Polonia Medan, bahwa Rise Time Total untuk downlink dan uplink menghasilkan total waktu sistem sebesar 0,2534 ns dan 0,251 ns. Nilai Power Margin untuk downlink dan uplink sebesar 9,1 dB dan 8,68 dB sehingga mengindikasikan bahwa link memenuhi kelayakan Power Link Budget [4].

Pada penelitian *Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) di Private Village, Cikoneng* dapat diketahui bahwa parameter-parameter Power Link Budget dan Rise Time Budget dihitung untuk mengetahui kelayakan sistem dan BER untuk performance sistem yang disimulasikan pada OptySystem. Dari perhitungan Power Link Budget, total redaman yang dihasilkan sebesar 24,74016 dB untuk downstream dan 10,3927 dB untuk upstream. Hasil daya di penerima bernilai -21,74016 dBm untuk downstream dan -7,3927 dBm untuk upstream. Sedangkan untuk nilai Rise Time Budget adalah 0,25 ns untuk downstream dan 0,25 ns untuk upstream. Untuk parameter performansi sistem yaitu BER yang dihasilkan dari simulasi Optisystem, didapatkan nilai BER downstream sebesar $14,09703 \times 10^{-35}$ dan untuk upstream sebesar 0. Sehingga dapat disimpulkan kedua nilai tersebut memenuhi nilai minimum BER yang ditentukan untuk optik yaitu 10^{-9} [5].

Teknologi serat optik telah dapat digunakan sebagai aplikasi sensor jarak jauh. Penggunaan serat optik merupakan peningkatan yang signifikan dari wireless sensors networks (WSN) [6]. WSN merupakan aplikasi sensor jarak jauh yang memiliki beberapa kelemahan, antara lain dalam hal interferensi, mudah rusak, keamanan, bit rate dan jarak yang terbatas. Selain kemampuannya dalam hal kecepatan dan kapasitas dalam transfer data, penggunaan serat optik pada aplikasi sensor jarak jauh adalah karena ukurannya yang kecil serta tidak membutuhkan sumber energi listrik.

Pada penelitian [7], telah diteliti terkait penggunaan serat optik untuk aplikasi sistem pengukuran beban berjalan. Penelitian tersebut diharapkan dapat mengetahui potensi serat optik sebagai sensor beban. Dari pengujian pada penelitian didapatkan error sebesar 28,3 %; 8,1 %; 2,9 %; 4,5 % dan 6,4 % untuk nilai beban berbeda. Hal ini menunjukkan serat optik bisa diaplikasikan sebagai sensor.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang aplikasi sensor jarak jauh dengan teknologi GPON 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). Manfaat dari penelitian ini adalah penerapan aplikasi sensor jarak jauh berbasis teknologi GPON dengan hasil yang handal, manajemen yang lebih mudah dan cost yang lebih rendah.

2. Perancangan GPON pada Optisystem

Pada simulasi ini dilakukan pengambilan data dengan arah komunikasi *upstream* yaitu: dari ONT, lokasi sensor ditempatkan, menuju ke STO. Berikut adalah parameter-parameter simulasi yang ditentukan untuk komponen yang digunakan pada komunikasi *upstream*.

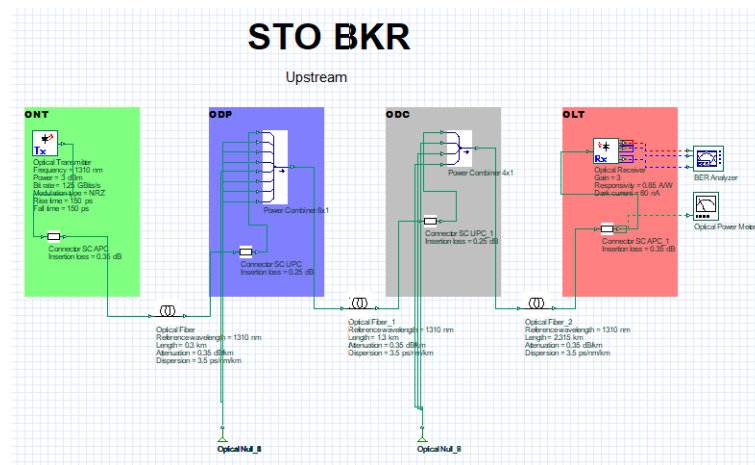
Tabel 1. Jarak Antar Perangkat

No.	Perangkat	Jarak (Meter)			
		STO BKR	STO PBR	STO RBI	STO ARK
1	Dari OLT (STO RBI) ke ODC	2.315	4.813	2.380	3.728
2	Dari ODC ke ODP	1.300	371	2.300	1.627
3	Dari ODP ke ONT	Max 300	Max 300	Max 300	Max 300

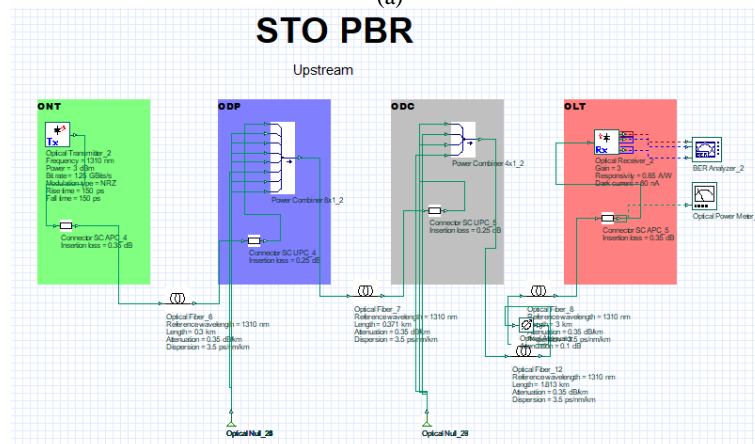
Tabel 2. Spesifikasi Perangkat

Perangkat	Parameter	Spesifikasi	Unit
Fiber Optik G.652	Attenuation at 1310 nm	$\leq 0,35$	dB/km
	Attenuation at 1550 nm	$\leq 0,21$	dB/km
	Attenuation at 1490 nm	$\leq 0,28$	dB/km
	Chromatic Dispersion at 1285-1330 nm	$\leq 3,5$	ps/nm/km
	Chromatic Dispersion at 1490-1550 nm	≤ 17	ps/nm/km
Fiber Optik G.657	Attenuation at 1310 nm	$\leq 0,35$	dB/km
	Attenuation at 1383 nm	$\leq 0,31$	dB/km
	Attenuation at 1490 nm	$\leq 0,28$	dB/km
	Attenuation at 1550 nm	$\leq 0,21$	dB/km
	Attenuation at 1625 nm	$\leq 0,23$	dB/km
Konektor SC	Fiber Type SC-APC	0,35	dB
	Fiber Type SC-UPC	0,25	dB
Passive Splitter	Insertion Loss 1:4	7,25	dB
	Insertion Loss 1:8	10,38	dB

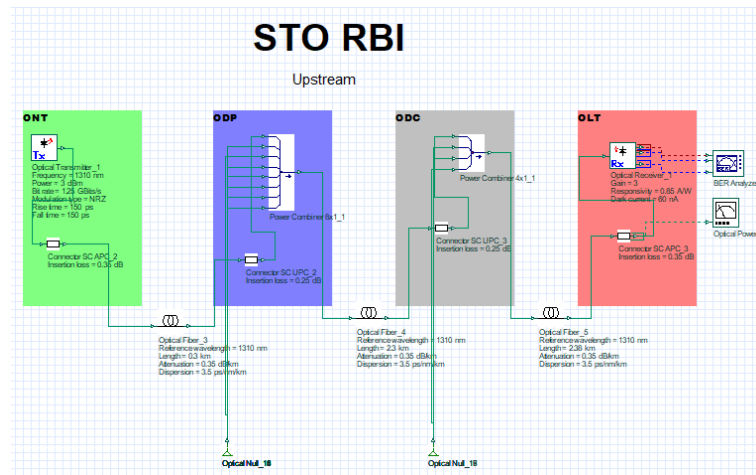
Gambar 1 menunjukkan komunikasi *upstream* pada aplikasi sensor jarak jauh menggunakan *software Optisystem* dimulai dari ONT di rumah pelanggan tempat meletakkan sensor, kabel drop, ODP, kabel distribusi, ODC, kabel *feeder* hingga ke STO.



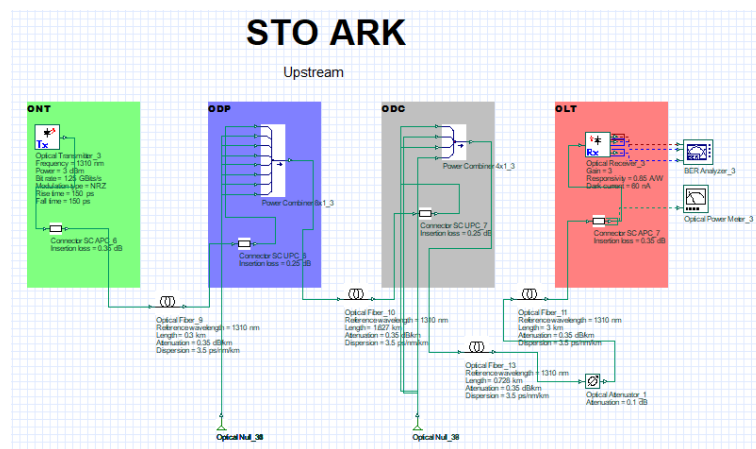
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 1. Tampilan Simulasi GPON Arah *Upstream* pada *Optisystem* (a) STO BKR (b) STO PBR (c) STO RBI (d) STO ARK

Pada simulasi yang dibuat, terdapat 4 blok pada GPON, antara lain : Blok ONT, blok ODP, blok ODC dan OLT.

Blok ONT menggunakan komponen *Pseudo Random Bit Sequences Generator (PRBS Generator)* sebagai pembangkitkan bit-bit data secara acak sesuai dengan *bitrate* GPON arah *upstream*, yaitu 1,25 Gbps. Sebagai pengubah sinyal elektrik berupa bit-bit yang telah dibangkitkan oleh *PRBS Generator* menjadi sinyal optik, digunakan *NRZ Pulse Generator*. Pada ONT menggunakan *Laser* sebagai pembangkitkan cahaya dengan panjang gelombang 1310 nm dan daya 3 dBm serta konektor SC-APC dengan besar redaman 0,35 dB. Antara ONT dengan ODP dihubungkan oleh kabel *drop*. Kabel *drop* yang digunakan untuk menghubungkan ONT dengan ODP pada simulasi ini adalah kabel serat optik jenis G.657 dengan redaman sebesar 0,35 dB/km dan *dispersion* 3,5 ps/nm/km saat arah *upstream*. Total panjang kabel *drop* maksimum untuk keempat STO adalah 0,3 km.

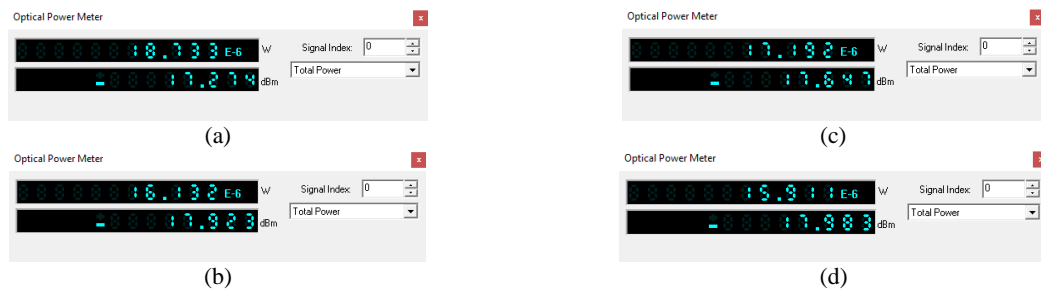
Pada blok ODP menggunakan konektor SC-UPC dengan redaman sebesar 0,25 dB dan sebuah *passive combiner* 8x1. Pada simulasi ini, kabel distribusi yang digunakan untuk menghubungkan ODP dengan ODC adalah kabel serat optik jenis G.652 dengan redaman sebesar 0,35 dB/km dan *dispersion* 3,5 ps/nm/km. Total panjang kabel distribusi untuk masing-masing STO yaitu: STO BKR 1,3 km, STO PBR 0,371 km, STO RBI 2,3 km dan STO ARK 1,627 km.

Pada blok ODC menggunakan konektor SC-UPC dengan redaman sebesar 0,25 dB dan sebuah *passive combiner* 4x1. Kabel *feeder* yang digunakan untuk menghubungkan ODC dengan OLT pada simulasi ini adalah serat optik jenis G.652 dengan redaman sebesar 0,35 dB/km dan *dispersion* 3,5 ps/nm/km dengan 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. Maksimal Panjang kabel yang diizinkan adalah 3 km, maka dua STO (PBR, ARK) memerlukan proses splicing dengan redaman sebesar 0,1 dB.

Pada blok OLT digunakan sebuah konektor yang berfungsi menghubungkan *E-Access* dan *O-Access*. Konektor SC-APC tersebut memiliki redaman 0,35 dB. Receiver yang diletakkan pada blok OLT memiliki gain 3 dB (2x), responsivitas 0,85 A/W dan *Dark Current* (ip) sebesar 60 nA. Untuk mengukur daya terima di sisi *receiver* digunakan sebuah *Optical Power Meter* (OPM) dan untuk mengetahui nilai BER sebagai parameter kinerja sistem yang sudah disimulasi, dipasang *BER Analyzer*.

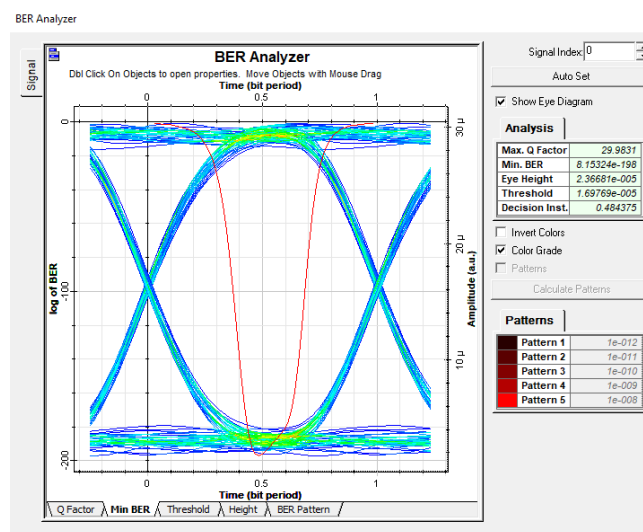
3. Hasil dan Analisis

Berikut hasil simulasi untuk keempat STO sesuai dengan perancangan yang dilakukan:

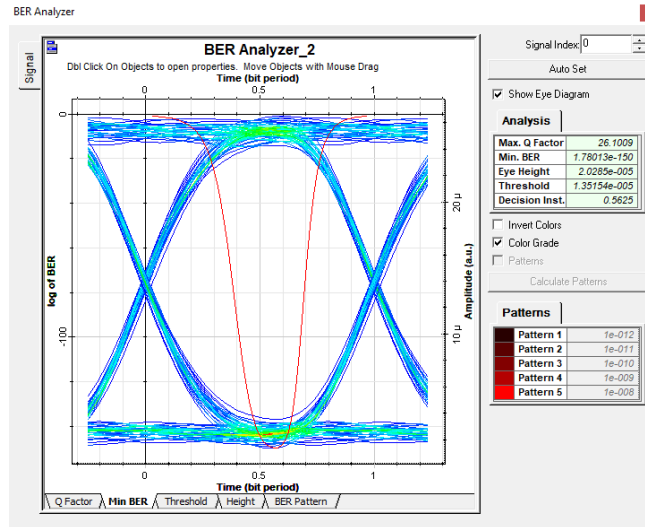


Gambar 2. Tampilan pada OPM GPON Arah Upstream
(a) STO BKR (b) STO PBR (c) STO RBI (d) STO ARK

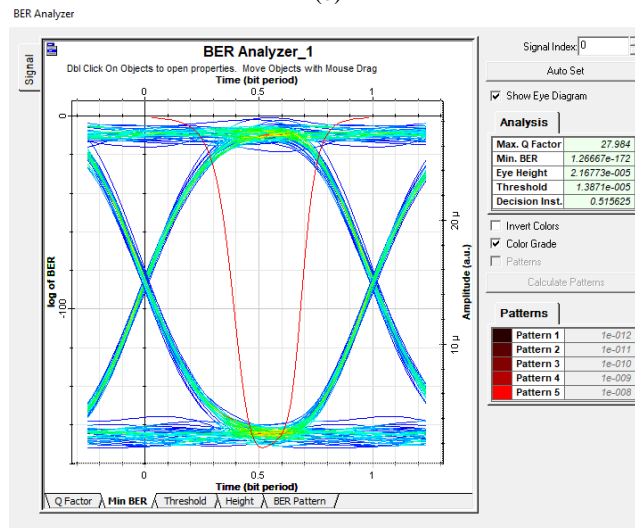
Gambar 2 menunjukkan bahwa level daya yang diterima pada simulasi lebih besar dari nilai sensitivitas perangkat penerima (OLT) yaitu -28 dBm. Tampilan hasil pengukuran level daya terima pada OPM untuk STO BKR sebesar -17,274 dBm, -17,923 dBm pada STO PBR, -17,647 dBm pada STO RBI dan -17,983 dBm pada STO ARK. Dari data tersebut, dinyatakan bahwa system yang dirancang layak dan memenuhi syarat level daya terima.



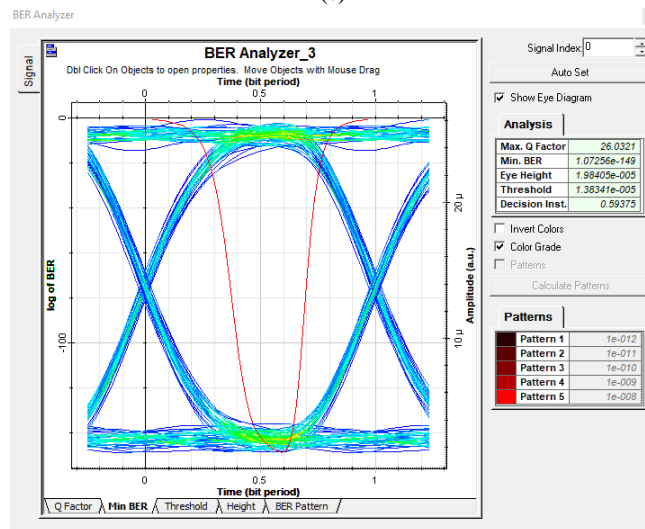
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3. Tampilan pada BER Analyzer GPON Arah Upstream
(a) STO BKR (b) STO PBR (c) STO RBI (d) STO ARK

Gambar 3 menunjukkan nilai BER untuk 4 STO yang disimulasi. BER pada STO BKR sebesar $8,1532 \times 10^{-198}$, pada STO PBR $1,7801 \times 10^{-150}$, pada STO RBI $1,26667 \times 10^{-172}$ dan

$1,07256 \times 10^{-149}$ pada STO ARK. Dari nilai BER yang diperoleh, dapat dikatakan bahwa jaringan yang dirancang sangat baik karena nilai BER yang diperoleh lebih kecil dari 10^{-9} . Jaringan juga memiliki performansi yang baik dilihat dari *eye diagram* yang menunjukkan perbedaan yang jelas antara informasi bit “1” dan bit “0” dan tidak memiliki *jitter*.

4. Kesimpulan

Aplikasi sensor jarak jauh yang diterapkan menggunakan *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) pada beberapa lokasi pelanggan yang terhubung dengan STO BKR, STO PBR, STO RBI dan STO ARK berhasil diimplementasikan karena diperoleh hasil pengukuran simulasi yaitu: nilai Power Link Budget lebih besar dari -28 dBm, dan BER lebih kecil dari 10^{-9} , sesuai dengan standar ITU-T G.984.

Daftar Pustaka

- [1] Asensi, J. S. (2011). Design of Passive Optical Network.
- [2] Hazra, D. (2013). Performance Analysis of 1.25 Gbps Downstream transmission of GPON-FTTX. International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 4.
- [3] Al-Quzwini, M. (2014) ‘Design and Implementation of a Fiber to the Home FTTH Access Network based on GPON’, International Journal of Computer Applications, 92(6), pp. 30–42. Available at: <http://ijcaonline.com/archives/volume92/number6/16015-5050>.
- [4] Faruqi, I. and Panjaitan, S. P. (2014) ‘Studi Perancangan Jaringan Akses Fiber To the Home (FttH) Dengan Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (Gpon) Di Perumahan Cbd Polonia Medan’, pp. 25–29.
- [5] P, I. G. D., Si, S. and Bermano, A. R. (2015) ‘Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) di Private Village , Cikoneng Design of Fiber to The Home Access Network Using Gigabit Passive Optical Network Technology at Private Village , ’.
- [6] Montserrat, M. (2012). Optical Fiber Networks for Remote Fiber Optic Sensors. Sensors, 3929-3951.
- [7] Setiono, A., Hanto, D., & Widiyatmoko, B. (2013). Investigasi Sensor Serat Optik untuk Aplikasi Sistem Pengukuran Berat Beban Berjalan (Weight in Motion System). TELAAH Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi , 81-86.