

Analisis Perancangan Sistem (Wavelength Division Multiplexing) Wdm-Pon Pada Teknologi Xg-Pon Dengan Menggunakan Software Optisystem

Dini Angraini^{1,*}, Efri Sandi² dan Arum Setyowati³

¹ Mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik – UNJ

^{2,3}Dosen Prodi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik – UNJ

Abstrak. Teknologi XG-PON merupakan pengembangan dari teknologi G-PON. Perbedaan XG-PON dengan G-PON adalah *bitrate* nya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perancangan dari sistem WDM-PON pada teknologi XG-PON dengan menggunakan *software optisystem*. Pada perancangan penelitian memiliki beberapa parameter data yang diambil, antara lain *Q-Factor*, *Bit Error Rate* dan *Power Link Budget*. Rancang jaringan WDM-PON pada teknologi XG-PON menggunakan *software optisystem* melalui tahap simulasi dengan cara mengubah jarak 10-50 Km dan mengubah P_{Tx} sebesar 2-8 dBm pada *software optisystem*. Hasil yang didapatkan dari rancangan WDM-PON pada teknologi XG-PON adalah layak dengan memenuhi standar jaringan yang ada dengan *Power Link Budget* sebesar -27.54 dBm. Serta mendapatkan hasil dari penelitian *Bit Error Rate* terhadap jarak dimana semakin dekat jarak maka *Bit Error Rate* akan semakin bagus dan bila semakin jauh jarak maka *Bit Error Rate* akan semakin buruk.

Kata Kunci : WDM-PON, XG-PON, Optisystem

Abstract. XG-PON technology is a development of G-PON technology. The difference between XG-PON and G-PON is the *bitrate*. This study aims to analyze the design of the WDM-PON system on XG-PON technology using *optisystem* software. The research design has several data parameters taken, including *Q-Factor*, *Bit Error Rate* and *Power Link Budget*. Design the WDM-PON network on XG-PON technology using *optisystem* software through a simulation stage by changing the distance from 10 to 50 Km and changing the P_{Tx} by 2-8 dBm in *optisystem* software. The results obtained from the WDM-PON design on XG-PON technology are feasible by meeting the existing network standards with a *Power Link Budget* of -27.54 dBm. And get the results from the *Bit Error Rate* research on the distance where the closer the distance is, the better the *Bit Error Rate* will be and the farther the distance, the *Bit Error Rate* will be worse.

Keywords: WDM-PON, XG-PON, Optisystem

1. Pendahuluan

Pada zaman yang modern kebutuhan masyarakat akan telekomunikasi semakin meningkat. Telekomunikasi sangat berperan di berbagai bidang kehidupan seperti perekonomian, kesehatan, politik, dan lain sebagainya. Berdasarkan hal ini, perusahaan penyedia layanan telekomunikasi terdorong untuk terus berusaha mewujudkan berbagai jenis pelayanan komunikasi yang lebih canggih dengan akses yang cepat dan dengan harga yang terjangkau.

Kebutuhan akan *bandwidth* menjadi hal yang paling mendasar dalam dunia telekomunikasi terutama dalam komunikasi multimedia. Pada saat ini permintaan akan *high speed service* bertambah dengan pesat. Hal ini menurut para *provider* memberikan layanan yang memuaskan bagi para *costumer* [1]. Keterbatasan jaringan akses tembaga yang dinilai saat ini masih belum mampu menampung kapasitas *bandwidth* yang besar serta kecepatan yang tinggi telah menekan penyedia layanan untuk membuat atau mengembangkan teknologi baru dari infrastruktur sebelumnya agar dapat memenuhi kebutuhan masyarakat modern yang biasa menggunakan internet sebagai pegangan utama atau alat bantu dalam mendapatkan informasi.

Serat optik merupakan salah satu media transmisi komunikasi optik yang cukup handal. Alternatif ini dipilih karena serat optik mempunyai beberapa kelebihan yang tidak dimiliki oleh media transmisi yang lain. Setelah tahun 1970, ketika mulai terdapat serat optik dengan susutan lebih kecil dari 20dB/km, perkembangan semakin dipacu. Dengan bahan-bahan dasar yang makin murni dan teknik pembuatan yang makin teliti, koefisien susutan dapat mencapai kurang dari 5 dB/km [2].

*Corresponding author: diniangraini0722@gmail.com

Jarlokaf (jaringan lokal akses fiber) merupakan solusi strategis bagi jaringan pelanggan untuk layanan *broadband*. Dengan menggunakan berbagai metode transmisi, teknologi jarlokaf bisa menjamin ketersediaan *bandwidth* jaringan akses hingga beberapa *Gbps* dan bisa bertambah sesuai dengan perkembangan teknologi.

Didorong oleh maraknya keanekaragaman layanan *bandwidth*, arsitektur *Passive Optical Network (PON)* telah mengalami peningkatan *availability*, *data rate* dan *service* dalam decade terakhir. IEEE dan ITU-T bersama-sama dengan *Full Service Access Network (FSAN)* telah mengusulkan *Next Generation PON (NG-PON)*. NG-PON dibagi menjadi dua tahap atau *stage*: tahap pertama NG-PON1 (*NG-PON Stage 1*) dan tahap kedua NG-PON2 (*NG-PON Stage 2*). NG-PON1 lebih dikenal dengan *midterm next generation* berdasarkan dengan 10 Gbps untuk setiap *downstream* dan *upstream*. NG-PON 1 atau disebut juga XG-PON, telah digunakan di Negara Singapore oleh provider M1 dan Singtel [3]

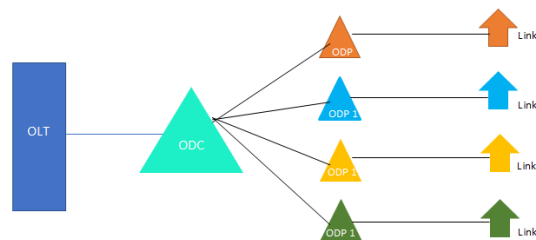
Bagaimana menganalisis dan merancang sistem WDM-PON pada teknologi XG-PON dengan menggunakan *software optisystem*?

Mahasiswa dapat mengetahui bagaimana cara merancang dan menganalisis sistem WDM-PON pada teknologi XG-PON dengan menggunakan *software optisystem*.

2. Metodologi

Metode penelitian yang digunakan adalah Metode rekayasa teknik. Dalam penelitian ini, peneliti mengawali dengan pengumpulan data mengenai WDM dan teknologi XGPON. Selanjutnya peneliti melakukan pencarian spesifikasi perangkat yang dapat digunakan pada teknologi XGPON. Kemudian peneliti melakukan pembuatan rancangan yang diawali dengan menentukan *software* yang digunakan. *Software* yang digunakan adalah *Optisystem*. Dengan menggunakan *software* ini peneliti melakukan percobaan simulasi jaringan optik XG-PON dengan mengubah nilai *power*, dan jarak. Kemudian peneliti melakukan perhitungan manual link *power budget*, *bit error rate (BER)*, dan *Q-factor*. Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan manual, peneliti akan melakukan analisis simulasi rancangan yang telah dibuat pada *software optisystem* untuk kemudian dibandingkan dengan perhitungan manual yang telah dilakukan.

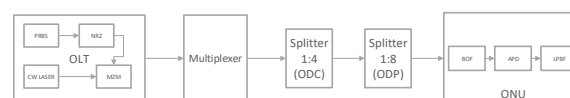
Teknik dan prosedur yang dilakukan peneliti dalam pengumpulan data yang pertama adalah membuat rancangan simulasi penelitian. Rancangan simulasi penelitiannya seperti yang ditunjukkan pada gambar 1



Gambar 1 Rancangan Simulasi

Simulasi diawali dengan membuat 1 buah OLT (*Optical Line Terminal*) sebagai daya input (Ptx) dalam dBm. Lalu dilanjutkan dengan menempatkan satu buah ODC (*Optical Distribution Cabinet*) yang berisi *splitter* 1:4. Kemudian dilanjutkan dengan menempatkan 4 buah ODP (*Optical Distribution Point*) yang masing masing berisi *splitter* 1:8. Untuk keluaranya ditempatkan 1 buah link dari masing masing ODP, sehingga keluarannya 4 link /ONU (*Optical Network Unit*).

Berikut ilustrasi dari perencanaan model jaringan pada *software optisystem*, ditunjukkan pada gambar 2



Gambar 2. perencanaan model jaringan pada *software optisystem*

Setelah membuat simulasi maka lanjut ke tahap selanjutnya yaitu pengukuran. Tabel 1 adalah tabel pengukuran daya

Tabel 1 Pengukuran daya menggunakan *optisystem*

P_{Tx} (dBm)	P_{Rx} (dBm)			
	Link 1	Link 2	Link 3	Link 4
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Untuk mengetahui total *link power budget* dilakukan dengan menngisi tabel 2

Tabel 2 Pengukuran *link power budget*

No. Link	P_{Tx}	$\Sigma Loss$	$\Sigma Gain$	<i>Loss Margin</i>	P_{Rx}
1					
2					
3					
4					

Dilanjutkan dengan membandingkan nilai pengukuran dan perhitungan Q-factor dan BER dengan mengisi tabel 2.3

Tabel 3 Tabel perhitungan Q-Factor dan BER

Jarak (KM)	Link 1		Link 2		Link 3		Link 4	
	Q Factor	BER	Q Factor	BER	Q Factor	BER	Q Factor	BER
1								
2								
3								
Dst								

3. Hasil

Seperti yang telah disebutkan pada bab III, pengukuran pertama adalah pengukuran daya pada tabel 4

Tabel 4 Hasil pengukuran P_{Rx}

P_{Tx} (dBm)	P_{Rx} (dBm)			
	<i>Link 1</i>	<i>Link 2</i>	<i>Link 3</i>	<i>Link 4</i>
2	-25.54	-25.54	-25.54	-25.84
3	-24.54	-24.54	-24.54	-24.84
4	-23.54	-23.54	-23.54	-23.84
5	-22.54	-22.54	-22.54	-22.84
6	-21.54	-21.54	-21.54	-21.84
7	-20.54	-20.54	-20.54	-20.84
8	-19.54	-19.54	-19.54	-19.84

Setelah mengetahui hasil pengukuran P_{Rx} dilanjutkan dengan mencari total *Link power budget* dengan menggunakan persamaan

$$P_{Rx} = P_{Tx} - \Sigma Loss + \Sigma Gain - Loss Margin$$

Dan mengisi tabel 5

Tabel 5. Perhitungan Total *Link Power Budget*

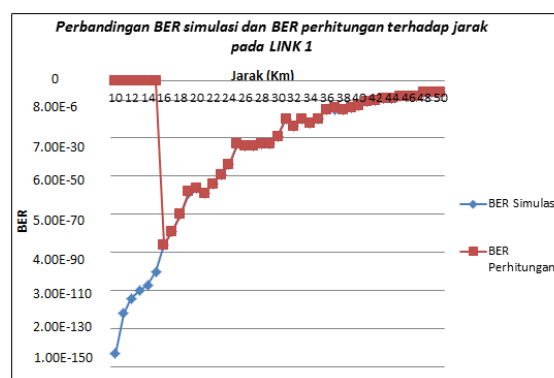
No. Link	P_{Tx}	$\Sigma Loss$	$\Sigma Gain$	Loss Margin	P_{Rx}
1	3	27.54	0	3	-27.54
2	3	27.54	0	3	-27.54
3	3	27.54	0	3	-27.53
4	3	27.84	0	3	-27.84

Setelah mendapatkan hasil perhitungan *link power budget* maka dilanjutkan dengan perhitungan BER (*Bit Error Rate*) dan Q factor menggunakan persamaan

$$BER = Pe(Q) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{e^{-\frac{Q^2}{2}}}{Q}$$

Tabel 6. perbandingan BER dan Q-Factor pada Link 1

Jarak (KM)	Link 1		
	Q Factor	BER (Simulasi)	BER (Perhitungan)
10	25.47	$2.0 \cdot 10^{-143}$	0
20	15.75	$3.4 \cdot 10^{-56}$	$3.4 \cdot 10^{-56}$
30	11.22	$1.4 \cdot 10^{-29}$	$1.6 \cdot 10^{-29}$
40	7.06	$7.8 \cdot 10^{-13}$	$8.4 \cdot 10^{-13}$
50	4.33	$7.3 \cdot 10^{-6}$	$7.8 \cdot 10^{-6}$

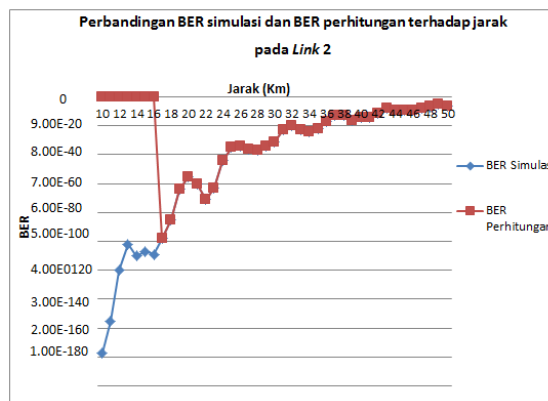


Gambar 3. Grafik Perbandingan BER simulasi dan BER perhitungan pada link 1

Pada gambar 3 terlihat bahwa BER pada pengukuran dan BER pada perhitungan *link 1* hasilnya hampir sama. Pada BER perhitungan yang menunjukkan angka 0 karena pada kalkulator tidak dapat menunjukkan hasil pangkat -100.

Tabel 7. perbandingan BER dan Q-Factor pada Link 2

Jarak (KM)	Link 2		
	Q Factor	BER (Simulasi)	BER (Perhitungan)
10	28.36	2.3×10^{-177}	0
20	15.56	6.0×10^{-55}	6.8×10^{-55}
30	11.53	4.6×10^{-31}	4.6×10^{-31}
40	7.60	1.4×10^{-14}	1.5×10^{-14}
50	4.34	6.8×10^{-6}	7.4×10^{-6}

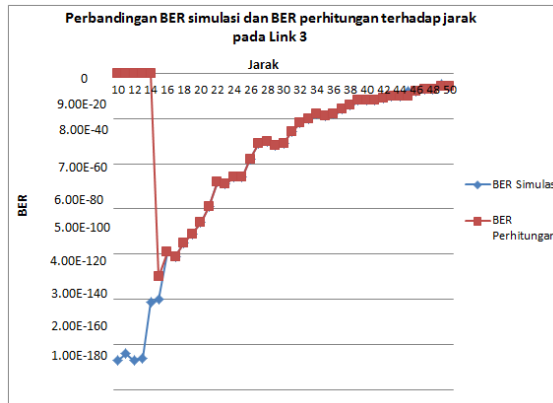


Gambar 4 Grafik Perbandingan BER simulasi dan BER perhitungan pada link 2

Seperti pada Link 1, chart link 2 gambar 4 menunjukkan bahwa BER simulasi dengan BER perhitungan adalah sama.

Tabel 8. perbandingan BER dan Q-Factor pada Link 3

Jarak (KM)	Link 3		
	Q Factor	BER (Simulasi)	BER (Perhitungan)
10	23.98	1.8×10^{-127}	0
20	17.16	2.3×10^{-66}	2.6×10^{-66}
30	11.54	4.0×10^{-31}	4.1×10^{-31}
40	6.71	9.4×10^{-12}	9.9×10^{-12}
50	4.3	8.7×10^{-6}	8.9×10^{-6}

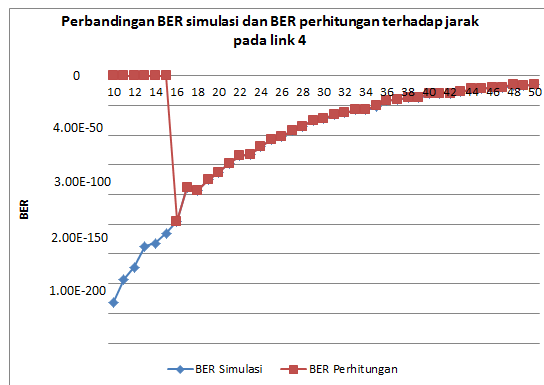


Gambar 5. Grafik Perbandingan BER simulasi dan BER perhitungan pada link 3

Masih seperti link 1 dan link ke 2, grafik pada link 3 adalah sama pada BER perhitungan dan BER simulasi

Tabel 9. perbandingan BER dan Q-Factor pada Link 4

Jarak (KM)	Link 4		
	Q Factor	BER (Simulasi)	BER (Perhitungan)
10	26.38	$1.1 * 10^{-153}$	0
20	17.05	$1.5 * 10^{-65}$	$1.7 * 10^{-65}$
30	11.08	$7.0 * 10^{-29}$	$7.9 * 10^{-29}$
40	6.94	$1.8 * 10^{-12}$	$1.9 * 10^{-12}$
50	4.50	$2.6 * 10^{-6}$	$3.5 * 10^{-6}$



Gambar 6. Grafik Perbandingan BER simulasi dan BER perhitungan pada link 4

Hasil BER simulasi dan BER Perhitungan adalah kurang lebih sama dengan selisih yang sangat sedikit yaitu nol koma.

Penelitian di atas menjelaskan bahwa jarak sangat mempengaruhi nilai BER (*Bit Error Rate*) dimana semakin kecil jaraknya maka semakin kecil nilai BER (*Bit Error Rate*), hal ini berarti bahwa *error*nya sedikit, dan semakin besar jaraknya maka nilai BER (*Bit Error Rate*) nya semakin buruk yang berarti akan banyak terjadi *error* pada saat pengiriman data.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa berdasarkan hasil perancangan dapat dinyatakan bahwa sistem WDM-PON pada teknologi XG-PON dapat di rancang dan dianalisis dengan menggunakan *software optisystem*. Hasil analisis dari perancangan sistem WDM-PON pada Teknologi XG-PON menggunakan simulasi *Optisystem*

telah memenuhi spesifikasi berdasarkan standar ITU – T yaitu *Power Link Budget* sebesar -27.54dBm, BER 3.4×10^{-56} dan Q factor 15.75. Selain itu, seluruh *link* objek penelitian juga telah memenuhi rekomendasi panjang kabel maksimal XG-PON yaitu 20 km. Berdasarkan tabel perbandingan BER terhadap jarak, dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin dekat panjang kabel maka semakin kecil BERnya yang artinya bagus karena *error* nya sedikit, sedangkan bila panjang kabel semakin jauh maka BERnya menjadi semakin besar yang artinya tidak bagus karena akan banyak terjadi *error*.

Daftar pustaka

1. Kaiser, Gerd. 2000. *Optical Fiber Communication, 3rd edition*, Mc Graw-Hill United States of America
2. Maharani, Hanna Savira. 2015. *Analisis link budget jaringan komunikasi Fiber to the home (FTTH) di STO Pondok Kelapa* [Skripsi]. Jakarta : Fakultas Teknik, Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Universitas Negeri Jakarta.
3. Pragulo, Sukhendro. 2012. *Modul Pembelajaran Serat Optik Kelas XI*. Jakarta : SMK Telkom Sandhy Putra Jakarta
4. PT Telekomunikasi Indonesia. 2012. *Panduan Desain FTTH*. Jakarta : PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk Divisi Akses
5. Widodo, Thomas Sri. 1995. *Komunikasi Serat Optik*. Andi Offset, Yogyakarta
6. Yudistira, Made. 2003. *Komunikasi Serat Optik di PT. Telekomunikasi Indonesia KADISTEL Solo*, Surabaya.
7. Yulizar, Nur Rizki, dkk. (2011). *Analisis perancangan teknologi hybrid GPON dan XGPON pada jaringan FTTH di perumahan Batununggal*. Bandung : Fakultas Teknik elektro , Universitas Telkom .