

**PEMBANGUNANAN TEKNIK KEAMANAN PADA JARINGAN SERAT OPTIK
MENGUNAKAN METODE OPTICAL ENCRYPTION MELALUI MODUL OPTISYSTEM**

**DEVELOPMENT OF NETWORK SECURITY IN OPTICAL FIBER
NETWORK BY USING OPTISYSTEM MODULES**

UCCOK SEMBARA SIREGAR

Pembimbing I Mia Rosmiati, S.Si., M.T.

mia@tass.telkomuniversity.ac.id

Pembimbing II Mochammad fachru rizal, S.T., M.T.

mfrizal@tass.telkomuniversity.ac.id

Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

ucoksembara09@gmail.com, ucokregar@student.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Jaringan serat optik merupakan media transmisi yang banyak digunakan untuk jaringan internet untuk menunjang komunikasi dalam mengirim dan menerima data. Pada media transmisi tersebut tetap diperlukan sistem keamanan untuk menghindari penyadapan pada informasi tersebut. Pada proyek akhir ini, penulis menggunakan metode *optical encryption* untuk mencegah penyadapan informasi dalam sistem komunikasi optik. Dalam hal ini *optical encryption* melakukan jalur pengaman data supaya tidak dapat disadap, Metode *optical encryption* dapat diaplikasikan pada optisystem. Optisystem adalah software desain rangkaian lengkap yang memungkinkan pengguna untuk merencanakan tes dan mensimulasikan link optic di lapisan transmisi jaringan optik. Metode *optical encryption* juga mengukur LOSS dan BER. Dari hasil uji coba proyek akhir ini menunjukkan bahwa metode *optical encryption* mempunyai pengaruh terhadap keamanan jaringan serat optik yang dapat mencegah dari penyadapan dan mengamankan pengiriman data.

Kata Kunci: Fiber optik, optisystem, optical encryption , mach zender interferometer , mach zender modulator

Abstract

Fiber-optic network is a transmission medium that is widely used for the Internet network to support communications in sending and receiving data. In the transmission media still needed a security system to prevent eavesdropping on such information. In this final project, the writer used optical encryption to prevent interception of information in optical communication systems. In this case, encryption perform optical path so that data security can not be intercepted, optical encryption method can be applied to optisystem. Optisystem has complete range of design software that allows users to plan and simulate tests optic link in the transmission layer optical networks. Optical encryption method also measures Loss and BER. From the test results of this final project shows that the optical encryption method has an influence on the fiber optic network security to prevent eavesdropping and secures the data transmission.

Keywords: Fiber optic, optisystem, optical encryption, mach zender interferometer, mach zender interferometer

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pada saat ini jaringan fiber optik sangat banyak digunakan untuk menunjang komunikasi dalam mengirim dan menerima informasi. Dengan menggunakan fiber optik data lebih cepat sampai ke penerima. Pada saat mengirim data harus diperhatikan juga keamanan data yang dikirim agar data yang dikirim tetap utuh tanpa ada gangguan informasi dari pihak lain. Agar data yang dikirim aman maka di perlukan keamanan data untuk mencegah ke aslian data yaitu menggunakan *optical encryption* di mana dalam metode ini bertujuan untuk mengamankan informasi dengan menggunakan enkripsi dan dekripsi ,dimana pada proses *enkripsi* dan *dekripsi* menggunakan teknik yang sama yaitu dengan *two-beam interfeometer* yaitu membagi dua sinyal ke fiber optic yang akan mengalami perubahan fasa dan setelah keluar dari fiber optic maka terjadi proses penumpangan/penyembunyian sinyal ke *phase modulator* yaitu sebagai sinyal pembawa setelah itu akan terjadi proses penumpangan sinyal dari transmitter dan hasil dari enkripsi sinyal digabungkan di WDM setelah itu sinyal dibagi menjadi dua yaitu untuk deskripsi dan sinyal asli.

Dalam proyek akhir ini akan dibangun sistem keamanan pada jaringan serat optik dengan metode *optical encryption* bertujuan untuk

melakukan pengujian terhadap teknik keamanan tersebut dan menggunakan optisystem untuk mensimulasikan sistem tersebut.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Serat Optik

Serat optik merupakan [1] helaian optik murni yang sangat tipis dan membawa data informasi digital dari jarak jauh. Helaian tipis ini tersusun dalam bundelan yang dinamakan kabel serat optik dan berfungsi mentransmisikan cahaya yang berhasil dikirim dari suatu tempat ke tempat lainnya hanya mengalami kehilangan sinyal dalam jumlah yang sangat sedikit. Serat optik membentuk kabel yang sedemikian halus hingga ketebalan mencapai 1mm untuk dua puluh helai serat. Sinyal listrik dari transmitter (pengirim) digunakan untuk memodulasi berkas laser yang kemudian dikirimkan melalui kabel serat.

2.2. Optical encryption

Optical encryption [2] adalah bertujuan untuk melindungi transmisi data dengan mengenkripsikan (mengkodekan) data asli kedalam teks sandi, sehingga data tidak dapat diketahui oleh penyadap tanpa mengetahui proses enkripsi, penyadap tidak akan dapat mengetahui data tersebut. Prinsip dasar *optical encryption* setiap transmitter dan receiver mempunyai kunci khusus untuk mengetahui keberadaan data tanpa diketahui oleh orang lain.

2.3. Optisystem

Optisystem adalah *software* yang digunakan untuk mendesain setiap rangkaian yang memungkinkan setiap pengguna dapat merencanakan, mensimulasikan dan menguji link optik lapisan transmisi jaringan serat optik. Dengan Optisystem memungkinkan pengguna dapat membuat banyak desain menggunakan proyek yang sama, memungkinkan pengguna untuk membuat dan memodifikasi desain yang dibuat dengan cepat dan efisien. Setiap file proyek optisystem dapat berisi banyak versi desain. Versi desain dihitung dan dibuat secara independen, namun hasil perhitungan dapat dikombinasikan dengan versi yang berbeda [3].

2.4. Modulasi

Modulator Mach Zehnder [10] merupakan perangkat elektro-optik yang digunakan untuk memodulasi amplitudo gelombang. Modulasi merupakan proses penumpangan sinyal informasi ke suatu sinyal yang berfrekuensi tinggi atau dikenal dengan sebutan sinyal carrier. Proses modulasi dilakukan dengan cara mengubah salah satu parameter sinyal carrier, baik amplitudo, frekuensi maupun fasa sinyal carrier.

2.5. Modulasi optik

Skema modulasi optik yang digunakan adalah modulasi amplitudo, modulasi panjang gelombang, modulasi fasa dan pada modulasi ini menggunakan Sensor interferometer mach zender [9] yang merupakan sensor modulasi fasa yang menggunakan two-beam interferometer, pada sensor interferometer mach zender cahaya yang masuk dipisahkan menjadi dua bagian sebagian masuk ke jalur referensi dan yang lainnya masuk ke jalur sensing, mach zender interferometer didasarkan pada dua berkas gelombang yang berinterferensi disebabkan pembagian amplitudo dari gelombang yang masuk, sensor ini terdiri dari beberapa bagian penting yaitu

sumber cahaya serat optik detector dan coupler.

3. Analisis Dan Perancangan

3.1. Analisis Kebutuhan Sistem

Adapun kebutuhan *hardware* dan *software* untuk mengimplementasikan proyek akhir ini adalah

A. Hardware

Tabel 3- 1 Kebutuhan Perangkat

Spesifikasi Laptop	
Model	Acer Aspire 4738z
Procesor	Intel Pentium P6100
Memory	1 GB DDR3 Ram
OS	Windows

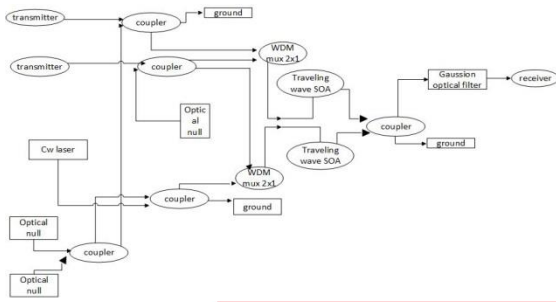
B. Software

Tabel 3- 2 Kebutuhan Aplikasi

Perangkat Lunak	Spesifikasi
Optisystem	Versi 7
Microsoft Office	Versi 2013
Windows	Windows 7

3.2. Perancangan Sistem

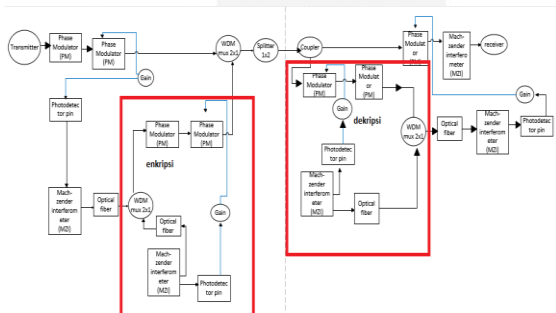
a. Desain Jaringan Tanpa Keamanan Optical encryption



Gambar 3- 1 Desain Sistem Tanpa Keamanan

Pada gambar 3-1 dapat dilihat bahwa jaringan tanpa menggunakan teknik keamanan optical encryption jadi data di teruskan dari transmitter lalu sinyal masuk ke coupler lalu sinyal dibagi menjadi dua setelah sinyal terbagi dua lalu masuk WDM (wavelength-division multiplexing) setelah melalui WDM sinyal masuk ke traveling SOA lalu masuk ke receiver.

b. Desain Sistem dengan keamanan Optical CDMA



Gambar 3- 2 Desain Sistem Dengan Keamanan

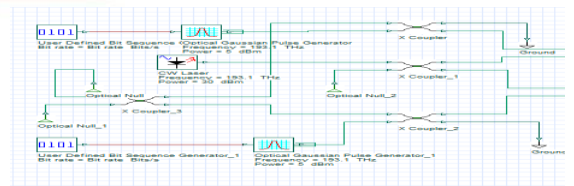
Pada gambar 3-2 Di dalam desain jaringan tersebut terbagi dua yaitu enkripsi dan dekripsi, dimana enkripsi berfungsi sebagai proses mengamankan suatu informasi dengan membuat informasi tersebut tidak dapat dibaca. Dan di jaringan receiver berfungsi untuk membuat informasi tersebut dapat di baca oleh penerima.

4. Implementasi dan Pengujian

4.1. Implementasi

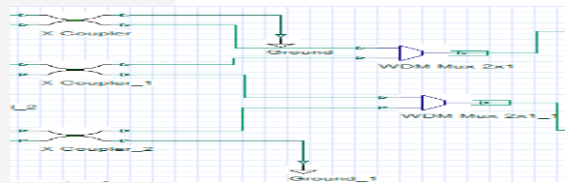
4.1.1. Jaringan tanpa menggunakan keamanan optical encryption

1. Membangun jaringan transmitter menggunakan optical gaussian pulse generator dengan frekuensi = 193.1 THz dengan power = 5 dBm dan sinyal diteruskan ke X coupler yang berfungsi menggabungkan sinyal optik. Menggunakan CW laser sebagai sumber cahaya dan menggunakan parameter frequency = 193.1 Thz dan power = 5 dBm



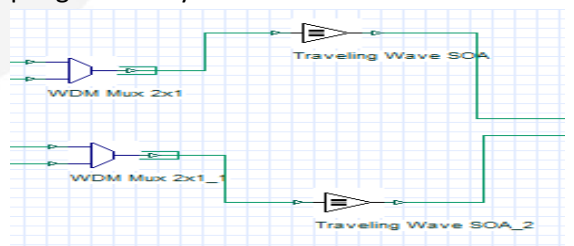
Gambar 4- 1 transmitter

2. Dari coupler sinyal masuk ke WDM untuk proses multiplexing



Gambar 4- 2 coupler ke WDM

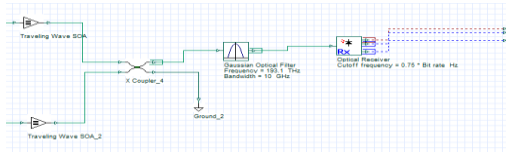
3. Dari setiap WDM mux sinyal terhubung ke traveling SOA untuk penguatan sinyal



Gambar 4- 3 WDM ke traveling wave SOA

4. Setelah penguatan sinyal di traveling wave SOA lalu sinyal masuk ke x coupler yang berfungsi sebagai sinyal input dan sinyal diteruskan ke gaussian optical fiber dengan parameter frequency = 193.1 THz dan bandwidth = 10 GHz dan sinyal masuk ke optical receiver untuk membawa

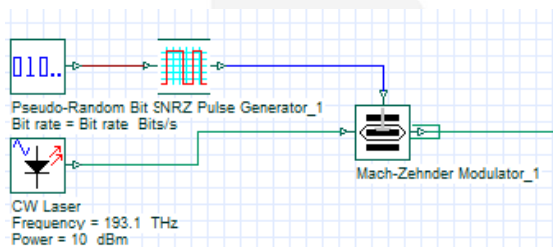
sinyal agar dapat terhubung ke BER Analyzer.



Gambar 4- 4 receiver BER

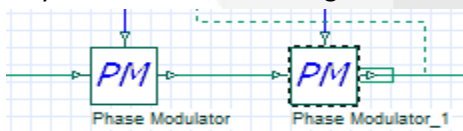
4.1.2. Jaringan menggunakan Keamanan Optical Encryption

1. Membangun jaringan transmitter sebagai pengirim cahaya dengan parameter CW laser menggunakan frequency = 193.1 THz dan power = 10 dbm



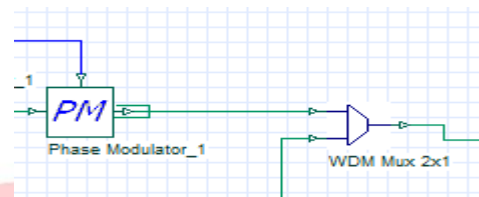
Gambar 4- 5 transmitter

2. Dari transsmmitter kemudian terhubung ke phase modulator yang berfungsi sebagai fase pembawa sinyal untuk diteruskan ke gain

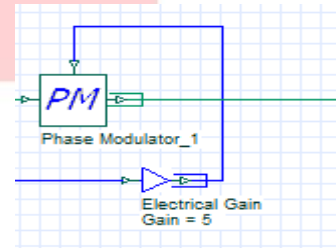


Gambar 4- 6 phase modulator

3. Dari PM, sinyal diteruskan ke PM kedua dan pada PM kedua sinyal dibagi menjadi dua, setelah dibagi menjadi dua sinyal yang pertama masuk ke WDM yang berfungsi penggabungan dua sinyal inputan dan sinyal yang kedua diteruskan ke electrical gain yang berfungsi sebagai penguat frekuensi dalam bentuk keluaran adalah sinyal electric.

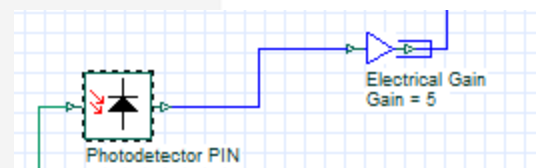


Gambar 4- 7 PM ke WDM



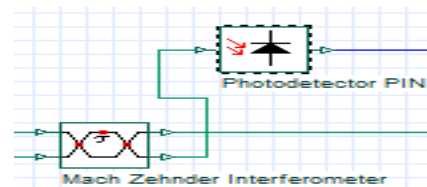
Gambar 4- 8 PM ke Electrical Gain

4. Setelah sinyal masuk ke electrical gain dengan parameter gain = 5 lalu sinyal diteruskan ke photodetector pin yang berfungsi sebagai pengubah sinyal dari electrical ke sinyal optik



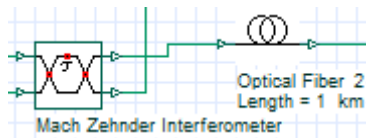
Gambar 4- 9 Electrical gain ke photodetector pin

5. Setelah sinyal diubah dari electrical gain ke optik lalu sinyal masuk ke MZI (mach Zender interferometer) yang berfungsi untuk mengukur pergeseran fase antara dua jalur.



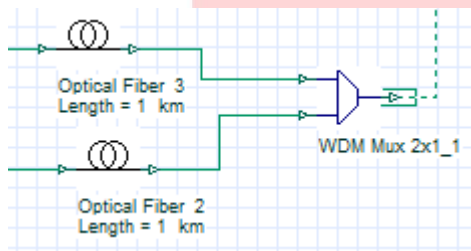
Gambar 4- 10 MZI ke photodetector

6. Setelah sinyal masuk pada jalur Mach zender interferometer lalu sinyal masuk ke optical fiber dengan parameter length = 1 Km.



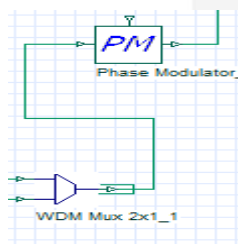
Gambar 4- 11 MZI ke optical fiber

7. Kedua sinyal yang melewati optical fiber diteruskan.



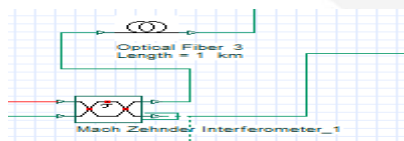
Gambar 4- 12 optical fiber2 ke WDM

8. Keluaran sinyal dari WDM akan diteruskan ke phase modulator.



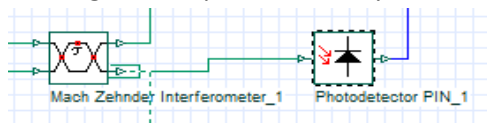
Gambar 4- 13 WDM ke PM

9. Pada optical fiber 3 sinyal inputan berasal dari mach zender interferometer.



Gambar 4- 14 MZI ke optical fiber 3

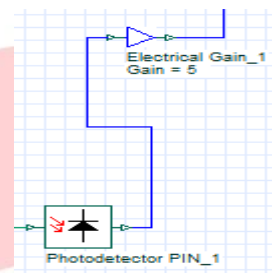
10. Pada jalur kedua MZI sinyal inputan akan masuk ke photodetector yang berfungsi untuk perubahan sinyal.



Gambar 4- 15 MZI ke photodetector pin1

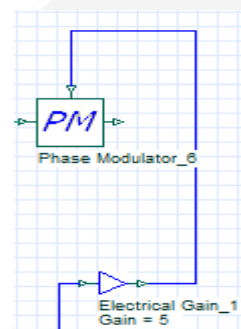
11. Setelah sinyal masuk ke photodetector lalu sinyal akan

mengalami perubahan dan sinyal optik menjadi sinyal electric dengan parameter gain = 5.



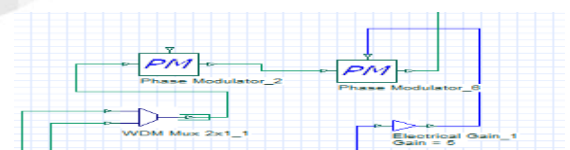
Gambar 4- 16 photodetector ke electrical gain

12. keluaran electrical gain bentuknya sinyal lalu sinyal masuk melalui phase modulator



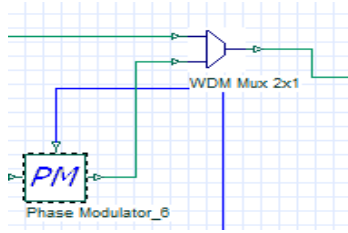
Gambar 4- 17 electrical gain ke PM

13. setelah sinyal input masuk ke PM (phase modulator) lalu sinyal yang delay pada PM(phase modulator_2) akan masuk ke PM (phase modulator_6).



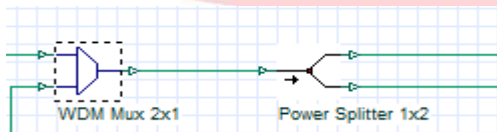
Gambar 4- 18 WDM ke PM 2 dan 6

14. setelah sinyal masuk ke PM (phase modulator) lalu sinyal akan masuk ke WDM yang berfungsi untuk penggabungan sinyal



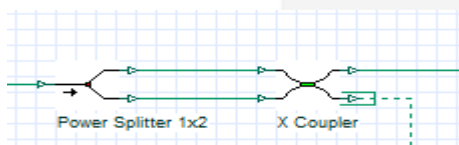
Gambar 4- 19 PM ke WDM

15. setelah sinyal digabungkan lalu sinyal akan masuk ke splitter yang berfungsi sebagai pembagi sinyal sebagai inputan cahaya.



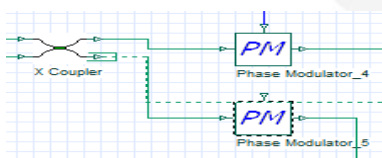
Gambar 4- 20 WDM ke power splitter

16. setelah sinyal masuk ke power splitter lalu sinyal akan menjadi 2, lalu masuk ke coupler yang berfungsi sebagai penggabung sinyal



Gambar 4- 21 splitter ke coupler

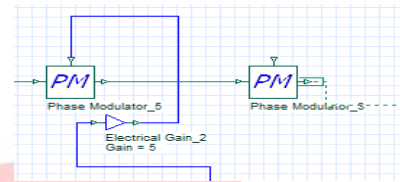
17. setelah sinyal masuk ke coupler dan digabungkan, lalu jalur sinyal menjadi dua yaitu sinyal pertama ke phase modulator4 yang menjadi sinyal asli dan sinyal kedua ke phase modulator 5 yang berfungsi untuk proses dekripsi.



Gambar 4- 22 coupler ke PM4 dan 5

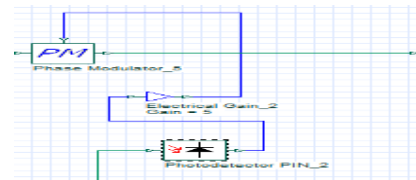
18. setelah sinyal masuk ke phase modulator 5 lalu sinyal masuk ke electircal gain dengan parameter =5 untuk pengriman sinyal electric dan

ke phase modulator 3 mendelay sinyal.



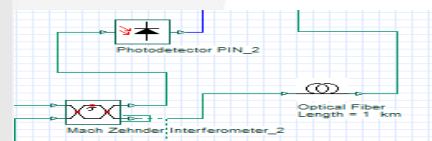
Gambar 4- 23 electrical gain ke PM5

19. setealah sinyal masuk ke electircal gain dengan parameter gain = 5 lalu sinyal masuk ke photodetector pin untuk merubah sinyal electric menjadi sinyal optik.



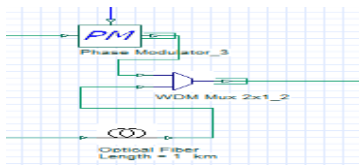
Gambar 4- 24 dari photodetector ke electrical gain2

20. setelah sinyal masuk ke photodetector pin lalu sinyal masuk ke MZI (mach zender interferometer) melalui jalur pertama untuk proses dekripsi dan pada jalur ke dua MZI (mach zender interferometer) sinyal masuk melalu optical fiber dengan parameter length = 1 Km.



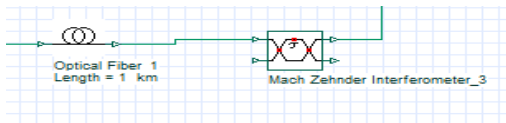
Gambar 4- 25 MZI ke photodetector dan optical fiber

21. setelah sinyal masuk ke optical fiber dengan parameter length = 1 Km lalu sinyal masuk ke WDM yang berfungsi untuk penggabung sinyal dan pada phase modulator 3 sinyal akan masuk juga ke WDM.



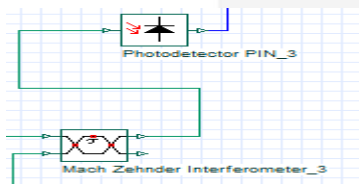
Gambar 4- 26 PM ke WDM2

22. setelah sinyal digabung lalu sinyal akan masuk ke optical fiber dengan parameter length = 1Km yang berfungsi untuk mentransmisikan jaringan.



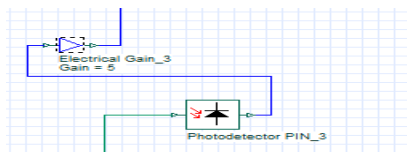
Gambar 4- 27 optical fiber 1 ke MZI 3

23. setelah sinyal masuk ke MZI lalu sinyal masuk ke photodetector pin yang berfungsi untuk merubah sinyal optik menjadi sinyal electric.



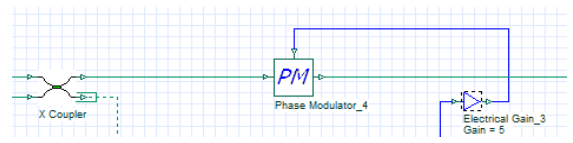
Gambar 4- 28 MZI 3 ke Photodetector pin 3

24. setelah sinyal masuk, sinyal menjadi electric dan electrical gain dengan parameter = 5 yang berfungsi untuk penguatan sinyal.



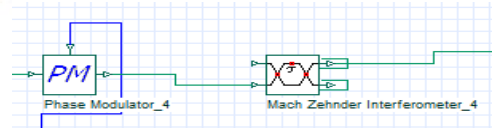
Gambar 4- 29 photodetector ke electrical gain 3

25. setelah sinyal masuk ke electrical gain lalu sinyal masuk ke phase modulator 4 dan sinyal yang dari coupler lalu masuk ke phase modulator 4 yang berfungsi sebagai sinyal pembawa.



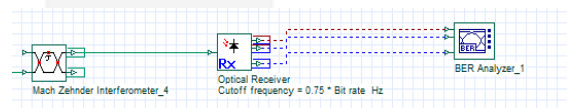
Gambar 4- 30 coupler ke PM4

26. sinyal pembawa dari PM (phase modulator) lalu masuk ke MZI (mach zender interferometer) yang berfungsi mengukur pergeseran fase.



Gambar 4- 31 PM4 ke MZI 4

27. setelah sinyal masuk ke MZI (mach zender interferometer) lalu sinyal masuk ke receiver yang berfungsi untuk penerimaan sinyal output.



Gambar 4- 32 receiver

a. Pengujian perhitungan loss

Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali dengan power 5,10 dan 20 dBm.

1. Pengujian terhadap jaringan tanpa keamanan optical encryption
- A. Percobaan pertama dengan power 5 dBm

Tabel 4- 1 percobaan pertama tanpa menggunakan optical encryption

No	Pt,pr	Loss
1	1,990 – (-3,705)	5,695 dBm
2	-3,705 – 20,690	24,395 dBm
3	20,690 – 19,571	1,119 dBm

B. Percobaan Kedua dengan power 10 dBm

Tabel 4- 2 percobaan kedua tanpa menggunakan optical encryption

No	Pt,Pr	Loss
1	6,990 – (-3,740)	10,73 dBm
2	-3,740 – 19,484	-23,224 dBm
3	19,484 -17,908	1,576 dBm

C. Percobaan ketiga dengan power 20 dBm

Tabel 4- 3 Percobaan ketiga tanpa menggunakan optical encryption

lo	Pt,Pr	Loss
1	16,989 – (-3,906)	20,895 dBm
2	-3,906 – 22,084	-25,99 dBm
3	22,084 – 21,227	0,857 dBm

4.2.1.2 Percobaan Terhadap jaringan dengan keamanan optical encryption

A. Percobaan pertama dengan power 5 dBm

Tabel 4- 4 Nilai Loss Percobaan pertama menggunakan optical encryption

No	Pt,pr	Loss
1	1,852 – (-23,260)	25,112 dBm
2	-23,260 – 0,970	24,23 dBm
3	0,970 – (-2,381)	3,351 dBm
4	-2,381 – (-3,363)	0.982 dBm

5	-3,363 – (-2,381)	-0,982 dBm
---	-------------------	------------

B. Percobaan kedua dengan power 10 dBm

Tabel 4- 5 percobaan ke dua menggunakan optical encryption

No	Pt,Pr	Loss
1	6,852 – (-13,260)	20,112 dBm
2	-13,260 – 5,970	-19,23 dBm
3	5,970 – 2,613	3,357 dBm
4	2,613 – (-3,363)	5,976 dBm
5	-3,363 – 2,613	-5,976 dBm

C. Percobaan ketiga dengan power 20 dBm

Tabel 4- 6 Nilai Loss percobaan ketiga menggunakan optical encryption

No	Pt,Pr	Loss
1	16,852 – 6,740	10,112 dBm.
2	6,740 – 15,972	-9,232 dBm
3	15,972 – 12,608	3,364 dBm
4	12,608 – (-3,363)	15,971 dBm
5	-3,363 – 12,608	-15,971 dBm

b. Nilai Q factor dan BER

1. Nilai Max Q factor

Tabel 4- 7 Max Q factor keseluruhan

No	Power (dBm)	Max Q factor	
		Tanpa keamanan	Menggunakan keamanan
1	5 dBm	4,01827	10,6768
2	10 dBm	0	10,6255
3	20 dBm	7,54928	10,5992

2. Nilai Bit error rate (BER)

Tabel 4- 8 Bit Error rate

No	Power (dBm)	BER	
		Tanpa keamanan	Menggunakan keamanan
1	5 dBm	2,9302e - 005	4,30147e - 027
2	10 dBm	1	7,46105e - 027
3	20 dBm	2,12103e - 014	1,10133e - 026

3. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari proyek akhir ini adalah

1. Teknik keamanan *optical encryption* berhasil diterapkan pada pengujian di *optisystem* hal ini terlihat dari nilai nilai Loss BER lebih kecil dibandingkan dengan nilai loss tanpa keamanan.
2. Teknik keamanan *optical encryption* berhasil diterapkan pada pengujian di *optisystem* hal ini terlihat dari terjadinya proses modulasi pada jaringan yang diterapkan.

4. Daftar Pustaka

- [1] Barry, Crisp J.2005, " Sebuah Pengantar Serat Optik Edisi Ketiga," Erlangga
- [2] B. J. Ben Wu, "*Optical encryption, Secure communication in fiber-Optic Networks*, 2014.

[3] Optiwave, "Optisystem," *Optisystem_2009*, p. 2, 2009.

[4] Nurul Huda, dkk. "Analisa Sudut Persimpangan dan Indeks Bias pada Mach Zehnder Interferometer Optik Dengan Menggunakan Program Elektromagnetik CST". Volume 4. 2015

[5] Manurung, Henry, "Interferometer mach zender sebagai sensor optik,"vol. 6,2007

[6] Ho, K.,P., "Phase Modulated Optical Communication Systems", Institute of Communication Engineering and Department of Electrical Engineering National Taiwan University, Taipei, Taiwan, 2005.

[7] Fok MP, Prucnal PR. "All-optical encryption based on interleaved waveband switching modulation for optical network security". 2009.