

**SIMULASI KINERJA JARINGAN SERAT OPTIK DWDM ( *DENSE  
WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING* ) AREA  
JATINEGARA - BEKASI**

**SKRIPSI**



**Disusun Oleh :**

**Luthfi Fakhriza Arfai**

**1503025026**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADYIAH PROF. DR. HAMKA  
JAKARTA  
2020**

**SIMULASI KINERJA JARINGAN SERAT OPTIK DWDM ( *DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING* ) AREA  
JATINEGARA - BEKASI**

**SKRIPSI**

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Elektro



**Disusun Oleh :**

**Luthfi Fakhriza Arfai**

**1503025026**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
JAKARTA  
2020**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SIMULASI KINERJA JARINGAN SERAT OPTIK DWDM ( *DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING* ) AREA JATINEGARA – BEKASI**

**SKRIPSI**

Oleh :  
Luthfi Fakhriza Arfai  
1503025026

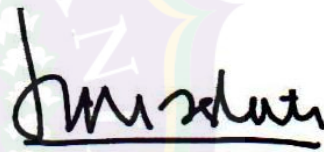
Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Elektro UHAMKA  
Tanggal, 18 Agustus 2020

Pembimbing-1



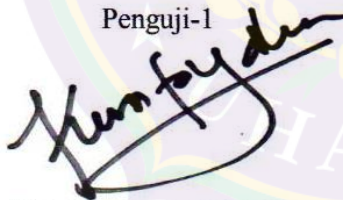
Ir. Harry Ramza, M.T.,PhD.,MIPM  
NIDN. 0303097006

Pembimbing-2



Dwi Astuti Cahyasiwi, ST.,MT  
NIDN : 0323027401

Penguji-1



Kun Fayakun., ST, MT  
NIDN. 0305125701

Pembimbing-2



Assoc.Prof Dr. Mohd Haris MD Khir

Mengesahkan,  
Dekan  
Fakultas Teknik UHAMKA



Dr. Sugema, S.T.,M.Kom  
NIDN. 0323056403

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Elektro



Ir. Harry Ramza, M.T.,PhD.,MIPM  
NIDN. 0303097006

HALAMAN PERSETUJUAN

SIMULASI KINERJA JARINGAN SERAT OPTIK DWDM ( *DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING* ) AREA JATINEGARA – BEKASI

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik elektro

Oleh :  
Luthfi Fakhriza Arfai  
1503025026

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UHAMKA  
Tanggal, 30 Juli 2020

Pembimbing-1

Pembimbing-2



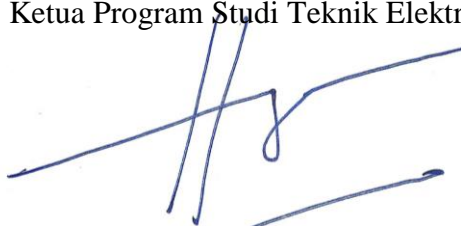
Ir. Harry Ramza, M.T.,PhD.,MIPM  
NIDN : 0303097006



Dwi Astuti Cahyasiwi, ST.,MT  
NIDN : 0323027401

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Ir. Harry Ramza, M.T.,PhD.,MIPM  
NIDN : 0303097006

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya, yang membuat pernyataan

Nama : Luthfi Fakhriza Arfai  
NIM : 1503025026  
Judul skripsi : Simulasi Kinerja Jaringan Serat Optik DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) Area jatinegara - Bekasi

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan orang lain. KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 30 Juli 2020



Luthfi Fakhriza Arfai

## KATA PENGANTAR

*Assallamu'alaikum warohmatullahi wabarokaatuh*, shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad dan para pengikutnya. Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhana wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “Simulasi Kinerja Jaringan Serat Optik DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) Area jatinegara - Bekasi”. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan jenjang pendidikan S1 Teknik Elektro di Fakultas Teknik UHAMKA.

Dalam penyusunan Skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan bimbingan arahan koreksi dan saran. Oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang senantiasa memberikan nikmat sehat wal'afiat serta rezeki yang berlimpah sehingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi ini.
2. Kedua orang tua serta keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
3. Bapak Harry Ramza MT. Ph.D selaku dosen pembimbing 1 dan Ibu Dwi Cahyasiwi ST. MT selaku dosen pembimbing 2 yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam menyusun Skripsi ini.
4. Bapak Zainal Arifin, mas Eko, mas Reza, mas Wahyu, dan rekan - rekan unit jaringan akses backbone yang telah meluangkan waktu dalam memberi bimbingan mengenai perancangan jaringan dan memberi arahan dalam menyusun skripsi ini.
5. Teman-teman teknik elektro angkatan 2015 yang selalu memberikan dukungan kepada penulis selama masa perkuliahan dan saat tugas akhir di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, hal ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun orang lain yang membacanya, oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun penulis harapkan demi perbaikan yang akan datang.

Jakarta, 30 Juli 2020

Luthfi Fakhriza Arfai



## ABSTRAK

### SIMULASI KINERJA JARINGAN SERAT OPTIK DWDM ( *DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING* ) AREA JATINEGARA – BEKASI

Dalam mentransmisikan sinyal optik melalui jaringan DWDM pasti akan terjadi dispersi, *loss*, interferensi, serta gangguan lain dari fiber optik maupun komponen lainnya seperti *transmitter*, *receiver*, dan *amplifier*, sehingga parameter kelayakan jaringan DWDM seperti daya yang diterima, *Bit Error Rate*, dan *Q-Factor* tidak memenuhi standar. Untuk itu dilakukan peningkatan kinerja sistem DWDM agar nilai BER dan Q-factor memenuhi standar. Salah satunya dengan meningkatkan *bandwidth multiplexer/demultiplexer* dan penambahan komponen *Dispersion Compensation Fiber* (DCF). Untuk memenuhi nilai standar *power receive*, nilai BER, dan nilai Q-Factor pada PT. Telkom, dilakukan simulasi variasi pada *bandwidth multiplexer/demultiplexer* dan penambahan komponen *Dispersion Compensation Fiber* (DCF) pada jaringan DWDM dari STO Jatinegara – STO Bekasi sepanjang 65.43 km menggunakan *software optisystem*.

Hasil yang didapatkan, *power* yang diterima *receiver* sebesar -21.416 dBm . Setelah penambahan DCF dengan atenuasi 0.24 dB/km daya yang diterima receiver menjadi -23.336 dBm. Pada simulasi variasi *bandwidth* pada *multiplexer/demultiplexer* didapatkan *bandwidth* 10 GHz hingga 20 GHz di setiap panjang gelombang/*channel*nya belum memenuhi standar BER, dimana pada *bandwidth* tertinggi dalam pengujian ini yaitu 20 GHz masih terdapat 1 panjang gelombang/*channel* yaitu 1552.52 nm dengan nilai BER 1.02E-08. Setelah dilakukan penambahan komponen DCF, berhasil menurunkan nilai BER di seluruh variasi nilai *bandwidth* 10 GHz hingga 20 GHz, akan tetapi pada pengujian ini yang memenuhi standar BER dan Q-Factornya di setiap panjang gelombangnya hanya pada *bandwidth* 15 GHz hingga 20 GHz. Penggunaan minimum *bandwidth multiplexer* menggunakan komponen DCF yang optimal berdasarkan nilai standar BER  $< 10^{-9}$  (1.00E-9) dan Q-Factor  $> 6$  terdapat pada *bandwidth* 15 GHz, dimana nilai BER pada panjang gelombang 1552.52 nm hingga 1546.91 nm sudah memenuhi standar BER, yaitu 9.36E-11 untuk yang tertinggi dan 2.73E-14 untuk yang terendah, serta untuk nilai Q-Factornya pada panjang gelombang 1552.52 nm hingga 1546.91 nm sudah memenuhi standar Q-Factor, yaitu 7.51909 untuk yang tertinggi dan 6.36908 untuk yang terendah.

Kata kunci : *Bandwidth multiplexer/demultiplexer*, *BER*, *Q-Factor*, *Power Receive*, dan *Dispersion Compensation Fiber* (DCF)



## ABSTRACT

### *SIMULATION OF DWDM FIBER OPTIC NETWORK (DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING) JATINEGARA AREA – BEKASI*

*In transmitting optical signals through DWDM networks, dispersion, loss, interference, and other interference from optical fibers and other components will occur, such as transmitters, receivers, and amplifiers, so that the parameters of the feasibility of DWDM networks such as received power, Bit Error Rate, and Q- Factor does not meet standards. For this reason, the DWDM system performance is improved so that the BER and Q-factor values meet the standard. One of them is by increasing the bandwidth of the multiplexer / demultiplexer and the addition of Dispersion Compensation Fiber (DCF) components. To meet the power receive standard values, BER values, and Q-Factor values on PT. Telkom, various simulations were performed on bandwidth multiplexers / demultiplexers and the addition of Dispersion Compensation Fiber (DCF) components on the DWDM network of STO Jatinegara - STO Bekasi along 65.43 km using a software optisystem.*

*The results obtained, the power received by the receiver is -21,416 dBm. After adding DCF with attenuation 0.24 dB / km the power received by the receiver becomes -23,389 dBm. In the simulation of bandwidth variations in the multiplexer / demultiplexer, the bandwidth obtained is 10 GHz to 20 GHz at each wavelength / channel does not meet the BER standard, where at the highest bandwidth in this test that is 20 GHz there is still one wavelength / channel that is 1552.52 nm with a BER value of  $1.02 \times 10^{-8}$ . After adding the DCF component, it succeeded in reducing the BER value in all variations of the 10 GHz to 20 GHz bandwidth, but in this test the BER and Q-Factor standards at each wavelength were only at the 15 GHz to 20 GHz bandwidth. The use of minimum bandwidth multiplexers uses an optimal DCF component based on standard BER values ( $<10^{-9}$ ) ( $1.00 \times 10^{-9}$ ) and Q-Factor  $> 6$  found at 15 GHz bandwidth, where BER values at wavelength 1552.52 nm up to 1546.91 nm has met the BER standard, which is  $9.36 \times 10^{-11}$  for the highest and  $2.73 \times 10^{-14}$ , for the lowest and for the Q-Factor value at wavelength 1552.52 nm to 1546.91 nm has fulfilled the Q-Factor standard, which is 7.51909 for the highest and 6.36908 for the lowest.*

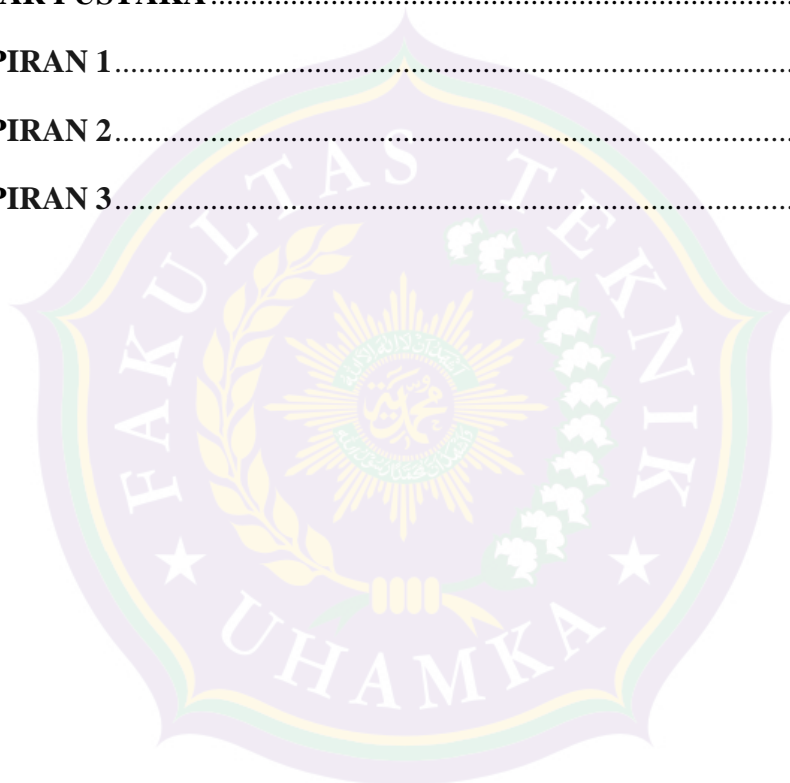
*Keywords: Bandwidth multiplexer / demultiplexer, BER, Q-Factor, Power Receive, and Dispersion Compensation Fiber (DCF)*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	5
2.1 Sistem Komunikasi Serat Optik.....	5
2.1.1 Struktur Lapisan Serat Optik .....	5
2.1.2 Jenis dan Panjang Serat Optik .....	6
2.1.3 Sumber dan Detektor Optik .....	10
2.1.4 Faktor Yang Mempengaruhi Performa Serat Optik.....	11
2.2 Teknologi Perangkat dan Pengkodean Serat Optik.....	11
2.2.1 SDH.....	11
2.2.2 Pengkodean NZ dan NRZ.....	12

2.3 DWDM (Dense Wavelength Divison Multiplexing) .....	13
2.3.1 Komponen DWDM .....	15
2.3.2 Spasi Kanal .....	17
2.3.3 Panjang gelombang DWDM.....	17
2.4 Parameter Unjuk Kerja Dalam Menganalisa Serat Optik .....	17
2.4.1 <i>Link Power Budget</i> .....	17
2.4.2 <i>Optical Signal to Noise Ratio</i> .....	18
2.4.3 <i>Bit Error Rate (BER)</i> .....	19
2.5 <i>Dispersion Compensation Fiber ( DCF )</i> .....	20
2.6 <i>Software Optisystem</i> .....	22
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	23
3.1 Diagram Alir Penelitian. ....	23
3.2 Penentuan Spesifikasi Jaringan Serat Optik.....	25
3.2.1. Parameter DWDM .....	25
3.2.2. Parameter Serat Optik.....	26
3.3 Simulasi Jaringan DWDM .....	26
3.4 Skema Simulasi Jaringan DWDM Jatinegara - Bekasi.....	28
<b>BAB IV ANALISA HASIL PERANCANGAN SIMULASI</b> .....	33
4.1 Hasil Simulasi BER ( <i>Bit Error Rate</i> ) dan Q-Factor Dengan Variasi Nilai <i>Bandwidth</i> 10 Ghz s/d 20 Ghz .....	33
4.2 Hasil Simulasi Penambahan Komponen <i>Dispersion Compensation Fiber</i> Pada <i>Bandwidth</i> 10 GHz s/d 20 GHz .....	40
4.3 Simulasi Parameter <i>Optical Signal to Noise Ratio</i> dan Analisa <i>Link Power</i> <i>Budget</i> .....	49
4.3.1 Hasil Pengukuran OSA ( <i>Optiacal Spektrum Analyzer</i> ) pada Simulasi .....	50
4.3.2 Hasil Pengukuran WDM Analyzer pada Simulasi .....	51

4.3.3 Hasil Simulasi <i>Link Power Budget</i> .....	52
4.3.4 Hasil Simulasi <i>Link Power Budget</i> Setelah Penambahan Komponen <i>Dispersion Compensation Fiber (DCF)</i> .....	55
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	58
5.1 Kesimpulan .....	58
5.2 Saran.....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	60
<b>LAMPIRAN 1</b> .....	62
<b>LAMPIRAN 2</b> .....	65
<b>LAMPIRAN 3</b> .....	96



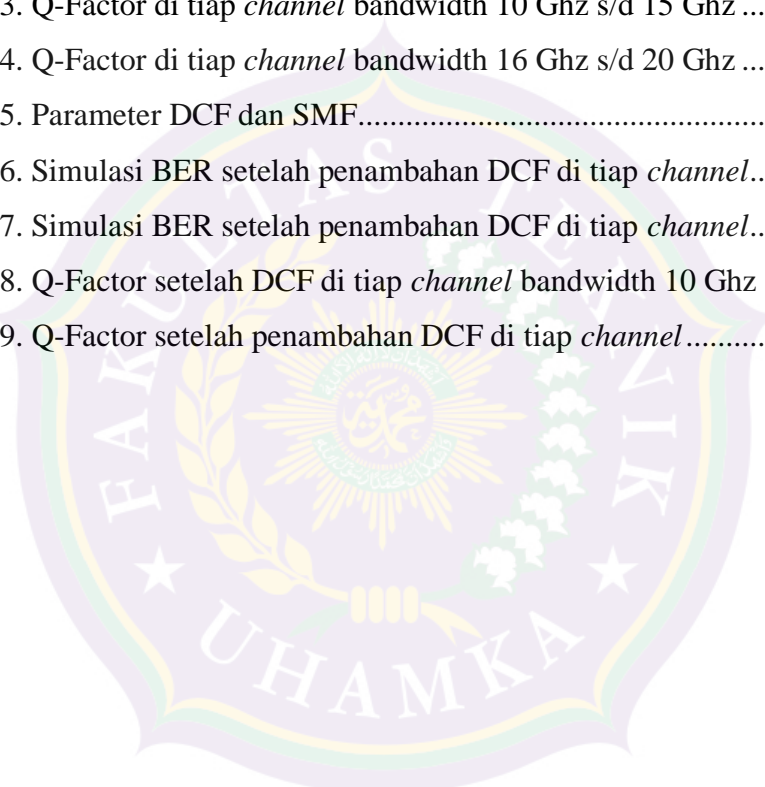
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Sistem komunikasi serat optik .....	5
Gambar 2-2. Struktur dasar <i>fiber optik</i> .....	6
Gambar 2-3. Single mode step index fiber.....	6
Gambar 2-4. Multimode step index fiber .....	8
Gambar 2-5. Multimode graded index fiber .....	8
Gambar 2-6. Pengkodean format NRZ dan format RZ.....	13
Gambar 2-7. Sistem DWDM.....	14
Gambar 2-8. Transceiver serat optik.....	15
Gambar 2-9. Proses transmisi serat optik menggunakan Mux/Demux pada DWDM .....	16
Gambar 2-10. Daya Terhadap Sinyal + Noise Pada Panjang Gelombang.....	19
Gambar 2-11. Sistem WDM dengan Dispersion Compensation Fiber .....	20
Gambar 2-12. Contoh Perangkat <i>Dispersion Compensatiojn Module</i> (DCM).....	21
Gambar 3-1. Diagram Alir pada Penelitian.....	24
Gambar 3-2. Alur Diagram Simulasi .....	27
Gambar 3-3. Simulasi Link DWDM pada <i>software optisystem</i> .....	31
Gambar 3-4. Simulasi Link DWDM setelah penambahan DCF pada <i>software optisystem</i> .....	32
Gambar 4-1. Pengukuran salah satu BER analyzer pada simulasi.....	33
Gambar 4-2. Hasil simulasi pengukuran dari BER <i>analyzer</i> menggunakan <i>bandwidth</i> (a) 10 Ghz s/d (k) 20 GHz pada salah satu <i>receiver</i> ....	35
Gambar 4-3. Grafik <i>bandwidth</i> 10 GHz s/d 20 GHz terhadap BER .....	38
Gambar 4-4. Grafik <i>bandwidth</i> 10 GHz s/d 20 GHz terhadap Q-Factor .....	39
Gambar 4-5. Hasil simulasi dari BER <i>analyzer</i> setelah penambahan DCF menggunakan <i>bandwidth</i> (a). 10 Ghz s/d (k). 20 GHz pada salah satu <i>receiver</i> .....	43
Gambar 4-6. Grafik <i>bandwidth</i> 10 GHz s/d 20 GHz terhadap BER .....	46
Gambar 4-7. Grafik <i>bandwidth</i> 10 GHz s/d 20 GHz terhadap BER .....	46
Gambar 4-8. Grafik <i>bandwidth</i> 10 GHz s/d 20 GHz terhadap Q-Factor .....	48
Gambar 4-9. Grafik <i>bandwidth</i> 10 GHz s/d 20 GHz terhadap Q-Factor .....	48

Gambar 4-10. Pengukuran <i>Optical Spectrum Analyzer</i> pada simulasi .....	50
Gambar 4-11. (a) Spektrum sebelum ditransmisikan dan (b) Setelah melalui link sepanjang 65.43 KM .....	51
Gambar 4-12. Pengukuran WDM Analyzer pada Simulasi .....	52
Gambar 4-13. Hasil dari WDM Analyzer .....	52
Gambar 4-14. (a). Pengukuran Menggunakan Optical Power Meter pada <i>output</i> multiplexer (b). Pengukuran Menggunakan Optical Power Meter pada Simulasi .....	53
Gambar 4-15. (a). Daya keluaran dari <i>multiplexer</i> (b). Hasil daya yang diterima pada salah satu <i>optical receiver</i> (dalam dBm atau Watt).....	53
Gambar 4-16. (a). Pengukuran Menggunakan Optical Power Meter pada <i>output</i> multiplexer (b). Pengukuran Menggunakan Optical Power Meter pada salah satu <i>receiver</i> .....	55
Gambar 4-17. (a) Daya keluraran dari <i>multiplexer</i> (b) Daya yang diterima pada salah satu <i>optical receiver</i> setelah penambahan DCF (dalam dBm atau Watt).....	56
Gambar Lampiran 1-1. Konfigurasi SKSO NETRE Jakarta .....	63
Gambar Lampiran 1-2. Konfigurasi jaringan DWDM Jatinegara - Bekasi .....	63

## DAFTAR TABEL

Tabel 2-1. Kecepatan dan Kapasitas Transmisi pada SDH.....	12
Tabel 3-1. Data Parameter DWDM .....	26
Tabel 3-2. Data parameter Serat Optik .....	26
Tabel 3-3. Parameter Yang Digunakan Pada Simulasi .....	29
Tabel 4-1. Simulasi BER di tiap <i>channel</i> bandwidth 10 GHz s/d 15 GHz .....	36
Tabel 4-2. Simulasi BER di tiap <i>channel</i> bandwidth 16 GHz s/d 20 GHz .....	36
Tabel 4-3. Q-Factor di tiap <i>channel</i> bandwidth 10 Ghz s/d 15 Ghz .....	37
Tabel 4-4. Q-Factor di tiap <i>channel</i> bandwidth 16 Ghz s/d 20 Ghz .....	37
Tabel 4-5. Parameter DCF dan SMF.....	41
Tabel 4-6. Simulasi BER setelah penambahan DCF di tiap <i>channel</i> .....	44
Tabel 4-7. Simulasi BER setelah penambahan DCF di tiap <i>channel</i> .....	44
Tabel 4-8. Q-Factor setelah DCF di tiap <i>channel</i> bandwidth 10 Ghz s/d 15 Ghz	45
Tabel 4-9. Q-Factor setelah penambahan DCF di tiap <i>channel</i> .....	45



## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi sistem komunikasi serat optik semakin berkembang pesat pada saat ini. Dengan perkembangan tersebut, penggunaan sistem komunikasi terus meningkat, sehingga kebutuhan akan keperluan informasi serta komunikasi data semakin meningkat. Untuk itu, dibutuhkan sistem komunikasi dengan kinerja yang optimal untuk mengatasi kapasitas jaringan yang cukup besar pada jarak tertentu.

DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) difungsikan untuk memanfaatkan *bandwidth* secara efisien dengan cara mentransmisikan secara paralel beberapa *transmitter* optik yang mempunyai frekuensi berbeda pada satu lintasan serat optik. Dalam mentransmisikan sinyal optik melalui jaringan DWDM pasti akan terjadi dispersi, *loss*, interferensi, serta gangguan lain dari fiber optik maupun komponen lainnya seperti *transmitter*, *receiver*, dan *amplifier*, sehingga parameter kelayakan jaringan DWDM seperti daya yang diterima *receiver*, *Bit Error Rate*, dan *Q-Factor* tidak memenuhi standar. Untuk itu dilakukan peningkatan kinerja sistem DWDM agar nilai BER dan Q-factor memenuhi standar. Salah satunya dengan meningkatkan *bandwidth multiplexer/demultiplexer* dan penambahan komponen *Dispersion Compensation Fiber*.

Pada penelitian sebelumnya, (Atieh & Mansour, 2017) penggunaan *bandwidth multiplexer/demultiplexer* untuk peningkatan sistem komunikasi optik dari 10G ke 40G dengan format modulasi yang disimulasikan yaitu *Non Return to Zero (NRZ)* dan *Return to Zero (RZ)* didapatkan, *bandwidth mux/demux* 60 GHz adalah pilihan terbaik untuk sistem konfigurasi DWDM *hybrid* 10G/40G, serta pada *bandwidth mux/demux* 40 GHz dan 50 GHz memiliki kinerja terbaik pada konfigurasi *channel* 10G.

Pada analisa karakteristik *gain* serat optik Ultra DWDM (Fadila, Hambali, & Pamukti, 2018) menggunakan penguat optik gabungan (*Erbium Dopped Fiber Amplifier* dan *Fiber Raman Amplifier*) dalam simulasinya menggunakan



bandwidth *multiplexer/demultiplexer* 20 GHz pada simulasinya. Hasil dari simulasi menghasilkan kinerja yang baik dengan jarak maksimal hingga 210 km, lalu nilai *Q factor* terendah yang dihasilkan pada jarak tersebut bernilai 6.10417 dan nilai BER 5.08E-10 pada saluran ke-70 dari 80 kanal pada sistem DWDM tersebut.

Pada tugas akhir (Adiati, 2017), dilakukan analisa terhadap parameter SNR dan BER sepanjang 84 km dengan target nilai BER optimal yaitu  $\leq 10^{-12}$ , dilakukan penambahan *Dispersion Compensating Fiber* serta tambahan daya transmitter pada frekuensi kanal 193.1 THz, 193.2 THz, 193.9 THz, dan 194 THz. Dari simulasi tersebut menghasilkan nilai SNR dan BER memenuhi standar. Pada simulasinya menghasilkan nilai SNR maksimum yaitu 72.37 pada frekuensi 193.6 THz serta minimum BER yang dihasilkan yaitu  $2.05 \times 10^{-30}$  pada frekuensi 193.5 THz.

Dari penelitian sebelumnya serta latar belakang diatas, tugas akhir ini akan dilakukan simulasi menggunakan *software optisystem* untuk mengetahui perubahan yang terjadi terhadap nilai BER dan Q-Factor menggunakan pengujian variasi nilai bandwidth *multiplexer/demultiplexer* dan penambahan komponen *Dispersion Compensation Fiber* (DCF) pada simulasi DWDM. Untuk jarak serta spesifikasi perangkat DWDM menggunakan data yang terdapat pada PT .Telkom

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Berapakah penggunaan bandwidth yang optimal untuk mendapatkan nilai yang sesuai standar *Bit Error Rate* ( $\leq 10^{-9}$ ) pada simulasi jaringan DWDM dari STO Jatinegara – STO Bekasi ?
2. Apa pengaruh komponen *Dispersion Compensation Fiber* terhadap nilai BER dan Q-Factor pada variasi bandwidth yang berbeda?
3. Apakah komponen *Dispersion Compensation Fiber* memberikan dampak terhadap daya optik yang diterima ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

1. Memperoleh nilai *bandwidth* yang optimal pada *multiplexer/demultiplexer* untuk mendapatkan nilai BER dan Q-Factor yang optimal.
2. Mengetahui pengaruh (karakteristik) penambahan komponen *Dispersion Compensation Fiber* terhadap variasi *bandwidth mux/demux* (10 GHz s/d 20 GHz) terhadap nilai BER dan Q-Factor
3. Memperoleh nilai *power receive* sesuai standar PT.Telkom (-7 dBm s/d -26 dBm) pada simulasi jaringan DWDM.

### 1.4 Batasan Masalah

1. Data spesifikasi jaringan serat optik serta perangkat yang digunakan menyesuaikan dengan standar yang ditetapkan oleh PT. Telkom.
2. Jarak sistem DWDM pada simulasi ini berdasarkan data PT. Telkom yaitu dari STO Jatinegara – STO Bekasi sepanjang 65.43 KM
3. Parameter simulasi & *software* yang digunakan menggunakan *Optisystem*.
4. Parameter unjuk kerja yang akan digunakan berupa, simulasi *Optical Signal to Noise Ratio*, analisa *Link Power Budget*, dan simulasi *Bit Error Rate*
5. Variasi *bandwidth multiplexer/demultiplexer* pada simulasi yang diujikan yaitu 10 GHz s/d 20 GHz
6. Tidak menjelaskan teknik modulasi dan *multiplexing*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

1. Mendapatkan hasil analisa parameter kelayakan jaringan serat optik sesuai standar ITU-T dengan menggunakan, analisa *Link Power Budget*, serta simulasi *Bit Error Rate*
2. Memahami karakteristik variasi *bandwidth* yang berbeda terhadap jarak link DWDM dengan mendapatkan BER dan Q-Factor yang optimal
3. Memahami pengaruh komponen *Dispersion Compensation Fiber* terhadap variasi *bandwidth* yang berbeda pada jarak link DWDM
4. Memahami pengaruh komponen *Dispersion Compensation Fiber* terhadap nilai BER dan Q-Factor

5. Memahami pengaruh *Dispersion Compensation Fiber* terhadap daya yang diterima *receiver*

## 1.6 Sistematika Penulisan

### Bab I Pendahuluan

Pada bagian ini dijelaskan latar belakang penelitian, perumusan masalah pada penelitian, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat pada penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

### Bab II Dasar Teori

Pada bagian ini menjelaskan tentang dasar teori sistem komunikasi serat optik, konsep DWDM, parameter unjuk kerja dalam menganalisa kinerja DWDM, pembahasan komponen DCF dan *software optisystem*.

### Bab III Metodologi

Menjelaskan tentang diagram alir penelitian, serta langkah kerja dalam melakukan analisa jaringan DWDM seperti, data spesifikasi DWDM, data jenis dan tipe kabel serat optik, panjang link transmisi, dan langkah – langkah simulasi yang akan dilaksanakan pada tugas akhir ini.

### Bab IV Analisa Data

Menjelaskan analisa hasil simulasi jaringan DWDM seperti analisa *Link Power Budget* dan simulasi OSNR, serta membuat simulasi sederhana untuk melihat hasil kinerja jaringan DWDM berdasarkan nilai *Q-factor* dan *Bit Error Rate* menggunakan variasi bandwidth *mux/demux* 10 GHz s/d 20 GHz. Lalu mendapatkan hasil nilai *Bit Error Rate* dan Q-Factor pada simulasi penambahan komponen *Dispersion Compensation Fiber* terhadap variasi bandwidth *mux/demux* serta pengaruh DCF terhadap daya yang diterima *receiver*.

### Bab V Kesimpulan serta Saran

Menjelaskan kesimpulan hasil dan saran yang berkaitan dengan tujuan yang telah dilakukan pada tugas akhir ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiati, R. F. (2017). Analisis Parameter Signal to Noise Ratio dan Bit Error Rate dalam Backbone Komunikasi Fiber Optik Segmen Lamongan-kebalen, *6*(2), 8–12.
- Amari, A. (2016). *Nonlinear effects compensation for long-haul superchannel transmission system*.
- Atieh, A., & Mansour, I. M. (2017). EFFECT OF MULTIPLEXER DEMULTIPLEXER BANDWIDTH ON UPGRADING CURRENT 10G TO 40G OPTICAL COMMUNICATION SYSTEMS, (August).  
<https://doi.org/10.5455/jjcit.71-1497643654>
- Cosmo17. (2017). Fiber Optic Cable Basics Tutorial. Retrieved from  
<https://www.optcore.net/fiber-optic-cable-basics-tutorial/>
- Fadila, T., Hambali, I. A., & Pamukti, B. (2018). ANALISIS KARAKTERISTIK HYBRID OPTICAL AMPLIFIER ( Fiber Raman Amplifier- Erbium Doped Fiber Amplifier ) DENGAN KONFIGURASI PARALLEL IN-LINE PADA SISTEM LONG HAUL ULTRA-DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING, *5*(1), 165–172.
- Govind P. Agrawal. (2002). *Fiber Optic Communication System 3rd Edition*. John Wiley & Sons, Inc.
- ITU-T. (2012). *Rec. ITU-T G.694.1*.
- ITU-T. (2016). Characteristics of a single-mode optical fibre and cable. *ITU-T G.652*.
- ITU-T. (2019). *ITU-T G.671*.
- Keiser, G. (1991). *Optical Fiber Communications 2nd Edition*.
- Kiaee, M. S., & Seraji, F. E. (2016). Design of a  $32 \times 5$  Gb / s DWDM Optical

Network over a Distance of 1000 km, 6(2), 31–36.

<https://doi.org/10.5923/j.optics.20160602.02>

Laude, J. P. (2002). *DWDM Fundamentals, Components, and Applications*. Boston, London: Artech House.

Leza, Y. M. (2011). *ANALISIS PERENCANAAN SISTEM TRANSMISI SERAT OPTIK DWDM PT . TELKOM INDONESIA , Tbk OPTIK DWDM LINK JAKARTA - BANTEN*. Universitas Indonesia.

Massa, N. (2000). *Fundamentals of Photonics* (pp. 293–347).

OptiSystem. (2019). Retrieved December 16, 2019, from

[https://www.mathworks.com/products/connections/product\\_detail/optisystem.html](https://www.mathworks.com/products/connections/product_detail/optisystem.html)

Stamatios V. Kartalopoulos. (2003). *DWDM Networks devices and technology*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.

Sunarto. (2005). *PENGENALAN OPTICAL AMPLIFIER DI DALAM SISTEM KOMUNIKASI OPTIK*, 4, 17–24.

Telkom Akses. (2016). *modul-3-design-fttx*.