

**SKRIPSI**

**ANALISIS UNJUK KERJA PEMANFAATAN *HYBRID*  
*OPTICAL AMPLIFIER* PADA JARINGAN *LONG HAUL*  
*ULTRA-DWDM***

***ANALYSIS OF PERFORMANCE UTILIZATION OF HYBRID  
OPTICAL AMPLIFIER ON LONG HAUL ULTRA-DWDM  
NETWORK***



Disusun Oleh :

**Yoel Alfredo Matondang**

**18101142**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI  
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO  
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

**2023**

**ANALISIS UNJUK KERJA PEMANFAATAN *HYBRID*  
*OPTICAL AMPLIFIER* PADA JARINGAN *LONG HAUL*  
*ULTRA-DWDM***

***ANALYSIS OF PERFORMANCE UTILIZATION OF HYBRID  
OPTICAL AMPLIFIER ON LONG HAUL ULTRA-DWDM  
NETWORK***

**Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh**

**Gelar Sarjana Teknik (S.T.)**

**Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto**

**2023**

**Disusun Oleh :**

**Yoel Alfredo Matondang**

**18101142**

**DOSEN PEMBIMBING :**

**Fauza Khair, S.T., M.Eng.**

**Dadiek Pranindito, S.T., M.T.**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI  
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO  
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

**2023**

**HALAMAN PENGESAHAN  
SKRIPSI**

**ANALISIS UNJUK KERJA PEMANFAATAN *HYBRID  
OPTICAL AMPLIFIER* PADA JARINGAN *LONG HAUL  
ULTRA-DWDM***

***ANALYSIS OF PERFORMANCE UTILIZATION OF HYBRID  
OPTICAL AMPLIFIER ON LONG HAUL ULTRA-DWDM  
NETWORK***

Disusun Oleh :

Yoel Alfredo Matondang

18101142

Telah dipertanggung jawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal 18 Juli

2023

Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama

: Fauza Khair, S.T., M.Eng.  
NIDN. 0622039001

Pembimbing Pendamping

: Dadiék Pranindito, S.T., M.T.  
NIDN. 0626108502

Penguji 1

: Eka Wahyudi, S.T., M.Eng.  
NIDN. 0617117601

Penguji 2

: Jafaruddin Gusti Amri Ginting, S.T., M.T.  
NIDN. 0620108901

Mengetahui

Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi

Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Prasetyo Yulianto, S.T., M.T.

NIDN. 0620079201

(Fauza Khair) 24/07/23  
(Dadiék Pranindito)  
(Eka Wahyudi) 28/7/23  
(Jafaruddin Gusti Amri Ginting)

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, YOEL ALFREDO MATONDANG menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ANALISIS UNJUK KERJA PEMANFAATAN *HYBRID OPTICAL AMPLIFIER* PADA JARINGAN *LONG HAUL ULTRA-DWDM*” adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung risiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 10 Juni 2023



Yang menyatakan

Yoel Alfredo Matondang

## **PRAKATA**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus, yang telah memberikan rahmat, berkat dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ANALISIS UNJUK KERJA PEMANFAATAN *HYBRID OPTICAL AMPLIFIER* PADA JARINGAN *LONG HAUL ULTRA-DWDM*”. Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Sarjana di Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang sangat membantu penulis dalam berbagai hal. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Anggun Fitriani Isnawati S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro di Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
2. Bapak Prasetyo Yuliantoro, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi.
3. Bapak Fauza Khair, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Dadiék Pranindito, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Edward Matondang dan Meva Panggabean selaku orang tua penulis.
6. Seluruh dosen, staff dan karyawan Program studi S1 Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
7. Serta rekan – rekan S1 TT06-D yang telah membantu dan mendukung penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>iii</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II .....</b>	<b>4</b>
2.1 Kajian Pustaka .....	4
2.2 Dasar Teori .....	5
2.2.1 Dense Wavelength Division Multiplexing.....	5
2.2.2 Sistem <i>Ultra-Dense Wavelength Division Multiplexing</i> .....	8
2.2.3 FRA-EDFA .....	9
2.2.4 <i>Hybrid Optical Amplifier</i> .....	10
<b>BAB III.....</b>	<b>12</b>
3.1 Alur Penelitian.....	12
3.2 Perancangan Sistem.....	14
3.3 Skenario Pengujian.....	19
<b>BAB IV .....</b>	<b>20</b>
4.1 Analisis Hasil Unjuk Kerja Pemanfaatan Pada EDFA.....	20
4.1.1 Analisis Pada Panjang Link 50 km .....	20

4.1.2	Analisis Pada Panjang Link 75 km .....	22
4.1.3	Analisis Pada Panjang Link 100 km .....	24
4.1.4	Analisis Pada Panjang Link 125 km .....	26
4.1.5	Analisis Pada Panjang Link 150 km .....	28
4.1.6	Analisis Panjang Link 175 km .....	29
4.2	Analisis Hasil Unjuk Kerja Pemanfaatan Pada FRA .....	31
4.2.1	Analisis Pada Panjang Link 50 km .....	31
4.2.2	Analisis Pada Panjang Link 75 km .....	33
4.2.3	Analisis Pada Panjang Link 100 km .....	35
4.2.4	Analisis Pada Panjang Link 125 km .....	37
4.2.5	Analisis Pada Panjang Link 150 km .....	38
4.2.6	Analisis Pada Panjang Link 175 km .....	40
4.3.	Analisis Hasil Unjuk Kerja Pemanfaatan Pada HOA.....	41
4.3.1	Analisis Pada Panjang Link 50 km .....	41
4.3.2	Analisis Pada Panjang Link 75 km .....	43
4.3.3	Analisis Pada Panjang Link 100 km .....	45
4.3.4	Analisis Pada Panjang Link 125 km .....	47
4.3.5	Analisis Pada Panjang Link 150 km .....	49
4.3.6	Analisis Pada Panjang Link 175 km .....	51
<b>BAB V</b>	.....	<b>53</b>
5.1	KESIMPULAN .....	53
5.2	SARAN .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>54</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Teknologi DWDM .....	6
Gambar 2.2 Sistem DWDM.....	7
Gambar 3.1 Flowchart Alur Penelitian .....	12
Gambar 3.2 Blok Diagram <i>System Long Haul Ultra – Dense Wavelength Division Multiplexing</i> .....	14
Gambar 3.3 Blok Pengirim .....	14
Gambar 3.4 Contoh Pengkodean NRZ dengan bit <i>input</i> 0101 .....	15
Gambar 3.5 Media Transmisi.....	16
Gambar 3.6 Blok Penerima .....	17
Gambar 4.1 Grafik Q-Factor EDFA Pada Panjang Link 50 km .....	20
Gambar 4.2 Grafik BER EDFA Pada Panjang Link 50 km.....	21
Gambar 4.3 Grafik <i>Q-Factor</i> EDFA Pada Panjang Link 75 km .....	22
Gambar 4.4 Grafik BER EDFA Pada Panjang Link 75 km.....	23
Gambar 4.5 Grafik <i>Q-Factor</i> EDFA Pada Panjang Link 100 km .....	24
Gambar 4.6 Grafik BER EDFA Pada Panjang Link 100 km.....	25
Gambar 4.7 Grafik <i>Q-Factor</i> EDFA Pada Panjang Link 125 km .....	26
Gambar 4.8 Grafik BER EDFA Pada Panjang Link 125 km.....	27
Gambar 4. 9 Grafik Q-Factor EDFA Pada Panjang Link 150 km .....	28
Gambar 4.10 Grafik BER EDFA Pada Panjang Link 150 km.....	29
Gambar 4.11 Grafik <i>Q-Factor</i> EDFA Pada Panjang Link 175 km .....	30
Gambar 4.12 Grafik BER EDFA Pada Panjang Link 175 km.....	30
Gambar 4.13 Grafik Q-Factor FRA Pada Panjang Link 50 km.....	32
Gambar 4.14 Grafik BER FRA Pada Panjang Link 50 km .....	32
Gambar 4.15 Grafik <i>Q-Factor</i> FRA Pada Panjang Link 75 km .....	33
Gambar 4.16 Grafik BER FRA Pada Panjang Link 75 km .....	34
Gambar 4.17 Grafik <i>Q-Factor</i> FRA Pada Panjang Link 100 km .....	35
Gambar 4.18 Grafik BER FRA Pada Panjang Link 100 km .....	36
Gambar 4.19 Grafik <i>Q-Factor</i> FRA Pada Panjang Link 125 km .....	37
Gambar 4.20 Grafik BER FRA Pada Panjang Link 125 km .....	38
Gambar 4.21 Grafik Q-Factor FRA Pada Panjang Link 150 km.....	39



Gambar 4.22 Grafik BER FRA Pada Panjang Link 150 km .....	39
Gambar 4.23 Grafik <i>Q-Factor</i> FRA Pada Panjang Link 175 km .....	40
Gambar 4.24 Grafik BER FRA Pada Panjang Link 175 km .....	41
Gambar 4.25 Grafik <i>Q-Factor</i> HOA Pada Panjang Link 50 km .....	42
Gambar 4.26 Grafik BER HOA Pada Panjang Link 50 km.....	42
Gambar 4.27 Grafik <i>Q-Factor</i> HOA Pada Panjang Link 75 km .....	44
Gambar 4.28 Grafik BER HOA Pada Panjang Link 75 km.....	44
Gambar 4.29 Grafik <i>Q-Factor</i> HOA Pada Panjang Link 100 km .....	45
Gambar 4.30 Grafik BER HOA Pada Panjang Link 100 km.....	46
Gambar 4.31 Grafik <i>Q-Factor</i> HOA Pada Panjang Link 125 km .....	47
Gambar 4.32 Grafik BER HOA Pada Panjang Link 125 km.....	48
Gambar 4.33 Grafik <i>Q-Factor</i> HOA Pada Panjang Link 150 km .....	49
Gambar 4.34 Grafik BER HOA Pada Panjang Link 150 km.....	50
Gambar 4.35 Grafik <i>Q-Factor</i> HOA Pada Panjang Link 175 km .....	51
Gambar 4.36 Grafik BER HOA Pada Panjang Link 175 km.....	52

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1 Parameter DWDM .....</b>	<b>18</b>
<b>Tabel 3.2 Parameter Penguat Fiber Raman Amplifier (FRA) .....</b>	<b>18</b>
<b>Tabel 3.3 Parameter Penguat Erbium Doped Fiber Amplifier (EDFA).....</b>	<b>18</b>
<b>Tabel 4.1 Hasil Simulasi Pada Panjang Link 50 km.....</b>	<b>20</b>
<b>Tabel 4.2 Hasil Simulasi Pada Panjang Link 75 km.....</b>	<b>22</b>
<b>Tabel 4.3 Hasil Simulasi Pada Panjang Link 100 km.....</b>	<b>24</b>
<b>Tabel 4.4 Hasil Simulasi Pada Panjang Link 125 km.....</b>	<b>26</b>
<b>Tabel 4.5 Hasil Simulasi Pada Panjang Link 150 km.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabel 4.6 Hasil Simulasi Pada Panjang Link 175 km.....</b>	<b>29</b>
<b>Tabel 4.7 Hasil Simulasi Pada Panjang Link 50 km.....</b>	<b>31</b>
<b>Tabel 4.8 Hasil Simulasi Pada Panjang Link 75 km.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabel 4.9 Hasil Simulasi Pada Panjang Link 100 km.....</b>	<b>35</b>
<b>Tabel 4.10 Hasil Simulasi Pada Panjang Link 125 km.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabel 4.11 Hasil Simulasi Pada Panjang Link 150 km.....</b>	<b>38</b>
<b>Tabel 4.12 Hasil Simulasi Pada Panjang Link 175 km.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabel 4.13 Hasil Simulasi Pada Panjang Link 50 km.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabel 4.14 Hasil Simulasi Pada Panjang Link 75 km.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabel 4.15 Hasil Simulasi Pada Panjang Link 100 km.....</b>	<b>45</b>
<b>Tabel 4.16 Hasil Simulasi Pada Panjang Link 125 km.....</b>	<b>47</b>
<b>Tabel 4.17 Hasil Simulasi Pada Panjang Link 150 km.....</b>	<b>49</b>
<b>Tabel 4.18 Hasil Simulasi Pada Panjang Link 175 km.....</b>	<b>51</b>