

**SKRIPSI**

**PERANCANGAN DAN SIMULASI OPTISYSTEM JARINGAN  
BACKBONE FIBER OPTIK MENGGUNAKAN EDFA (*ERBIUM  
DOPED FIBER AMPLIFIER*) DI KELURAHAN PULOGEBANG**



**OLEH :**

**MUHAMMAD GALIH ANDIKA**

**5215161949**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2023**

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Perancangan dan Simulasi Optisystem Jaringan *Backbone Fiber Optik Menggunakan EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier)* di Kelurahan Pologebang

Penyusun : Muhammad Galih Andika

NIM : 5215161949

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika

Tanggal ujian : 18 Januari 2023

Disetujui oleh:

Pembimbing I



Dr. Efi Sandi, M.T.  
NIP. 197502022008121002

Pembimbing II



Dr. Arum Setyowati, M.T.  
NIP.197309151999032002

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:

Ketua Pengudi



Dr. Aodah Diamah, S. T, M. Eng  
NIP.197809192005012003

Sekretaris



Dr. Baso Maruddani, M.T  
NIP. 198305022008011006

Dosen Ahli



31/1/2023

Dr. Muhammad Yusro, M. Pd, M.T  
NIP. 197609212001121002

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika



Dr. Baso Maruddani, M.T  
NIP.198305022008011006

## **LEMBAR PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 9 Januari 2023

Yang Membuat Pernyataan,



Muhammad Galih Andika

No Reg. 5215161949

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan peneliti nikmat kesehatan dan kesempatan berupa waktu sehingga peneliti dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Perancangan dan Simulasi Optisystem Jaringan Backbone Fiber Optik Menggunakan EDFA (*Erbium Doped Fiber Amplifier*) Di Kelurahan Pulogebang” ini dalam bentuk maupun isinya yang sederhana.

Penulisan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan dari semua pihak yang telah membantu peneliti, oleh karena itu peneliti ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Baso Maruddani, M.T., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika.
2. Dr. Efri Sandi, M.T selaku Dosen Pembimbing I atas kesediaannya meluangkan waktu serta membimbing peneliti dengan sabar dan teliti dalam penyusunan skripsi ini.
3. Dr. Arum Setyowati, M.T selaku Dosen Pembimbing II atas kesediaannya meluangkan waktu serta membimbing peneliti dengan sabar dan teliti dalam penyusunan skripsi ini.
4. Orangtua dan keluarga peneliti, yang telah memberikan dukungan baik secara moril maupun materiil.
5. Teman-teman program studi Pendidikan Teknik Elektronika angkatan 2016, yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh pihak yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan penyusunan skripsi, yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Tujuan skripsi ini dibuat yaitu untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi untuk meraih gelar Sarjana Pendidikan di program studi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Dalam skripsi ini terdapat pembahasan mengenai perancangan simulasi optisystem jaringan *backbone* fiber optik menggunakan EDFA (*Erbium Doped Fiber Amplifier*) di kelurahan Pulogebang. Semoga skripsi ini dapat dipergunakan sebagai salah satu acuan, petunjuk maupun pedoman bagi pembaca dalam menyelesaikan studi.

Peneliti juga meminta kepada pembaca agar menyampaikan pemikiran-pemikiran berupa kritik dan saran yang membangun. Karena peneliti menyadari bahwa isi skripsi ini masih belum sempurna. Atas perhatian dan partisipasi pembaca, peneliti ucapkan terima kasih.

Jakarta, 9 Januari 2023

Peneliti,

Muhammad Galih Andika

## ABSTRAK

**Muhammad Galih Andika, Perancangan dan Simulasi Optisystem Jaringan Backbone Fiber Optik Menggunakan EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier) Di Kelurahan Pulogebang.** Skripsi. Jakarta, Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, 2022. Dosen Pembimbing: Dr. Efri Sandi, M.T dan Dr. Arum Setyowati, M.T.

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dengan mengetahui jumlah dan penempatan EDFA (*Erbium Doped Fiber Amplifier*) untuk jaringan *backbone* fiber optik di Kelurahan Pulogebang dengan menggunakan aplikasi simulasi optisystem, serta menganalisis dan memahami penggunaan EDFA (*Erbium Doped Fiber Amplifier*) dalam memenuhi kebutuhan jaringan data di Kelurahan Pulogebang. Penelitian ini menggunakan metode penelitian *Research and Development* (R&D). Penelitian ini dilakukan di wilayah Kelurahan Pulogebang, Kecamatan Cakung, Kota Jakarta Timur, DKI Jakarta pada tanggal 4 Januari 2021 - 21 April 2021.

Perancangan jaringan *backbone* fiber optik menggunakan EDFA di Kelurahan Pulogebang dilakukan perhitungan dan simulasi menggunakan Optisistem dengan parameter kinerja sebelum dan sesudah penambahan EDFA. Sebelum menggunakan EDFA berbagai parameter kinerja belum memenuhi standar, namun setelah pengaplikasian EDFA, parameter kinerja sudah memenuhi standar. Setelah melakukan perhitungan dan simulasi, dibutuhkan 1 set EDFA dengan jangkauan maksimal 57,2 km. Ini berarti sudah mampu memenuhi kebutuhan jaringan fiber optik Kelurahan Pulogebang berdasar data jarak transmisi. Dalam perancangan ini juga membutuhkan EDFA untuk memenuhi standar kinerja.

Kata Kunci: Fiber optik, *Backbone*, EDFA, Optisistem, distribusi

## **ABSTRACT**

Muhammad Galih Andika, Design and Simulation of Fiber Optic Backbone Network Optisystems Using EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier) in Pulogebang Village. Essay. Jakarta, Electronic Engineering Education, Faculty of Engineering, Jakarta State University, 2022. Supervisor: Dr. Efri Sandi, M.T and Dr. Arum Setyowati, M.T.

The purpose of this study was to design by knowing the number and placement of EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier) for fiber optic backbone networks in Pulogebang Village using the optisystem simulation application, as well as analyze and understand the use of EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier) in meeting the needs of data networks in Pulogebang Village. This study used the Research and Development (R&D) research method. This research was conducted in the Pulogebang Village area, Cakung District, East Jakarta City, DKI Jakarta on January 4 2021 - April 21 2021.

The design of a fiber optic backbone network using EDFA in Pulogebang Village is calculated and simulated using Optysystem with performance parameters before and after adding EDFA. Before using EDFA, various performance parameters did not meet the standards, but after the application of EDFA, the performance parameters met the standards. After doing calculations and simulations, 1 set of EDFA is needed with a maximum range of 57.2 km. This means that it has been able to meet the needs of the Pulogebang Village fiber optic network based on transmission distance data. In this design also requires EDFA to meet performance standards

Keywords: Fiber optic, Backbone, EDFA, Optysystem, distribution

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Rumusan Masalah .....	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II KAJIAN TEORETIK .....</b>	<b>7</b>
2.1 Metode Pengembangan, Pengujian dan Analisis Data .....	7
2.2 Sistem Komunikasi Optik.....	7
2.2.1 Sumber Optik .....	10
2.2.2 Komponen Fiber Optik.....	12
2.2.3 Jenis Fiber Optik .....	13
2.3 Jenis Topologi .....	16
2.4 <i>Synchronous Digital Hierarchy (SDH)</i> .....	16
2.5 <i>TWDM-PON (Time Wavelength Division Multiplexing-Passive Optical Network)</i> .....	18

2.6 <i>Optical amplifier</i> .....	19
2.7 <i>Erbium Doped Fiber Amplifier (EDFA)</i> .....	21
2.7.1 Karakteristik Penguat EDFA .....	24
2.7.2 Mekanisme Penguatan pada EDFA.....	25
2.7.3 Konfigurasi EDFA .....	26
2.7.4 Sistem Komunikasi pada EDFA.....	27
2.8 Optisystem 2007 .....	28
2.9 Kerangka Berpikir .....	29
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>31</b>
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	31
3.2 Metode Penelitian dan Pengembangan Produk .....	31
3.2.1 Tujuan Penelitian dan Pengembangan.....	31
3.2.2 Metode Penelitian dan Pengembangan.....	31
3.2.3 Sasaran Produk Penelitian.....	35
3.2.4 Instrumen Penelitian.....	36
3.3 Prosedur Pengembangan dan Penelitian.....	36
3.3.1 Penelitian dan Pengumpulan Data.....	36
3.3.2 Teknik Pengumpulan Data .....	36
3.3.3 Rancangan Penelitian .....	37
3.3.3.1 Penentuan Topologi Jaringan .....	39
3.3.3.2 Penentuan Sumber Optik dan Detektor Optik .....	39
3.3.3.3 Penentuan Jenis dan Panjang Gelombang .....	40
3.3.3.4 Penentuan Rute dan Distribusi Jaringan Fiber Optik .....	41
3.3.3.5 Parameter Perencanaan Jaringan .....	42
3.3.3.6 Parameter <i>Amplifier</i> .....	45
3.3.3.7 Simulasi Perencanaan Jaringan pada OptiSystem.....	49

3.3.4 Prosedur Penelitian.....	49
3.4 Alur Penelitian.....	51
3.5. Teknik Analisis Data .....	52
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS .....</b>	<b>53</b>
4.1 Hasil Perhitungan Parameter Perencanaan .....	53
4.1.1 Perhitungan Jarak Transmisi .....	53
4.1.2 Perhitungan <i>Rise Time Budget</i> .....	55
4.1.3 Perhitungan Jumlah <i>Splice</i> dan Konektor.....	57
4.1.4 Perhitungan Parameter <i>Amplifier</i> .....	58
4.1.5 Hasil Perhitungan Tanpa <i>Amplifier</i> .....	62
4.1.6 Hasil Perhitungan Menggunakan <i>Amplifier</i> .....	62
4.2 Hasil Simulasi Optisystem .....	63
4.2.1 <i>Backbone Link</i> .....	63
4.2.2 <i>Link Distribusi</i> .....	70
4.3 Analisis EDFA terhadap <i>Power Pump</i> dan Panjang Kabel.....	72
4.3.1 Analisis <i>Gain</i> terhadap Panjang EDFA.....	73
4.3.2 Analisis <i>Noise Figure</i> Terhadap Panjang EDFA .....	73
4.4 Analisis Perbandingan Hasil Simulasi dan Perhitungan .....	74
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>76</b>
5.1 Kesimpulan.....	76
5.2 Saran.....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>77</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>79</b>
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>87</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur LED Burrus .....	11
Gambar 2. 2 Kabel Fiber Optik.....	12
Gambar 2. 3 <i>Step Index Multimode</i> .....	14
Gambar 2. 4 <i>Graded Index Multimode</i> .....	15
Gambar 2. 5 <i>Step Index Single mode</i> .....	15
Gambar 2. 6 Hirarki SDH multiplexing.....	17
Gambar 2. 7 Skema WDM.....	18
Gambar 2. 8 <i>Booster Amplifier</i> .....	20
Gambar 2. 9 <i>In-Line Amplifier</i> .....	20
Gambar 2. 10 <i>Pre-Amplifier</i> .....	20
Gambar 2. 11 <i>Erbium Doped Fiber Amplifier</i> .....	21
Gambar 2. 12 Kurva penguatan EDFA .....	21
Gambar 2. 13 <i>Pump Laser</i> 980 nm dan <i>The</i> 980 nm WDM .....	22
Gambar 2. 14 EDFA <i>Module</i> dan <i>Isolator Module</i> .....	22
Gambar 2. 15 FC/APC <i>Adapters</i> dan DFB Laser .....	23
Gambar 2. 16 <i>Optical Filter</i> .....	23
Gambar 2. 17 Rangkaian dalam penguat EDFA .....	23
Gambar 2. 18 Diagram Level Energi <i>Erbium</i> .....	26
Gambar 2. 19 Diagram Konfigurasi EDFA .....	27
Gambar 2. 20 <i>Codirectional Pumping</i> .....	27
Gambar 2. 21 <i>Counterdirectional Pumping</i> .....	28
Gambar 2. 22 <i>Dual Pumping</i> .....	28
Gambar 2. 23 Tampilan Awal Optisystem.....	29
Gambar 2. 24 Bagan Kerangka Berpikir.....	30
Gambar 3. 1 Metode <i>Research and Development</i> (R&D).....	32
Gambar 3. 2 Tahapan Perancangan Analisis Pengaruh EDFA di Kelurahan .....	38
Gambar 3. 3 Ilustrasi Topologi <i>Ring</i> .....	39
Gambar 3. 4 Konfigurasi perangkat STM-64 .....	40
Gambar 3. 5 Rute <i>backbone</i> dan distribusi Kelurahan Pulogebang .....	41
Gambar 3. 6 Simulasi Perencanaan Jaringan pada Optisystem .....	49
Gambar 3. 7 Alur Penelitian.....	51
Gambar 4. 1 Simulasi <i>Backbone Link</i> tanpa penguat EDFA .....	64
Gambar 4. 2 Pengukuran <i>Optical Power Meter</i> pada simulasi tanpa penguat.....	65
Gambar 4. 3 Hasil BER <i>Analyzer</i> pada simulasi tanpa penguat EDFA .....	66
Gambar 4. 4 Simulasi <i>Backbone Link</i> dengan penguat EDFA .....	67
Gambar 4. 5 Pengukuran <i>Optical Power Meter</i> pada simulasi dengan penguat....	68
Gambar 4. 6 Hasil BER <i>Analyzer</i> pada simulasi dengan penguat EDFA .....	69
Gambar 4. 7 Simulasi <i>Link Distribusi</i> di Optisystem.....	71
Gambar 4. 8 Hasil BER <i>Analyzer</i> pada simulasi <i>Link Distribusi</i> .....	72
Gambar 4. 9 Daya Terima pada simulasi <i>Link Distribusi</i> .....	72
Gambar 4. 10 <i>Gain</i> EDFA terhadap Panjang Kabel EDFA .....	73
Gambar 4. 11 Nilai <i>Noise Figure</i> dengan Daya 10 mW terhadap Panjang kabel..	73
Gambar 4. 12 Nilai <i>Noise Figure</i> dengan Daya 50 mW terhadap Panjang kabel.	74

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Bitrate dan standart frame SDH</i> .....	17
Tabel 3. 1 Jarak Kabel Fiber Optik .....	42
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Jarak Transmisi .....	55
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan <i>Rise Time Budget</i> .....	57
Tabel 4. 3 Hasil perhitungan jumlah <i>splice</i> dan konektor.....	58
Tabel 4. 4 Hasil perhitungan tanpa EDFA .....	62
Tabel 4. 5 Hasil perhitungan dengan EDFA transmisi <i>Downstream</i> .....	62
Tabel 4. 6 Hasil perhitungan dengan EDFA transmisi <i>Upstream</i> .....	63
Tabel 4. 7 data parameter <i>backbone link loss</i> .....	63
Tabel 4. 8 Hasil perbandingan simulasi .....	69
Tabel 4. 9 Konfigurasi <i>hardware</i> .....	70
Tabel 4. 10 Perbandingan hasil perancangan dengan EDFA perhitungan dan .....	75





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://lib.unj.ac.id)

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Muhammad Galih Andika  
NIM : 5215161949  
Fakultas/Prodi : Teknik/Pendidikan Teknik Elektronika  
Alamat email : galihadika121@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif atas karya ilmiah:

Skripsi       Tesis       Disertasi       Lain-lain (.....)

yang berjudul :

**Perancangan dan Simulasi Optisystem Jaringan Backbone Fiber Optik Menggunakan EDFA (*Erbium Doped Fiber Amplifier*) Di Kelurahan Pulogebang**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 23 Februari 2023

Penulis

(Muhammad Galih Andika)