

# **PERENCANAAN SISTEM KOMUNIKASI KABEL LAUT (SKKL) FIBER OPTIK DI LINK BENGKULU-ENGGANO DENGAN TEKNOLOGI DWDM**

SKRIPSI

Skripsi ini diajukan untuk melengkapi salah satu persyaratan  
menjadi Sarjana Strata Satu Program S1

Oleh:

ALEX TUBAGUS DARMAWAN  
197002416008



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS  
UNIVERSITAS NASIONAL  
JANUARI 2024**

**PERENCANAAN SISTEM KOMUNIKASI KABEL  
LAUT (SKKL) FIBER OPTIK DI LINK  
BENGKULU-ENGGANO DENGAN  
TEKNOLOGI DWDM**

Oleh:

ALEX TUBAGUS DARMAWAN  
197002416008



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS  
UNIVERSITAS NASIONAL  
JANUARI 2024**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi dengan judul :

**“PERENCANAAN SISTEM KOMUNIKASI KABEL LAUT (SKKL) FIBER OPTIK  
DI LINK BENGKULU-ENGGANO DENGAN TEKNOLOGI DWDM”**

Dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional. Sebagaimana yang saya ketahui adalah bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Skripsi yang sudah pernah diajukan sebagai syarat gelar Sarjana di Universitas Nasional maupun di Universitas lain. Terkecuali pada bagian tertentu yang menjadi bahan sumber informasi atau acuan yang tercantum sebagaimana mestinya.



10000  
METERAI  
TEMPEL  
FD957AMX005293853  
Februari 2024  
*Alex Tubagus Darmawan*  
(Alex Tubagus Darmawan)  
NIM.197002416008

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul:

**“PERENCANAAN SISTEM KOMUNIKASI KABEL LAUT (SKKL) FIBER OPTIK  
DI LINK BENGKULU-ENGGANO DENGAN TEKNOLOGI DWDM”.**

Dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional dan telah disetujui untuk diujikan dalam sidang skripsi sesuai dengan ketentuan administrasi dan akademik yang berlaku.

Jakarta, 24 Februari 2024

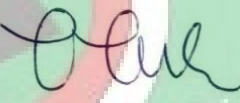


Nama : Alex Tubagus Darmawan  
NIM : 197002416008

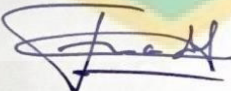
Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

  
(Ir. Rianto Nugroho) M.T.  
NID. 0104050734

  
(Endang Retno Nugroho, S.Si., M.Si)  
NID. 0104050735

Ketua Program Studi Teknik Elektro



(Fuad Djauhari, S.T., M.T.)  
NID. 0110090789



## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Alex Tubagus Darmawan  
NPM : 197002416008  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Perencanaan Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) Fiber Optik Di Link Bengkulu-Enggano Dengan Teknologi DWDM

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I	: <u>Ir. Rianto Nugroho, M.T.</u>	(.....)
Pembimbing II	: <u>Endang Retno Nugroho, S.Si., M.Si.</u>	(.....)
Penguji I	: <u>Novi Azman, S.T., M.T., Ph.D.</u>	(.....)
Penguji II	: <u>Ir. Idris Kusuma, M.T</u>	(.....)
Penguji III	: <u>Ir. Ruliyanto, M.T., Ph.D.</u>	(.....)

Ditetapkan di : Jakarta  
Tanggal : 24 Februari 2024

## KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur, saya mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang dengan kasih dan berkat-Nya, memandu saya hingga berhasil menyelesaikan tugas akhir ini. Skripsi ini merupakan bagian integral dari perjalanan akademis saya menuju gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro di Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

Saya sangat sadar bahwa pencapaian ini tidak terwujud tanpa dukungan dan bimbingan berharga dari berbagai pihak sepanjang perjalanan saya, mulai dari masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan tulus hati, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Rianto Nugroho, M.T. dan Ibu Endang Retno Nugroho R.,S.Si.,M.Si., sebagai dosen pembimbing yang dengan penuh kesediaan telah mengalokasikan waktu, energi, dan pemikiran untuk memberikan arahan dalam penulisan skripsi ini;
2. Ibu Endang Retno Nugroho R.,S.Si.,M.Si., sebagai dosen pembimbing akademik yang dengan komitmen tinggi menyumbangkan waktu, tenaga, pemikiran, dan empati luar biasa untuk membimbing dan membantu saya menyelesaikan perjalanan kuliah ini;
3. Seluruh dosen dan pengajar yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan bimbingan selama menjalani perkuliahan;
4. Keluarga dan teman-teman yang selalu memberikan dukungan moral dan semangat positif, menjadi pilar kuat dalam setiap langkah perjalanan ini;

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan kontribusi berarti dalam penyusunan skripsi ini. Sebagai penutup, penulis berharap agar Tuhan Yang Maha Esa akan memberikan balasan atas segala kebaikan yang telah diberikan oleh semua pihak yang turut serta membantu. Semoga hasil dari skripsi ini dapat memberikan dampak positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 24 Februari 2024

Penulis

## ABSTRAK

Alex Tubagus “Perencanaan Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) Fiber Optik Di Link Bengkulu-Enggano Dengan Teknologi DWDM”, Program SI Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, di bawah bimbingan Ir.Rianto Nugroho M.T dan Endang Retno Nugroho S.Si, M.Si, Januari 2024, 80 halaman + xiii + halaman lampiran.

Sistem Komunikasi Kabel Laut adalah salah satu solusi untuk menghubungkan jaringan telekomunikasi antar pulau hingga negara dengan menggunakan sistem komunikasi kabel laut berbasis kabel fiber optik. Penelitian ini berfokus pada Pulau Enggano, yang termasuk dalam wilayah Tertinggal, Terluar, dan Terdepan (3T) di Indonesia. Pulau Enggano memerlukan perhatian khusus dari pemerintah karena meningkatnya jumlah wisatawan dan penduduk yang membutuhkan akses internet dengan *bandwidth* yang semakin besar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem komunikasi kabel laut dengan teknologi DWDM dari Bengkulu menuju Pulau Enggano sepanjang 257 Km, menggunakan kabel fiber optik jenis G655 dengan penguat *Erbium Doped Fiber Amplifier* (EDFA). Perancangan ini mengacu pada parameter seperti *Power Link Budget*, *Signal Noise to Ratio*, *Q-factor*, dan *Bit Error Rate*. Hasil yang diperoleh dari perancangan ini, yaitu *power link budget*  $-11,14$  dBm, SNR 22,227, *Q-factor* 6,461, dan BER  $5 \times 10^{-11}$ . Hasil parameter ini dikatakan layak sesuai dengan standar yang berlaku, yaitu menurut rekomendasi ITU-T G.976. Oleh karena itu SKKL (Sistem Komunikasi Kabel Laut) fiber optik Bengkulu-Enggano dengan teknologi DWDM dapat diimplementasikan dan diharapkan dapat meningkatkan akses dan layanan telekomunikasi lainnya di kedua lokasi tersebut.

**Kata Kunci:** Sistem Komunikasi Kabel Laut, *Dense Wavelength Division Multiplexing*, *Power Link Budget*, *Signal Noise to Ratio*, *Q-factor*, *Bit Error Rate*.

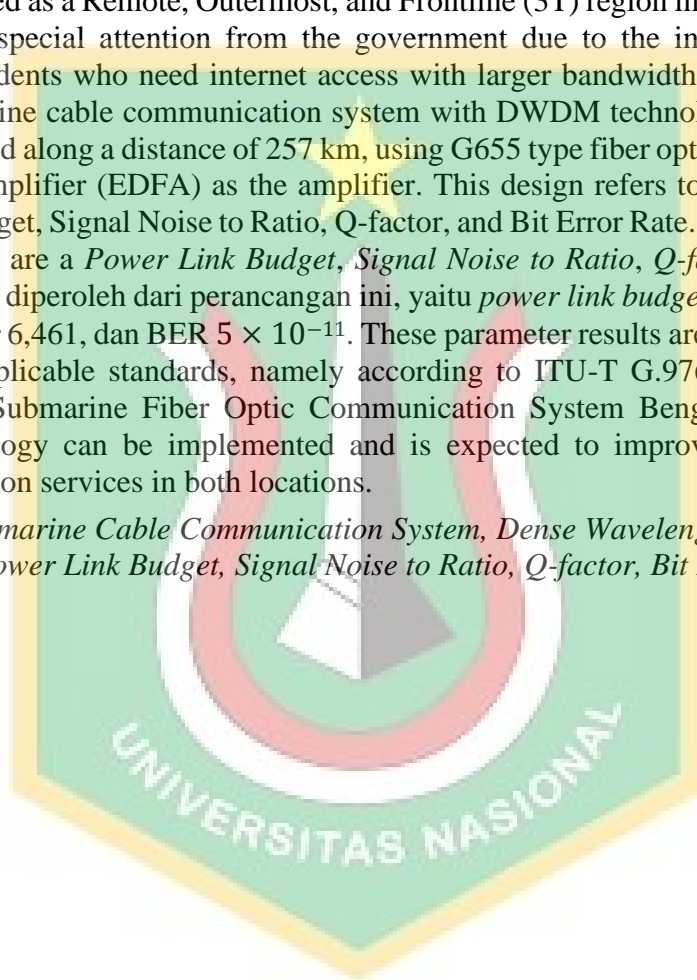


## ABSTRACT

*Alex Tubagus "Design of Submarine Fiber Optic Communication System at Bengkulu-Enggano Link with DWDM Technology", Program SI Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, under the guidance of Ir. Rianto Nugrogo M.T and Endang Retno Nugroho S.Si., M.Si., January 2024. 80 page + xiii + attachment page.*

The Submarine Cable Communication System is one solution for connecting telecommunication networks between islands and countries using a submarine cable communication system based on fiber optic cables. This research focuses on Enggano Island, which is classified as a Remote, Outermost, and Frontline (3T) region in Indonesia. Enggano Island requires special attention from the government due to the increasing number of tourists and residents who need internet access with larger bandwidth. This study aims to design a submarine cable communication system with DWDM technology from Bengkulu to Enggano Island along a distance of 257 km, using G655 type fiber optic cable with Erbium Doped Fiber Amplifier (EDFA) as the amplifier. This design refers to parameters such as Power Link Budget, Signal Noise to Ratio, Q-factor, and Bit Error Rate. The results obtained from this design are a *Power Link Budget*, *Signal Noise to Ratio*, *Q-factor*, dan *Bit Error Rate*. Hasil yang diperoleh dari perancangan ini, yaitu *power link budget*  $-11,14$  dBm, SNR 22,227, *Q-factor* 6,461, dan BER  $5 \times 10^{-11}$ . These parameter results are considered feasible according to applicable standards, namely according to ITU-T G.976 recommendations. Therefore, the Submarine Fiber Optic Communication System Bengkulu-Enggano with DWDM technology can be implemented and is expected to improve access and other telecommunication services in both locations.

**Keywords:** *Submarine Cable Communication System, Dense Wavelength Division Multiplexing, Power Link Budget, Signal Noise to Ratio, Q-factor, Bit Error Rate.*





## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Urgensi Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah .....	3
1.6 Metode Penyelesaian Masalah.....	3
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI.....</b>	<b>4</b>
2.1 Studi Literatur.....	4
2.2 Sistem Komunikasi Kabel Laut.....	6
2.3 Jenis Kabel Laut .....	7
2.4 Serat Optik.....	9
2.5 Karakteristik Serat Optik .....	9
2.6 Sistem Komunikasi Serat Optik .....	14
2.7 Redaman Serat Optik.....	15
2.8 Modulasi Digital.....	15
2.9 <i>Multiplexing</i> .....	18
2.10 <i>Optical Amplifier</i> .....	22
2.11 <i>Power Feed Equipment</i> .....	25
2.12 <i>Repeatered dan Repeaterless</i> .....	25
2.13 <i>Power Link Budget (PLB)</i> .....	26
2.14 <i>Signal Noise to Ratio (SNR)</i> .....	28
2.15 <i>Q-factor (Q)</i> .....	29
2.16 <i>Bit Error Rate (BER)</i> .....	29
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	30
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	30
3.3 Perancangan Penelitian.....	30
3.3.1 Flowchart Penelitian .....	30
3.3.2 Kondisi Eksiting Jaringan.....	32
3.3.3 Topologi Ring Bengkulu – Enggano .....	33
3.4 Perancangan Jalur Kabel .....	34
3.4.1 Jalur Kabel Darat .....	34
3.4.2 Jalur Kabel Laut .....	35
3.5 Diagram Blok Perancangan .....	37
3.6 Perangkat dan Spesifikasi.....	38

3.6.1 Perangkat Aktif.....	38
3.6.2 Perangkat Pasif .....	45
3.6.3 Alat Ukur .....	47
<b>BAB 4 HASIL DAN PENELITIAN .....</b>	<b>48</b>
4.1 Titik SKKL .....	48
4.2 Skenario Perancangan.....	48
4.3 <i>Power Link Budget</i> (PLB) .....	48
4.3.1 Skenario 1 .....	48
4.3.2 Skenario 2.....	51
4.4 <i>Signal Noise to Ratio</i> (SNR).....	57
4.4.1 Skenario 1 .....	58
4.4.2 Skenario 2.....	58
4.5 <i>Q-Factor</i> (Q) .....	59
4.5.1 Skenario 1 .....	59
4.5.2 Skenario 2.....	60
4.6 <i>Bit Error Rate</i> (BER).....	60
4.6.1 Skenario 1 .....	60
4.6.2 Skenario 2.....	61
4.7 Analisa Parameter Kelayakan.....	61
4.7.1 Skenario 1 .....	61
4.7.2 Skenario 2.....	62
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>63</b>
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>64</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Konfigurasi Sistem Komunikasi Kabel Laut .....	6
Gambar 2. 2	Struktur <i>Submarine Cable</i> .....	7
Gambar 2. 3	<i>Double Armored Cable</i> .....	8
Gambar 2. 4	<i>Single Armored Cable</i> .....	8
Gambar 2. 5	<i>Light Weigth Protected Cable</i> .....	8
Gambar 2. 6	<i>Light Weigth Cable</i> .....	9
Gambar 2. 7	Stuktur Serat Optik .....	9
Gambar 2. 8	Pembiasan dan Pemantulan Cahaya pada Batas Medium.....	11
Gambar 2. 9	Perambatan Gelombang pada <i>Multimode Step Index</i> .....	12
Gambar 2. 10	Perambatan Gelombang pada <i>Multimode Graded Index</i> .....	12
Gambar 2. 11	Perambatan Gelombang pada <i>Singlemode Step Index</i> .....	13
Gambar 2. 12	Proses Sistem Komunikasi Serat Optik .....	15
Gambar 2. 13	Sinyal modulasi digital <i>Amplitude Shift Keying (ASK)</i> .....	16
Gambar 2. 14	Sinyal modulasi digital <i>Frequency Shift Keying (FSK)</i> .....	17
Gambar 2. 15	Sinyal modulasi digital <i>Phase Shift Keyin (PSK)</i> .....	17
Gambar 2. 16	<i>Time Division Multiplexing</i> .....	19
Gambar 2. 17	<i>Wavelength Division Multiplexing</i> .....	19
Gambar 2. 18	Konfigurasi Sistem DWDM .....	20
Gambar 2. 19	<i>Booster Amplifier</i> .....	22
Gambar 2. 20	<i>In-line Amplifier</i> .....	22
Gambar 2. 21	<i>Pre-Amplifier</i> .....	23
Gambar 2. 22	SOA ( <i>Semiconductor Optical Amplifier</i> ).....	23
Gambar 2. 23	ROA ( <i>Raman Optical Amplifier</i> ) .....	24
Gambar 2. 24	EDFA ( <i>Erbium Doped Fiber Amplifier</i> ).....	25
Gambar 2. 25	PFE ( <i>Power Feed Equipment</i> ).....	25
Gambar 2. 26	<i>Repeaterless</i> .....	26
Gambar 2. 27	<i>Repeatered</i> .....	26
Gambar 3. 1	Flowchart Penelitian .....	31
Gambar 3. 2	Peta pulau Enggano .....	32
Gambar 3. 3	Topologi Ring Bengkulu – Enggano .....	34
Gambar 3. 4	Jalur kabel darat STO Pagar Dewa Bengkulu – BMH pantai maras.....	35
Gambar 3. 5	Jalur kabel darat BMH Enggano – STO Enggano .....	35
Gambar 3. 6	Jalur kabel laut BMH Pantai Maras – BMH Enggano.....	36
Gambar 3. 7	Pengukuran kedalaman laut antara BMH Pantai Maras dan BMH Enggano.....	36
Gambar 3. 8	Kebutuhan panjang kabel darat dan laut BMH Bengkulu – MBH Enggano. ....	37
Gambar 3. 9	Diagram Blok Perancangan. ....	38
Gambar 3. 10	Perangkat DWDM tipe Huawei OSN 8800 T32.....	39
Gambar 3. 11	DWDM Mux & Demux Card tipe Huawei OSN 8800 .....	40
Gambar 3. 12	Perangkat EDFA <i>Optical Amplifier Booster</i> .....	41
Gambar 3. 13	Perangkat <i>Optical Line Submarine Amplifier</i> .....	42
Gambar 3. 14	Perangkat <i>Optical Amplifier In-Line EDFA</i> .....	43
Gambar 3. 15	Perangkat EDFA <i>Pre-Amplifier</i> .....	43
Gambar 3. 16	Perangkat <i>Power Feed Equipment Series PFE – HV</i> .....	44
Gambar 3. 17	<i>Submarine Cable Single mode</i> .....	45
Gambar 4. 1	Jalur Kabel darat dari STO Bengkulu ke BMH Pantai Maras .....	53
Gambar 4. 2	Rute Kabel laut dari BMH Pantai Maras ke BMH Pantai Enggano .....	53
Gambar 4. 3	Rute Kabel darat dari BMH Pantai Enggano ke STO Enggano.....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan karakteristik antara CWDM dan DWDM.....	19
Tabel 2. 2 Nilai Redaman Fiber Optik.....	27
Tabel 2. 3 Nilai Spesifikasi <i>Signal Noise To Rasio</i> .....	28
Tabel 3. 1 Spesifikasi Perangkat.....	30
Tabel 3. 2 Jaringan Eksisting.....	32
Tabel 3. 3 Populasi Penduduk Enggano .....	33
Tabel 3. 4 Kebutuhan Bandwidth.....	33
Tabel 3. 5 Spesifikasi Perangkat DWDM tipe Huawei OSN 8800 T32.....	39
Tabel 3. 6 Spesifikasi DWDM Mux ( <i>Transmitter</i> ) .....	40
Tabel 3. 7 Spesifikasi DWDM Demux ( <i>Receiver</i> ) .....	40
Tabel 3. 8 Spesifikasi Perangkat EDFA <i>Optical Amplifier Booster</i> .....	41
Tabel 3. 9 Spesifikasi Perangkat <i>Optical Line Submarine Amplifier</i> .....	42
Tabel 3. 10 Spesifikasi Perangkat <i>Optical Amplifier In-Line EDFA</i> .....	43
Tabel 3. 11 Spesifikasi Perangkat EDFA <i>Pre-Amplifier</i> .....	44
Tabel 3. 12 Spesifikasi <i>Power Feed Equipment Series PFE - HV</i> .....	44
Tabel 3. 13 Spesifikasi Kabel.....	46
Tabel 3. 14 Spesifikasi Perangkat OTB ( <i>Optical Terminal Box</i> ) .....	47
Tabel 3. 15 Spesifikasi Perangkat OTB ( <i>Optical Terminal Box</i> ) .....	47
Tabel 4. 1 Rute dan jarak kabel.....	48
Tabel 4. 2 Nilai Redaman Total Skenario 1 .....	49
Tabel 4. 3 Nilai <i>Power Receiver</i> Skenario 1 .....	50
Tabel 4. 4 Rute dan Jarak Kabel Dengan <i>Amplifier</i> .....	52
Tabel 4. 5 Nilai Redaman Total Skenario 2 .....	55
Tabel 4. 6 Nilai <i>Power Receiver</i> Skenario 2 .....	57
Tabel 4. 7 Hasil perhitungan perancangan .....	61



## DAFTAR PERSAMAAN

<b>Persamaan (2.1)</b> .....	10
<b>Persamaan (2.2)</b> .....	11
<b>Persamaan (2.3)</b> .....	14
<b>Persamaan (2.4)</b> .....	26
<b>Persamaan (2.5)</b> .....	27
<b>Persamaan (2.6)</b> .....	27
<b>Persamaan (2.7)</b> .....	28
<b>Persamaan (2.8)</b> .....	28
<b>Persamaan (2.9)</b> .....	29
<b>Persamaan (2.10)</b> .....	29
<b>Persamaan (2.11)</b> .....	29

