

SKRIPSI

***ANALISIS EFEK NON-LINIER FOUR WAVE MIXING PADA LINK
DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING (DWDM)
SISTEM KOMUNIKASI SERAT OPTIK***

***ANALYSIS OF NON-LINEAR EFFECTS OF FOUR WAVE MIXING
ON LINK DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING
(DWDM) FIBER OPTIC COMMUNICATION SYSTEMS***



Disusun oleh

INDRA MAULANA MARBUN

17101060

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

2021

**ANALISIS EFEK NON-LINIER *FOUR WAVE MIXING* PADA
LINK DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING (DWDM)
SISTEM KOMUNIKASI SERAT OPTIK**

***ANALYSIS OF NON-LINEAR EFFECTS OF FOUR WAVE MIXING
ON LINK DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING
(DWDM) FIBER OPTIC COMMUNICATION SYSTEMS***

**Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana
Teknik (S.T.)**

Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto 2021

Disusun oleh

INDRA MAULANA MARBUN

17101060

DOSEN PEMBIMBING

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

Kholidiyah Masykuroh, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO
2021**

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

ANALISIS EFEK *NON-LINIER FOUR WAVE MIXING* PADA *LINK DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING (DWDM)*
SISTEM KOMUNIKASI SERAT OPTIK
ANALYSIS OF NON-LINEAR EFFECTS OF FOUR WAVE MIXING
ON LINK DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING
(DWDM) FIBER OPTIC COMMUNICATION SYSTEMS

Disusun oleh
INDRA MAULANA MARBUN
17101060

Telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal 18 Oktober 2021

Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama... : Fauza Khair, S.T., M.Eng. ()
NIDN. 0622039001

Pembimbing Pendamping : Kholidiyah Masykuroh, S.T., M.T. ()
NIDN. 0614118603

Penguji 1 : Kukuh Nugroho, S.T., M.T. ()
NIDN. 606088303

Penguji 2 : Afifah Dwi Ramadhani, S.S.T., M.Tr.T. ()
NIDN. 0608029601

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi
Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Prasetyo Yuliantoro, S.T., M.T.
NIDN. 0620079201

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, Indra Maulana Marbun, menyatakan bahwa skripsi dengan judul "**ANALISIS EFEK *NON-LINIER FOUR WAVE MIXING* PADA *LINK DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING (DWDM)* SISTEM KOMUNIKASI SERAT OPTIK**" adalah benar-benar karya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung resiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 5 Oktober 2021

Yang menyatakan,

The image shows an official stamp of Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) on the right side of the page. The stamp is circular and contains the text "METERAI TEMPEL" and "INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER". To the right of the stamp is a handwritten signature in black ink.

(Indra Maulana Marbun)

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**ANALISIS EFEK *NON-LINIER FOUR WAVE MIXING* PADA LINK *DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING* (DWDM) SISTEM KOMUNIKASI SERAT OPTIK**”.

Maksud dari penyusunan skripsi ini adalah memenuhi salah satu syarat untuk menempuh ujian akhir Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak pihak yang sangat membantu penulis dalam berbagai hal. Oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan, kesempatan dan segalanya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua penulis yaitu Alm.H.Ridwan Marbun dan Almh.HJ.Khairani Harahap, dan juga abang dan kakak penulis, yang telah memberikan dukungan dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Arfianto Fahmi, S.T., M.T., IPM, selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
4. Ibu Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro.
5. Bapak Fauza Khair, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing I.
6. Ibu Kholidiyah Masykuroh, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II.
7. Seluruh dosen, staff dan karyawan Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi Intitut Teknologi Purwokerto.
8. Teman-teman kelas S1 TT 05 B 2017, UKM Racana, UKM SKI, dan Komunitas pers IT Telkom (Kompers) yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam proses penyusunan skripsi ini.
9. Teman-teman kos tercinta Riswan Azhary, Frans Barus, Ocha Pranata, Muhammad Cahya Gumelar, Mas Adit dan Muhammad Yatna yang telah memberikan semangat dan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini sehingga penulis dapat menyelesaikannya dengan baik.

10. Teman-teman tercinta Lindu wahyu aji, Aditya Widiyanti, Yusuf Firdaus, Hamim Tohari, Erni Nasution dan Sri Yulianti Harahap, Parhimpunan Hasibuan, Karunia Larasati, Firmansyah harahap dan Muhammad Syahid al-aziz yang telah memberikan semangat, motivasi dan membantu penulis dalam teori maupun praktik selama proses penyusunan skripsi ini.

Purwokerto, 5 Oktober 2021

(Indra Maulana Marbun)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	iError! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 LATAR BELAKANG.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 RUMUSAN MASALAH... ..	Error! Bookmark not defined.
1.3 BATASAN MASALAH	Error! Bookmark not defined.
1.4 TUJUAN PENELITIAN ..	Error! Bookmark not defined.
1.5 MANFAAT PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	Error! Bookmark not defined.
BAB 2 DASAR TEORI....	Error! Bookmark not defined.
2.1 KAJIAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.2 DASAR TEORI.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Sistem Transmisi Optik.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 <i>Dense Wavelentgh Division Multiplexing</i> (DWDM)	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Komponen Penting Pada DWDM.....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Efek <i>NonLinier</i>	9
A. Jenis Efek <i>Non-linier</i> Berdasarkan intensitas dari indeks bias	11
1. <i>Four Wave Mixing</i> (FWM)	11
2. <i>Self Phase Modulation</i> (SPM).....	12
3. <i>Cross Phase Modulation</i> (XPM)	13
B. Jenis Efek <i>Non-linier</i> Berdasarkan <i>Stimulated Scattering</i>	13
1. <i>Stimulated Raman Scattering</i>	13
2. <i>Stimulated Brillain Scattering</i>	13
2.5 <i>Erbium-Doped Fiber Amplifiers</i> (EDFA).....	14

2.6 Detektor Optik	15
2.6.1 <i>Photodetector</i> APD dan Prinsip Kerjanya	15
2.7 Bit Error Rate (BER) dan <i>Q-Factor</i>	16
2.7.2 <i>Q-Factor</i>	16
2.7.2 <i>Bit Error Rate</i> (BER).....	16
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	17
3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN.....	17
3.2 ALUR PENELITIAN	17
3.3 KONFIGURASI SISTEM.....	21
3.4 RANCANGAN SISTEM ..	22
3.4.1 SPESIFIKASI BLOK PENGIRIM	28
3.4.2 BLOK TRANSMISI	28
3.4.3 BLOK PENERIMA	33
3.5 SKENARIO PENELITIAN	36
3.5.1 PEMODELAN RANCANGAN SISTEM	36
3.5.2 SKENARIO PENGUJIAN	36
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	38
4.1 PARAMETER PENGUJIAN	38
4.2 ANALISIS EFEK <i>NON-LINIER FOUR WAVE MIXING</i> PADA <i>LINK</i> DWDM BERDASARKAN VARIASI <i>BITRATE</i> DAN JARAK TERHADAP PARAMETER <i>Q-FACTOR</i> DAN BER	38
4.2.1 ANALISIS HASIL DATA KESELURUHAN SIMULASI BERDASARKAN VARIASI <i>BITRATE</i> DAN JARAK TERHADAP PARAMETER <i>Q-FACTOR</i> DAN BER	38
4.2.2 ANALISIS HASIL DATA NILAI RATA-RATA <i>Q-FACTOR</i> BERDASARKAN VARIASI <i>BITRATE</i> DAN JARAK	42
4.2.3 ANALISIS HASIL DATA NILAI RATA-RATA BER BERDASARKAN VARIASI <i>BITRATE</i> DAN JARAK ..	44
4.3 ANALISIS EFEK <i>NON-LINIER FOUR WAVE MIXING</i> PADA <i>LINK</i> DWDM BERDASARKAN VARIASI DAYA <i>TRANSMITTER</i> TERHADAP PARAMETER <i>Q-FACTOR</i> DAN BER	46
4.3.1 ANALISIS HASIL DATA KESELURUHAN SIMULASI BERDASARKAN VARIASI DAYA <i>TRANSMITTER</i> TERHADAP PARAMETER <i>Q-FACTOR</i> DAN BER	46

4.3.2 ANALISIS HASIL DATA NILAI RATA-RATA <i>Q</i>-FACTOR BERDASARKAN VARIASI DAYA <i>TRANSMITTER</i>.....	51
4.3.3 ANALISIS HASIL DATA NILAI RATA-RATA BER BERDASARKAN VARIASI DAYA <i>TRANSMITTER</i>... 53	
BAB 5 PENUTUP	57
5.1 KESIMPULAN	57
5.2 SARAN.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Link</i> Sistem Komunikasi Serat Optik.....	7
Gambar 2.2 Panjang Gelombang DWDM.....	8
Gambar 2.3 Ilustrasi tata letak komponen pada DWDM.....	9
Gambar 2.4 <i>Spektrum frekuensi</i> akibat FWM.....	11
Gambar 2.5 Rangkaian EDFA	14
Gambar 2.6 Skema Penguatan Optik Menggunakan EDFA.....	15
Gambar 3.1 Blok Diagram Tahapan Penelitian	18
Gambar 3.2 Penjelasan Diagram Alir dari Simulasi Penelitian.....	19
Gambar 3.3 Konfigurasi Sistem Penelitian.....	21
Gambar 3.4 Rancangan Sistem Penelitian.....	22
Gambar 3.5 Blok Pengirim.....	24
Gambar 3.6 Parameter Yang Digunakan Pada Perangkat Laser.....	26
Gambar 3.7 Parameter Yang Digunakan <i>Multiplexer</i>	27
Gambar 3.8 Spektrum Sinyal Hasil Keluaran dari <i>Multiplexer</i>	28
Gambar 3.9 Blok Media Transmisi.....	28
Gambar 3.10 Parameter <i>Loss Splicer</i>	30
Gambar 3.11 Parameter pada Serat Optik dengan indeks bias <i>nonlinier</i>	30
Gambar 3.12 Spektrum Sinyal dengan indeks bias <i>nonlinier</i>	31
Gambar 3.13 Parameter Yang digunakan pada penguat EDFA.....	32
Gambar 3.14 Blok penerima.....	33
Gambar 3.15 Parameter yang digunakan pada perangkat <i>demultiplexer</i>	34
Gambar 3.16 Parameter yang digunakan pada perangkat <i>Photodetector</i> APD	35
Gambar 4.1 Grafik Nilai Rata-Rata <i>Q-Factor</i> pengaruh efek <i>non-linier Four Wave Mixing</i> dengan variasi jarak dan <i>bitrate</i>	43
Gambar 4.2 Grafik Nilai Rata-Rata BER pengaruh efek <i>non-linier Four Wave Mixing</i> dengan variasi jarak dan <i>bitrate</i>	45
Gambar 4.3 Grafik Nilai Rata-Rata <i>Q-Factor</i> pengaruh efek <i>non-linier Four Wave Mixing</i> dengan variasi Daya <i>Transmitter</i>	52
Gambar 4.4 Grafik Nilai Rata-Rata BER pengaruh efek <i>non-linier Four</i>	

Wave Mixing dengan variasi Daya *Transmitter*.....54

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Besarnya Daya Pada <i>Transciever</i> Sesuai Spesifikasi Perangkat	25
Tabel 3.2 Konversi <i>Frekuensi</i> Spasi Kanal 0.8nm	26
Tabel 3.3 Sensitivitas Penerima Sesuai Spesifikasi Perangkat	33
Tabel 4.1 Hasil Data Keseluruhan Nilai <i>Q-Factor</i> dan BER efek <i>Nonlinier Four Wave Mixing</i> dengan variasi Jarak dan <i>bitrate</i>	39
Tabel 4.2 Hasil Nilai Rata-Rata <i>Q-Factor</i> Berdasarkan variasi Jarak dan <i>bitrate</i>	42
Tabel 4.3 Hasil Nilai Rata-Rata BER berdasarkan variasi Jarak dan <i>bitrate</i>	44
Tabel 4.4 Hasil Data Keseluruhan Nilai <i>Q-Factor</i> dan BER efek <i>Nonlinier Four Wave Mixing</i> dengan variasi Daya <i>Transmitter</i>	47
Tabel 4.5 Hasil Nilai Rata-Rata <i>Q-Factor</i> Berdasarkan variasi Daya <i>Transmitter</i>	51
Tabel 4.6 Hasil Nilai Rata-Rata BER Berdasarkan variasi Daya <i>Transmitter</i>	53