

**SKRIPSI**

**ANALISIS UNJUK KERJA PENGKODEAN KANAL  
NON-RETURN TO ZERO DAN RETURN TO ZERO PADA  
JARINGAN LONGHAUL DENSE WAVELENGTH DIVISION  
MULTIPLEXING**

**PERFORMANCE ANALYSIS OF NON-RETURN TO ZERO AND  
RETURN TO ZERO CHANNEL CODING IN OPTICAL  
LONGHAUL DENSE WAVELENGTH DIVISION  
MULTIPLEXING NETWORK**



Disusun oleh

**OLIVIAN BAGAS PRATAMA**

**15101058**

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

**2019**

**SKRIPSI**

**ANALISIS UNJUK KERJA PENGKODEAN KANAL  
NON-RETURN TO ZERO DAN RETURN TO ZERO PADA  
JARINGAN LONGHAUL DENSE WAVELENGTH DIVISION  
MULTIPLEXING**

**PERFORMANCE ANALYSIS OF NON-RETURN TO ZERO AND  
RETURN TO ZERO CHANNEL CODING IN OPTICAL  
LONGHAUL DENSE WAVELENGTH DIVISION  
MULTIPLEXING NETWORK**



Disusun oleh

**OLIVIAN BAGAS PRATAMA**

**15101058**

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

**2019**

**ANALISIS UNJUK KERJA PENGKODEAN KANAL  
NON-RETURN TO ZERO DAN RETURN TO ZERO PADA JARINGAN  
LONGHAUL DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING**

**PERFORMANCE ANALYSIS OF NON-RETURN TO ZERO AND RETURN  
TO ZERO CHANNEL CODING IN OPTICAL LONGHAUL DENSE  
WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING NETWORK**

**Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik (S.T.)  
Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
2019**

Disusun oleh

**OLIVIAN BAGAS PRATAMA  
15101058**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng.  
Dodi Zulherman, S.T., M.T.**

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

**2019**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS UNJUK KERJA PENGKODEAN KANAL  
NON-RETURN TO ZERO DAN RETURN TO ZERO PADA JARINGAN  
LONGHAUL DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING  
PERFORMANCE ANALYSIS OF NON-RETURN TO ZERO AND RETURN  
TO ZERO CHANNEL CODING IN OPTICAL LONGHAUL DENSE  
WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING NETWORK**

Disusun oleh  
Olivian Bagas Pratama  
15101058

Telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal 12 Agustus  
2019


**Susunan Tim Penguji**

Pembimbing Utama : Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng.  
NIDN. 0604097801

Pembimbing Pendamping : Dodi Zulherman, S.T., M.T.  
NIDN. 0617078703

Penguji 1 : Risa Farrid Christianti, S.T., M.T.  
NIDN. 0604027802

Penguji 2 : Indah Permatasari S.Si., M.Si.  
NIDN. 0625079302

 15/8-2019







**Mengetahui,**

Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi  
Institut Teknologi Telkom Purwokerto

  
Dodi Zulherman, S.T., M.T.  
NIDN. 0617078703

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, **OLIVIAN BAGAS PRATAMA**, menyatakan bahwa skripsi dengan judul "**ANALISIS UNJUK KERJA PENGKODEAN KANAL *NON-RETURN TO ZERO* DAN *RETURN TO ZERO* PADA JARINGAN *LONGHAUL DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING***" 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, Juli 2019

Yang menyatakan,



(Olivian Bagas Pratama)

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan Sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**ANALISIS UNJUK KERJA PENGKODEAN KANAL *NON-RETURN TO ZERO* DAN *RETURN TO ZERO* PADA JARINGAN *LONGHAUL DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING*” ini dengan baik.**

Tujuan dari penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan S1 Teknik Telekomunikasi Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro di Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi tersebut. Oleh karena itu, penulis sangat mengucapkan banyak berterima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis kepada :

1. Allah SWT yang senantiasa menjadikan penulis manusia yang berguna beriman dan bertakwa.
2. Orang tua yang selalu mendukung baik dalam bentuk moril maupun materil selama penulis mengerjakan penyusunan skripsi.
3. Ibu Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng. selaku pembimbing I
4. Bapak Dodi Zulherman, S.T., M.T. selaku pembimbing II dan ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi.
5. Bapak Dr. Ali Rokhman, M.Si., selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
6. Seluruh dosen, staf dan karyawan Program studi S1 Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
7. Teman-teman yang membantu penulis memberi dukungan dalam proses penyusunan skripsi yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu.

Purwokerto, Juli 2019

(Olivian Bagas Pratama)

## ABSTRAK

Perkembangan cakupan dan penggunaan internet mendorong pengembangan penyediaan layanan dengan transmisi data yang cepat dan kapasitas yang besar. Jaringan *Longhaul* DWDM sebagai teknologi *multiplexing* sangat mendukung dalam proses transmisi optik jarak jauh. Sebagai pendukung unjuk kerja pada media transmisi *Longhaul* DWDM diperlukan modulasi pengkodean kanal yang dapat diimplementasikan. Terdapat berbagai jenis pengkodean kanal seperti *Non-Return to Zero* dan *Return to Zero*. Pemilihan format pengkodean kanal pada jaringan *Longhaul* DWDM harus diperhatikan karena berpengaruh terhadap kualitas sinyal, kecepatan transmisi data, dan efek *dispersi*. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh pemilihan jenis pengkodean kanal pada sistem jaringan *Longhaul* DWDM dengan menggunakan pemodelan berbasis *Optisystem*. Perancangan menggunakan variasi daya 0, 2, 4, 6, dan 8 dBm dan variasi jarak 200, 400, 600, 800, dan 1000 km. Rancangan pada sistem menggunakan 16 kanal dengan spasi kanal 100 Ghz serta *bitrate* 40 Gbps dan pengkodean kanal NRZ atau RZ sebagai perbandingan hasil terhadap *Q-factor*, BER, dan *Eye diagram*. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai BER pada rancangan NRZ lebih kecil dibandingkan dengan rancangan RZ dan hasil nilai *Q-factor* rancangan dengan NRZ lebih baik dari pada rancangan RZ, serta pada hasil *Eye diagram* berdasarkan nilai *distorsi* rancangan RZ lebih baik dengan nilai *distorsi* 108,033  $\mu$ , namun pada hasil nilai *jitter* lebih baik rancangan NRZ dibandingkan dengan RZ dengan nilai *jitter* 0,028 ns. Penelitian ini membuktikan jenis pengkodean kanal NRZ lebih baik dari pada RZ berdasarkan nilai *Q-factor*, BER, dan *Jitter*.

**Kata Kunci :** DWDM, *Non-Return to Zero*, *Return to Zero*, *Q-factor*, *Optisystem*

## **ABSTRACT**

*The development of internet coverage and usage encourage the development of service availability with the fast data transmission and large capacity. Longhaul DWDM network as the multiplexing technology very supports the transmission process of remote optics. Channel encoding modulation which can be implemented was needed to support the media performance of Longhaul DWDM. There are some types of channel encoding modulation such as, Non-Return to Zero and Return to Zero. The selection of channel coding formats on the Longhaul DWDM network should be considered because it influences the signal quality, data transmission speed, and dispersion effect. This research conducted to observe the effect of channel coding selection in Longhaul DWDM network system by using Optisystem. The designing used power variations 0, 2, 4, 6, and 8 dBm and distance variations 200, 400, 600, 800, and 1000 kilometers. The design on the system used 16 channels with the distance of 100 Ghz channels and bitrate 40 Gbps, and also channel coding of NRZ or RZ as the result comparison to Q-factor, BER, and Eye diagram. According to the test result, the value of BER's on NRZ's design was smaller than RZ's design, and Q-factor value on NRZ's design was better than RZ's design. The Eye Diagram's result showing that the distortion value of RZ's design was better than with the distortion value 108,033  $\mu$ . However on jitter value, the NRZ channel was better than RZ with a value of jitter 0.028 ns. This research proves that channel coding of NRZ is better based on Q-Factor, BER, and Jitter.*

**Keyword :** DWDM, Non-Return to Zero, Return to Zero, Q-Factor, Optisystem.



## 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>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1    LATAR BELAKANG.....	1
1.2    RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3    BATASAN MASALAH .....	2
1.4    TUJUAN PENELITIAN .....	3
1.5    MANFAAT PENELITIAN.....	3
1.6    SISTEMATIKA PENULISAN .....	3
<b>BAB 2 DASAR TEORI .....</b>	<b>4</b>
2.1    KAJIAN PUSTAKA .....	4
2.2    LANDASAN TEORI .....	5
2.2.1    SERAT OPTIK .....	5
2.2.1.1    Pengertian Serat Optik .....	5
2.2.1.2    Struktur Serat Optik .....	6
2.2.1.3    Jenis Serat optik .....	7
2.2.2    WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING (WDM) .....	8
2.2.2.1    Pengertian Wavelength Division Multiplexing .....	8
2.2.2.2    Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) .....	8
<b>2.3 PARAMETER UNJUK KERJA.....</b>	<b>14</b>

<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>15</b>
3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN .....	15
3.1.1 Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ).....	15
3.1.2 Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....	15
3.2 ALUR PENELITIAN.....	16
3.3 DIAGRAM BLOK SISTEM.....	17
3.3.1 Blok <i>Transmitter</i> .....	18
3.3.2 Blok Media Pengirim .....	18
3.3.3 Blok <i>Receiver</i> .....	19
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>21</b>
4.1 PARAMETER EXPERIMEN.....	21
4.2 ANALISIS HASIL EXPERIMEN .....	21
4.2.1 Analisis Unjuk Kerja Pengkodean Kanal NRZ .....	21
4.2.1.1 Analisis Pengaruh Perubahan Daya <i>Input</i> Terhadap <i>Q-Factor</i> .....	21
4.2.1.2 Analisis Pengaruh Perubahan Daya <i>Input</i> Terhadap <i>Bit Error Rate</i> (BER) .....	29
4.2.2 Analisis Unjuk Kerja Pengkodean Kanal RZ.....	37
4.2.2.1 Analisis Pengaruh Perubahan Daya <i>Input</i> Terhadap <i>Q-Factor</i> .....	37
4.2.2.2 Analisis Pengaruh Perubahan Daya <i>Input</i> Terhadap <i>Bit Error Rate</i> (BER) .....	45
4.3 Perbandingan Kinerja Sistem <i>Longhaul</i> DWDM dengan Pengkodean Kanal NRZ dan RZ berdasarkan nilai rata-rata dari 16 kanal.....	53
4.3.1 <i>Q-Factor</i> .....	53
4.3.2 <i>Bit Error Rate</i> (BER) .....	55
4.3.3 <i>Eye Diagram</i> .....	56
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>59</b>
5.1 KESIMPULAN .....	59
5.2 SARAN .....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>60</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Serat Optik.....	6
Gambar 2.2 <i>Step Indeks SingleMode</i> .....	7
Gambar 2.3 <i>Step Indeks Multimode</i> .....	7
Gambar 2.4 Blok Diagram WDM .....	8
Gambar 2.5 Pengkodean Kanal NRZ dan RZ .....	11
Gambar 2.6 Diagram Blok EDFA .....	13
Gambar 2.7 Diagram Blok Raman <i>Amplifier</i> .....	13
Gambar 3.1 Flowchart Perancangan Jaringan <i>Longhaul DWDM</i> .....	16
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem.....	17
Gambar 3.3 Blok <i>Transmitter</i> .....	18
Gambar 3.4 Blok Media Pengirim.....	19
Gambar 3.5 Blok <i>Receiver</i> .....	20
Gambar 4.1 Grafik <i>Q-factor</i> Minimal, Maksimal, dan Rata-rata .....	25
Gambar 4.2 Grafik <i>Q-factor</i> Minimal, Maksimal, dan Rata-rata .....	26
Gambar 4.3 Grafik <i>Q-factor</i> Minimal, Maksimal, dan Rata-rata .....	27
Gambar 4.4 Grafik <i>Q-factor</i> Minimal, Maksimal, dan Rata-rata .....	28
Gambar 4.5 Grafik <i>Q-factor</i> Minimal, Maksimal, dan Rata-rata .....	29
Gambar 4.6 Grafik BER Minimal, Maksimal, dan Rata-rata.....	33
Gambar 4.7 Grafik BER Minimal, Maksimal, dan Rata-rata.....	34
Gambar 4.8 Grafik BER Minimal, Maksimal, dan Rata-rata.....	35
Gambar 4.9 Grafik BER Minimal, Maksimal, dan Rata-rata.....	36
Gambar 4.10 Grafik BER Minimal, Maksimal, dan Rata-rata.....	37
Gambar 4.11 Grafik <i>Q-factor</i> Minimal, Maksimal, dan Rata-rata .....	41
Gambar 4.12 Grafik <i>Q-factor</i> Minimal, Maksimal, dan Rata-rata .....	42
Gambar 4.13 Grafik <i>Q-factor</i> Minimal, Maksimal, dan Rata-rata .....	43
Gambar 4.14 Grafik <i>Q-factor</i> Minimal, Maksimal, dan Rata-rata .....	43
Gambar 4.15 Grafik <i>Q-factor</i> Minimal, Maksimal, dan Rata-rata .....	44
Gambar 4.16 Grafik BER Minimal, Maksimal, dan Rata-rata.....	49
Gambar 4.17 Grafik BER Minimal, Maksimal, dan Rata-rata.....	50
Gambar 4.18 Grafik BER Minimal, Maksimal, dan Rata-rata.....	51
Gambar 4.19 Grafik BER Minimal, Maksimal, dan Rata-rata.....	51
Gambar 4.20 Grafik BER Minimal, Maksimal, dan Rata-rata.....	53

<b>Gambar 4.21 Grafik Nilai Perbandingan Hasil <i>Q-factor</i> NRZ dan RZ .....</b>	<b>54</b>
<b>Gambar 4.22 Grafik Nilai Perbandingan Hasil <i>Q-factor</i> NRZ dan RZ .....</b>	<b>54</b>
<b>Gambar 4.23 Grafik Nilai Perbandingan Hasil BER NRZ dan RZ.....</b>	<b>55</b>
<b>Gambar 4.24 Grafik Nilai Perbandingan Hasil BER NRZ dan RZ.....</b>	<b>56</b>
<b>Gambar 4.25 <i>Eye diagram</i> Kanal 1 dan 11 Pengkodean Kanal NRZ.....</b>	<b>57</b>
<b>Gambar 4.26 <i>Eye diagram</i> Kanal 1 dan 11 Pengkodean Kanal RZ.....</b>	<b>58</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Parameter <i>Transmitter</i> .....	18
Tabel 3.2 Blok Media Pengirim .....	19
Tabel 3.3 Blok <i>Receiver</i> .....	20
Tabel 4.1 Hasil <i>Q-factor</i> setiap kanal berdasarkan variasi daya dan jarak .....	22
Tabel 4.2 Nilai <i>Q-factor</i> Minimal, Maksimal, dan Rata-rata.....	24
Tabel 4.3 Hasil BER setiap kanal berdasarkan variasi daya dan jarak .....	29
Tabel 4.4 Nilai BER Minimal, Maksimal, dan Rata-rata.....	32
Tabel 4.5 Hasil <i>Q-factor</i> setiap kanal berdasarkan variasi daya dan jarak .....	37
Tabel 4.6 Nilai <i>Q-factor</i> Minimal, Maksimal, dan Rata .....	40
Tabel 4.7 Hasil BER setiap kanal berdasarkan variasi daya dan jarak .....	45
Tabel 4.8 Nilai BER Minimal , Maksimal, dan Rata-rata.....	48

## DAFTAR SINGKATAN

WDM	:	Wavelength Division Multiplexing
DWDM	:	Dense Wavelength Division Multiplexing
CWDM	:	Coarse Wavelength Division Multiplexing
CW Laser	:	Continuous Wave Laser
PRBS	:	Pseudo-Random Binary Sequence
NRZ	:	Non-Return to Zero
RZ	:	Return to Zero
EDFA	:	Erbium Doped Fiber Amplifier
Gbps	:	Gigabit per second
Ghz	:	Gigahertz
THz	:	Terahertz
dB	:	decibel
dBm	:	decibel milliwatt
SMF	:	Single Mode Fiber
DCF	:	Dispersion Compensating Fiber
LED	:	Light Emitting Diode
ILD	:	Injection Laser Diodes
LPBF	:	Low Pass Bassel Filter
APD	:	Avalanche Photodiode
PIN	:	Positive Intrinsic Negative
Q-Factor	:	Quality Factor
BER	:	Bit Error Rate
SNR	:	Signal to Noise Ratio