

SKRIPSI

**EVALUASI UNJUK KERJA SISTEM DWDM-RADIO OVER
FIBER MENGGUNAKAN SKEMA *OPTICAL DIRECT
DETECTION***

***PERFORMANCE EVALUATION OF DWDM-RADIO OVER
FIBER SYSTEM USING OPTICAL DIRECT DETECTION
SCHEME***



Disusun oleh
MUHAMMAD NAJMI
20101011

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

2024

SKRIPSI

**EVALUASI UNJUK KERJA SISTEM DWDM-RADIO OVER
FIBER MENGGUNAKAN SKEMA *OPTICAL DIRECT
DETECTION***

***PERFORMANCE EVALUATION OF DWDM-RADIO OVER
FIBER SYSTEM USING OPTICAL DIRECT DETECTION
SCHEME***



Disusun oleh
MUHAMMAD NAJMI
20101011

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

2024

**EVALUASI UNJUK KERJA SISTEM DWDM-RADIO OVER
FIBER MENGGUNAKAN SKEMA *OPTICAL DIRECT
DETECTION***

***PERFORMANCE EVALUATION OF DWDM-RADIO OVER
FIBER SYSTEM USING OPTICAL DIRECT DETECTION
SCHEME***

Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Teknik (S.T)

Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto

2024

Disusun oleh

MUHAMMAD NAJMI

20101011

DOSEN PEMBIMBING

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

Bongga Arifwidodo, S.ST., M.T.

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

2024

HALAMAN PENGESAHAN

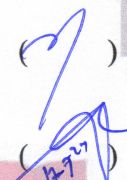
**EVALUASI UNJUK KERJA SISTEM DWDM-RADIO OVER
FIBER MENGGUNAKAN SKEMA OPTICAL DIRECT
DETECTION**

**PERFORMANCE EVALUATION OF DWDM-RADIO OVER
FIBER SYSTEM USING OPTICAL DIRECT DETECTION
SCHEME**

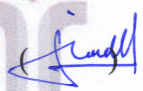
Disusun oleh
MUHAMMAD NAJMI
20101011


Telah dipertanggung jawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal 10 Juli 2024

Susunan Tim Penguji

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

Pembimbing Pendamping : Bongga Arifwidodo, S.ST., M.T.
NIDN. 0603118901

Penguji 1 : Jafaruddin Gusti Amri Ginting, S.T., M.T. 
NIDN. 0620108901

Penguji 2 : Eko Fajar Cahyadi, S.T., M.T., Ph.D. 
NIDN. 0616098703

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi

Institut Teknologi Telkom purwokerto


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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, **MUHAMMAD NAJMI**, menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Evaluasi Unjuk Kerja Sistem DWDM-Radio Over Fiber Menggunakan Skema *Optical Direct Detection***” merupakan 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, 25 Juni 2024

Yang menyatakan,



(Muhammad Najmi)

PRAKATA

Assalamu 'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat Nyalah penyusunan skripsi yang berjudul “**Evaluasi Unjuk Kerja Sistem DWDM-Radio Over Fiber Menggunakan Skema Optical Direct Detection**” dapat terselesaikan dengan mudah dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Tanpa pertolongannya mungkin skripsi ini tidak akan selesai tepat pada waktunya.

Maksud dari penyusunan skripsi ini yaitu untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian sarjana Teknik Telekomunikasi pada Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Skripsi ini dapat terselesaikan tidak lepas dari bimbingan, petunjuk, bantuan, dan waktu yang sangat berguna saat penyusunan laporan ini berlangsung. Oleh karena itu terima kasih kepada pihak terkait yaitu:

1. Ibu Dr. Tenia Wahyuningrum, S.Kom., M.T. selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
2. Ibu Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
3. Bapak Prasetyo Yuliantoro, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
4. Bapak Fauza Khair, S.T., M.Eng. selaku pembimbing I, yang telah memberikan arahan dan bimbingannya selama proses penelitian.
5. Bapak Bongga Arifwidodo, S.ST., M.T. selaku pembimbing II, yang telah memberikan arahan dan masukannya selama proses bimbingan.
6. Teman-teman yang telah memberikan dukungannya selama penyusunan skripsi berlangsung.
7. Serta semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat memberikan wawasan yang lebih luas kepada pembaca. Walaupun skripsi ini masih terdapat beberapa kekurangan, dikarenakan kurang sempurnanya skripsi ini. Tidak ada suatu apapun yang sempurna di dunia,

demikian juga kiranya skripsi ini. Oleh karena itu, kritik yang membangun dari pembaca sangatlah diharapkan.

Demikian skripsi ini disusun dengan sebenar-benarnya dengan harapan dapat dipergunakan dengan sebaik-baiknya oleh pihak yang membutuhkan. Terima kasih.
Wassalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.

Purwokerto, 25 Juni 2024



Muhammad Najmi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 BATASAN MASALAH.....	2
1.4 TUJUAN.....	3
1.5 MANFAAT.....	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.2 DASAR TEORI	10
2.2.1 Sistem Komunikasi Serat Optik.....	10
2.2.2 <i>Radio Over Fiber</i>	11
2.2.3 <i>Diode LASER</i>	13
2.2.4 Teknik <i>Multiplexing</i>	14
2.2.4.1 <i>Wavelength Division Multiplexing</i>	14
2.2.4.2 <i>Dense Wavelength Division Multiplexing</i>	14
2.2.4.3 <i>Coarse Wavelength Division Multiplexing</i>	16
2.2.4.4 <i>Subcarrier Multiplexing</i>	16
2.2.5 <i>Transmission Characteristics</i>	17
2.2.6 <i>Erbium Doped Fiber Amplifier (EDFA)</i>	17

2.2.7	Implementasi <i>Optical Amplifier</i>	18
2.2.7.1	<i>Booster-Amplifier</i>	18
2.2.7.2	<i>In-line Amplifier</i>	18
2.2.7.3	<i>Pre-Amplifier</i>	18
2.2.8	<i>Direct Detection</i>	19
2.2.9	Teknik Modulasi Amplitudo	20
2.2.10	Parameter Performansi	20
2.2.10.1	<i>Bit Error Rate (BER)</i>	20
2.2.10.2	<i>Q-Factor</i>	21
2.2.11	Optisystem	21
BAB III METODE PENELITIAN		22
3.1	ALUR PENELITIAN	22
3.2	ALAT DAN BAHAN	23
3.2.1	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	23
3.2.2	Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	23
3.3	PERANCANGAN SISTEM	24
3.4	METODE PENGUJIAN	25
3.4.1	Skema 1 (<i>Booster Amplifier</i>)	27
3.4.2	Skema 2 (<i>Pre-Amplifier</i>)	28
3.4.3	Skema 3 (<i>In-Line Amplifier</i>)	29
3.5	DESAIN SIMULASI	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	HASIL RANCANGAN SISTEM	35
4.1.1	<i>Transmitter</i>	35
4.1.2	<i>Multiplexing</i>	38
4.1.2.1	Skema 1 (<i>Booster Amplifier</i>)	39
4.1.2.2	Skema 2 (<i>Pre-Amplifier</i>)	40
4.1.2.3	Skema 3 (<i>In-Line Amplifier</i>)	42
4.1.3	<i>Receiver</i>	43
4.2	HASIL PENGUJIAN	43
4.2.1	Skema 1 (<i>Booster Amplifier</i>)	46
4.2.2	Skema 2 (<i>Pre-Amplifier</i>)	50

4.2.3 Skema 3 (<i>In-Line Amplifier</i>)	55
4.2.4 Perbandingan Hasil Skema	60
BAB V PENUTUP	64
5.1 KESIMPULAN.....	64
5.2 SARAN.....	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konfigurasi Sistem Transmisi Serat Optik	10
Gambar 2.2 <i>Radio over Fiber Link</i>	11
Gambar 2.3 <i>Radio over Fiber</i> Jaringan Seluler	12
Gambar 2.4 <i>Radio Over Fiber</i> Pada Komunikasi Satelit	12
Gambar 2.5 <i>Distributed Antenna System</i>	13
Gambar 2.6 Teknik <i>Dense Wavelength Division Multiplexing</i>	15
Gambar 2.7 Komunikasi Optik Analog <i>Subcarrier-Multiplexing</i>	17
Gambar 2.8 <i>Booster Amplifier</i>	18
Gambar 2.9 <i>In-Line Amplifier</i>	18
Gambar 2.10 <i>Pre-Amplifier</i>	19
Gambar 2.11 Skematik <i>Transceiver</i> Pada Sistem <i>Direct Detection</i>	19
Gambar 2.12 Amplitudo Modulasi	20
Gambar 2.13 <i>Software</i> Optisystem 21	21
Gambar 3.1 Alur Penelitian	22
Gambar 3.2 Skematik Sistem DWDM-RoF	24
Gambar 3.3 Sistem Tanpa Penguat.....	26
Gambar 3.4 Skema Pengujian Pertama	27
Gambar 3.5 Skema Pengujian Kedua	28
Gambar 3.6 Skema Pengujian Ketiga	29
Gambar 3.7 Kanal 1 Sisi <i>Transmitter</i> Pada Optisystem.....	30
Gambar 3.8 Kanal 2 Sisi <i>Transmitter</i> Pada Optisystem.....	31
Gambar 3.9 Kanal 3 Sisi <i>Transmitter</i> Pada Optisystem.....	31
Gambar 3.10 Kanal 4 Sisi <i>Transmitter</i> Pada Optisystem.....	31
Gambar 3.11 Sisi Media Transmisi Implementasi <i>Booster</i> Pada Optisystem	32
Gambar 3.12 Sisi Media Transmisi Implementasi <i>In-Line</i> Pada Optisystem	32
Gambar 3.13 Sisi Media Transmisi Implementasi <i>Pre-Amplifier</i> Pada Optisystem	32
Gambar 3.14 Kanal 1 Sisi <i>Receiver</i> Pada Optisystem	33
Gambar 3.15 Kanal 2 Sisi <i>Receiver</i> Pada Optisystem	33
Gambar 3.16 Kanal 3 Sisi <i>Receiver</i> Pada Optisystem	33
Gambar 3.17 Kanal 4 Sisi <i>Receiver</i> Pada Optisystem	34

Gambar 4.1 Hasil PRBS Generator	35
Gambar 4.2 Hasil Sinyal <i>Pulse</i> NRZ	36
Gambar 4.3 (a) Hasil Modulasi AM (b) Hasil <i>Sample</i>	36
Gambar 4.4 (a) Hasil <i>Carrier</i> Generator (b) Hasil <i>Sample</i>	37
Gambar 4.5 (a) Hasil Sinyal Gabungan (b) Hasil <i>Sample</i>	37
Gambar 4.6 (a) <i>Output 1 Hybrid Coupler</i> (b) Hasil <i>Sample</i>	37
Gambar 4.7 (a) <i>Output 2 Hybrid Coupler</i> (b) Hasil <i>Sample</i>	38
Gambar 4.8 Sinyal Optik (a) 193.1 THz (b) 193.2 THz (c) 193.3 THz (d) 193.4 THz ...	38
Gambar 4.9 Spektrum Sinyal Hasil <i>Multiplexing</i>	39
Gambar 4.10 <i>Optical Power Meter</i> Pada <i>Multiplexer</i>	39
Gambar 4.11 Spektrum Sinyal Hasil Transmisi di Skema 1	40
Gambar 4.12 Spektrum Sinyal Hasil Transmisi di Skema 2	41
Gambar 4.13 Spektrum Sinyal Hasil Transmisi di Skema 3	42
Gambar 4.14 Hasil Konversi O/E (a) Kanal 1 (b) Kanal 2 (c) Kanal 3 (d) Kanal 4.....	43
Gambar 4.15 Perbandingan <i>Q-Factor</i> Saat 30, 40, 50 km Tanpa Penguat.....	45
Gambar 4.16 Perbandingan BER Saat 30, 40, 50 km Tanpa Penguat	45
Gambar 4.17 <i>Q-Factor</i> Pada Implementasi <i>Booster</i> 10 dB.....	47
Gambar 4.18 <i>Q-Factor</i> Pada Implementasi <i>Booster</i> 20 dB.....	48
Gambar 4.19 <i>Q-Factor</i> Pada Implementasi <i>Booster</i> 30 dB.....	48
Gambar 4.20 BER Pada Implementasi <i>Booster</i> 10 dB.....	49
Gambar 4.21 BER Pada Implementasi <i>Booster</i> 20 dB.....	50
Gambar 4.22 BER Pada Implementasi <i>Booster</i> 30 dB.....	50
Gambar 4.23 <i>Q-Factor</i> Pada Implementasi <i>Pre-Amplifier</i> 10 dB.....	52
Gambar 4.24 <i>Q-Factor</i> Pada Implementasi <i>Pre-Amplifier</i> 20 dB.....	53
Gambar 4.25 <i>Q-Factor</i> Pada Implementasi <i>Pre-Amplifier</i> 30 dB.....	53
Gambar 4.26 BER Pada Implementasi <i>Pre-Amplifier</i> 10 dB.....	54
Gambar 4.27 BER Pada Implementasi <i>Pre-Amplifier</i> 20 dB.....	55
Gambar 4.28 BER Pada Implementasi <i>Pre-Amplifier</i> 30 dB.....	55
Gambar 4.29 <i>Q-Factor</i> Pada Implementasi <i>In-Line Amplifier</i> 10 dB.....	57
Gambar 4.30 <i>Q-Factor</i> Pada Implementasi <i>In-Line Amplifier</i> 20 dB.....	58
Gambar 4.31 <i>Q-Factor</i> Pada Implementasi <i>In-Line Amplifier</i> 30 dB.....	58
Gambar 4.32 BER Pada Implementasi <i>In-Line Amplifier</i> 10 dB	59

Gambar 4.33 BER Pada Implementasi <i>In-Line Amplfier</i> 20 dB	60
Gambar 4.34 BER Pada Implementasi <i>In-Line Amplfier</i> 30 dB	60
Gambar 4.35 <i>Q-Factor</i> Pada Perbandingan Skema Saat 10 dB.....	61
Gambar 4.36 <i>Q-Factor</i> Pada Perbandingan Skema Saat 20 dB.....	61
Gambar 4.37 <i>Q-Factor</i> Pada Perbandingan Skema Saat 30 dB.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	23
Tabel 3.2 Parameter Spesifikasi Sistem	25
Tabel 3.3 Skenario Pengujian Pertama	28
Tabel 3.4 Skemario Pengujian Kedua.....	29
Tabel 3.5 Skemario Pengujian Ketiga.....	30
Tabel 4.1 Daya Keluaran Skema 1	40
Tabel 4.2 Daya Keluaran Skema 2	41
Tabel 4.3 Daya Keluaran Skema 3	43
Tabel 4.4 Hasil Performansi Sistem Tanpa Penguat.....	44
Tabel 4.5 Hasil Performansi Sistem Penguat <i>Booster</i>	46
Tabel 4.6 Hasil Performansi Sistem Penguat <i>Pre-Amplifier</i>	51
Tabel 4.7 Hasil Performansi Sistem Penguat <i>In-Line</i>	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Desain Simulasi

Lampiran B Hasil *Analyzer* Pengujian Skema 1 (*Booster Amplifier*)

Lampiran C Hasil *Analyzer* Pengujian Skema 2 (*Pre Amplifier*)

Lampiran D Hasil *Analyzer* Pengujian Skema 3 (*In-Line Amplifier*)