



**ANALISIS PERFORMANSI KINERJA PENGUAT OPTIK RAMAN PADA SISTEM
KOMUNIKASI FIBER OPTIK**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Program Studi Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro**

**Oleh
ANGGRAENI AYUNINGTYAS
081910201005**

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2014



**ANALISIS PERFORMANSI KINERJA PENGUAT OPTIK
RAMAN PADA SISTEM KOMUNIKASI FIBER OPTIK**

SKRIPSI

**diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi syarat-syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan guna mencapai gelar Sarjana Teknik**

**ANGGRAENI AYUNINGTYAS
NIM : 081910201005**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Tuhanku, ALLAH SWT;
Atas segala nikmat-Mu, yang tidak sedikitpun bisa aku ingkari.
2. Mamii, mamii, mamii
Yang senantiasa mendoakan, memberikan cinta dan kasih sayang baik secara materi maupun moral.
3. Papii, papii, papii
Yang senantiasa mendoakan dan mendengarkan keluh kesah, serta kasih sayang yang diberikan baik secara materi maupun moral.
4. Adek-ku Aldy
I Love uu Adek,, makasi kamu selalu ada saat mba tyas butuhin.
5. Keluarga Besar Bokor's River Family.
Selalu memberikan support.
6. Pak Andik Harjono.
Terimakasih pak buat waktu dan masukan-masukan yang diberikan.
7. Sapi my best partner.
Kamu selalu sabar menghadapiku sapi, makasi ya.
8. Ibu Ike Fibriani dan Bapak Bambang Supeno.
yang selalu membantu, memeberikan masukan dan memberi semangat.
9. Teman-Temanku khususnya 2008.
Terimakasih buat kenangan dan kebersamaan selama ini.
10. Almamaterku.

MOTTO

“Belajarliah dari pengalaman, karena pengalaman dapat membuat diri kita menjadi
pantang menyerah “

(Anggraeni Ayuningtyas)

“Orang yang terlalu memikirkan akibat dari sesuatu keputusan atau tindakan,
sampai kapanpun dia tidak akan menjadi orang yang berani”

(Ali bin Abi Thalib)

“Orang tua adalah motivasi terhebat, karena orang tua akan selalu merangkul kita
apabila kita sedang dalam kesulitan “

(Anggraeni Ayuningtyas)

“Ketika kamu mengatakan hal yang salah, melakukan hal yang salah, Tuhan
selalu memaafkan dan menolongmu.”

(Hitam Putih)

“Kerendahan hati adalah hasil dari pengetahuan”

(Ummar bin Khattab)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : ANGGRAENI AYUNINGTYAS

NIM : 081910201005

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah dengan judul "*Analisis Performansi Kinerja Penguat Optik Raman Pada Sistem Komunikasi Fiber Optik*" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan itu tidak benar.

Jember, 9 Januari 2014

Yang menyatakan,

Anggraeni Ayuningtyas
NIM 081910201005

SKRIPSI

**ANALISIS PERFORMANSI KINERJA PENGUAT OPTIK
RAMAN PADA SISTEM KOMUNIKASI FIBER OPTIK**

Oleh

Anggraeni Ayuningtyas

NIM. 081910201005

Pembimbing

Dosen Pembimbing I : Ike Fibriani, ST. MT.

Dosen Pembimbing II : Bambang Supeno, ST. MT.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Analisis Performansi Kinerja Penguat Optik Raman Pada Sistem Komunikasi Fiber Optik” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Selasa, 21 Januari 2014

Tempat : Ruang Ujian 1 Lantai 3 Gedung Dekanat
Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Menyetujui:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Ike Fibriani, ST., MT.

NRP. 760011391

Bambang Supeno, S.T., M.T.

NIP. 19690630 199512 1 001

Penguji I,

Penguji II,

Supriyadi Prasetyono, S.T., M.T.

NIP. 19700404 199601 1 001

Catur Suko Sarwono, S.T.

NIP 19680119 199702 1 001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP. 19610414 198902 1 001

ANALISIS PERFORMANSI KINERJA PENGUAT OPTIK RAMAN PADA SISTEM KOMUNIKASI FIBER OPTIK

Anggraeni Ayuningtyas¹
Mahasiswa Jurusan Teknk Elektro¹.
Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan jaman, kemajuan teknologi berkembang semakin pesat. Teknologi baru yang mampu menawarkan kecepatan data yang lebih besar sepanjang jarak yang lebih jauh dengan harga yang lebih rendah daripada kawat tembaga. Teknologi baru ini adalah fiber optik, fiber optik menggunakan cahaya untuk mengirimkan informasi atau data. Rugi-rugi saluran transmisi pada komunikasi serat optik merupakan masalah yang harus dipecahkan karena dapat menurunkan level daya kirim sinyal. Pemasangan *amplifier* pada saluran transmisi merupakan solusi untuk perbaikan level daya kirim sinyal. Salah satu penguat yaitu menggunakan penguat Raman. Pada tugas akhir ini membahas sistem komunikasi dari Tanah Grogot sampai Balikpapan dengan total jarak yang ditempuh 302 km dan total terdapat 4 jalur yang dilalui. Dengan menggunakan penguat Raman, dapat diketahui nilai dari *splice loss* dan *rise time budget*.

Kata kunci : Fiber optik, amplifier, Raman, splice loss, rise time budget.

PERFORMANCE ANALYSIS ON RAMAN AMPLIFIER OPTICAL FIBER OPTIC COMMUNICATION SYSTEMS

Anggraeni Ayuningtyas¹
Departement of Electrical Engineering¹.
Engineering Faculty, Jember University.

ABSTRACT

As development of communication era, the evolution of technology grows repeatedly. A new technology are being developed which is able to provide high speed data transfer for longer haul and save more cost rather than coaxial wire. This new technology is called fiber optic which uses light in sending data. The transmission loss in fiber optic is one problem that needs to be solved because it can decrease power transmission level of a signal. The installment of amplifier on the transmission line can be a solution in improving signal transmission power level. One amplifier is using a Raman amplifier. The final project discusses about telecommunication system from Tanah Grogot to Balikpapan a distance 302 km and a total of 4 paths are traversed. By using a Raman amplifier, it can be seen the value of splice loss and rise time busget.

Key words : Optical fiber, amplifier, Raman, splice loss, rise time budget.

RINGKASAN

Analisis Performansi Kinerja Penguat Optik Raman pada Sistem Komunikasi Fiber Optik; Anggraeni Ayuningtyas, 081910201005; 2013:47 halaman; Jurusan Teknik Elektro Program Studi S1 Teknik Universitas Jember.

Seiring dengan perkembangan zaman, kemajuan teknologi telekomunikasi juga semakin pesat. Komunikasi merupakan proses penyampaian informasi dari sumber informasi ke penerima informasi melalui suatu media. Media yang dipergunakan dalam sistem telekomunikasi terdapat 2 jenis yaitu *guided* media yang berupa kabel sebagai penghantar dan *unguided* media tanpa kabel (*wireless*). Pada umumnya media kabel terbuat dari bahan dasar tembaga, akan tetapi saat ini telah ditemukan jenis kabel yang terbuat dari bahan dasar kaca yang biasa disebut serat optik (fiber optik).

Saat ini penguat yang sedang populer yaitu penguat Raman. Sistem kerja dari penguat Raman adalah penguat Raman dapat bekerja antara -28 dB sampai -32 dB. (dibawah atau diatas -28 dB samapi -32 dB) perangkat Raman tidak mau bekerja dengan baik. Karena fungsi dari perangkat Raman ini memberi doping/memompa sinyal agar sinyal yang dikirimkan dan diterima menjadi lebih kuat. Selain itu, didalam perangkat penguat Raman terdapat adanya *booster* yang berfungsi sebagai penguat. Sehingga penguat Raman disatukan dengan *booster* menjadi lebih kuat.

Pada PT. Telkom Indonesia merupakan salah satu perusahaan telekomunikasi yang menggunakan teknologi perangkat Raman. Dengan teknologi Raman yang dipakai saat ini biaya operasional yang harus dikeluarkan tinggi, karena harga peralatan yang diperlukan juga cukup mahal. Akan tetapi, perangkat Raman merupakan teknologi yang efisien, dengan adanya perangkat Raman dapat mendeteksi jarak yang cukup jauh, dapat lebih dari 100 km. Dengan diketahui jarak yang ditempuh dapat diketahui adanya nilai redaman dan link power budget.

PRAKATA

Alhamdulillah, atas ridho Allah SWT. Penulis berhasil menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Analisis Performansi Kinerja Penguat Optik Raman pada Komunikasi Fiber Optik*” ini yang disusun guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan program studi teknik elektro dan mencapai gelar sarjana teknik pada Fakultas Teknik Universitas Jember.. Jika dalam pemaparan ada kekeliruan yang pembaca temui maka maafkanlah. Sungguh itu bukanlah kesengajaan, melainkan kebodohan penulis yang masih mencari hikmah karena penulis hanyalah manusia yang terus berusaha untuk mampu mencari makna. Jika ada banyak kebenaran yang terkembang dan manfaat yang dapat diambil dalam tulisan ini, sungguh itu adalah milik Allah. Karena Allah yang menggerakkan jemari, mendorong otak dan pikiran penulis untuk merangkai kalimat. Tanpa kuasa-Nya tiada daya dan upaya yang dapat penulis lakukan dan karya ini tidak mungkin ada.

Skripsi ini dapat terselesaikan juga karena adanya bantuan serta dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik yang banyak memberi saran yang sangat berguna untuk menyempurnakan skripsi.
2. Bapak Sumardi, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro yang telah memberi kemudahan bagi penulis hingga skripsi ini dapat selesai.
3. Bapak Suprihadi Prasetyono, ST., MT., selaku Penguji I yang telah menguji dengan sabar dan bijak serta memberi banyak masukan kepada penulis agar skripsi ini menjadi lebih bermakna.
4. Bapak Catur Suko Sarwono, ST. selaku Penguji II yang telah menguji dengan sabar dan bijak serta memberi banyak masukan kepada penulis agar skripsi ini menjadi lebih bermakna.
5. Ibu Ike Fibriani ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Utama, yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan kesabaran dalam memberikan bimbingan.
6. Bapak Bambang Supeno, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah memberikan bimbingan dengan sebaik-baiknya.

7. Bapak Andik Harjono, S.T. Terimakasih pak buat waktu dan nasehat-nasehat yang bapak berikan.
8. Bapak dan Ibu dosen, serta seluruh staf akademik (khususnya Mba Sri) yang telah banyak membantu dan mendukung selama proses pembuatan skripsi ini.
9. Bapak Agus Tri Wibowo, selaku *Manager Area Network Surabaya Timur* (ARNET) PT. TELKOM Surabaya Bagian Timur yang telah banyak membantu sehingga skripsi ini dapat selesai.
10. Bapak Anton, selaku *Manager Area Network Balikpapan* (ARNET) PT. TELKOM Balikpapan yang telah banyak membantu sehingga dapat selesai skripsi ini.
11. Bapak Budiman dan Bapak Maskur terima kasih telah memberikan ilmu baik secara teori maupun praktek.
12. Bapak Mathius Tambing, selaku *Asisten Manager O & M TRA SKKO/SKKL* PT. Telkom Surabaya Bagian Timur yang memberikan pengarahan dalam hal teori maupun praktek.
13. Bapak A. Nasir Surya, Bapak Mardiono, Bapak Suriyanto dan Bapak Adi Martono selaku *Senior Technician* yang telah banyak membantu dalam hal teori maupun praktek serta telah memberikan pengarahan dan bimbingan di ruangan maupun di lapangan.
14. Seluruh staff dan pegawai *Area Network Timur* di PT. Telkom Indonesia yang banyak membantu selama penulis melakukan penelitian.
15. My lovely parents, Bapak H.Luqman Suaidy SH., MA., dan Ibu Hj. Tutik Amalawati Spd., MSi., yang selalu mendukung baik secara moral maupun materi dan terima kasih buat kasih sayang, semangat, pengertian serta nasihat yang sangat berharga buat penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan walaupun tidak tepat waktu. Love uu mam and pap. Semoga Allah senantiasa memberi berkah kepada kedua orang tuaku.
16. Untuk adek ku Aldy terima kasih untuk pengertian dan terima kasih selama mba butuhin selalu ada. Semoga kuliah mu selalu lancar ya dan bisa jadi kebanggaan kedua orang tua.
17. Buat Bupoo, terima kasih sudah mau mendengarkan keluh kesah, doa, dan kasih sayang nya selama proses pembuatan skripsi ini.

18. Keluarga dari Om dan Tante, terima kasih banyak om untuk motivasi dan doa yang om dan tante berikan. Semoga om dan tante selalu diberi rejeki sama Allah.
19. Mas-mas ku (Mas Sidos, Mas Deddy, Mas Doddy), Mba-mba ku (Mba Ivo dan Mba Selly), adek-adek ku (adek Fula, Dek Jem, Utin, Farah, Fahmi, Rakyan) terimakasih buat ke – keluargaan yang indah selama ini, dan motivasi yang diberikan. Sayang kalian.
20. Sahabat-ku semasa kuliah ‘Daunlicious’ (Sapi, Angel, Dwi, Cardo, Hendra dan Tian) terima kasih banyak yaa rek buat persahabatan selama aku merantau dan kenangan, serta bantuan kalian yang selalu ada. Ini bakal menjadi kenangan yang indah sepanjang hidupku.
21. Buat seseorang yang selalu nemenin aku, makasi buat waktu dan semangatnya, sehingga skripsiku bisa selesai.
22. Untuk Mas Sugi terimakasih telah memberi motivasi, ternyata Allah berkata lain. Makasi buat kenangan yang cukup indah.
23. Teman-teman kosan tercinta (Amel, Indah, Bella, Ridha, Ade, Ratih, Rani, Kiki, dan Dwi) buat canda-tawa buat ngilangin stress dan motivasi kalian sehingga skripsi ku dapat selesai.
24. Adek ketemu gede Devi Novita Sari S.Pd yang selalu memberi masukan dan membantu, terimakasih buat kegilaan selama ini.
25. Untuk Julian makasi sudah nemenin selama di Balikpapan, meskipun baru kenal tapi kamu welcome banget.
26. Untuk Mas Joan makasi juga sudah nemenin di Balikpapan, nemenin kuliner makanan, makasi buat waktu-nya, maaf sudah banyak merepotkan.
27. Ibu Kandar selaku Ibu kos makasi banyak bu sudah mengijinkan saya nge-kost ditempat ibu dan terima kasih buat kebaikan selama ini.
28. Sahabat semasa SMA (Uul, Djenk, Ayah, dan Tete) support kalian sangat membantu serta makasi sudah mau mendengarkan keluh kesahku meskipun kalian sering aku marahin gak jelas tapi kalian selalu bisa buat ak tersenyum.
29. Teman-teman ELEKTRO 2008 terima kasih atas segala kisah yang pernah kita ukir bersama, sedih, senang semua itu akan jadi cerita tersendiri yang tidak akan pernah terlupakan. Kalian yang terbaik yang pernah ada.

Maka dengan segala kekurangannya yang ada dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, penulis mengharapkan semoga karya penulis ini bermanfaat bagi penulis dan bermanfaat bagi khalayak.

Jember, 9 Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
RINGKASAN.....	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR SINGKATAN	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	4

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Komunikasi Serat Optik	5
2.1.1 Jenis serat optik.....	7
2.1.2 Karakteristik Serat Optik.....	8
2.1.3 Keuntungan Dan Kerugian Serat Optik	8
2.1.4 Cara kerja Fiber Optik.....	9
2.2 Macam-macam Penguat Pada Fiber Optik.....	12
2.2.1 Raman.....	12
2.2.2 Prinsip Kerja Raman	13
2.2.3 Raman Amplifier	14
2.2.4 Semiconductor Optical Amplifier (SOA).....	15
2.2.5 Erbium Doped Fiber Amplifier	16
2.2.5 Amplifier noise	17
2.3 SDH	17
2.4 DWDM.....	19
2.4.1 Konsep Dasar DWDM	20
2.5 Link Power Budget	21
2.6 Redaman.....	22
2.6.1 Faktor intristik	23
2.6.2 Faktor Ekstrinsik.....	24
2.7 Dispersi	25

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.2 Studi Literatur.....	26
3.3 Tahapan Penelitian.....	26
3.4 Alat dan Bahan	27

3.5 Analisis Data	27
3.6 Blok Diagram Perencanaan Jaringan serat Optik.....	27
3.7 Analisa Perencanaan Jaringan Serat Optik	28
3.8 Pengukuran dan Penyambungan	28
BAB 4 PEMBAHASAN	
4.1 Performasi Kinerja Penguat Optik Raman.....	30
4.1.1 Analisa Teknologi yang digunakan di PT. Telkom Indonesia	31
4.1.2 Hasil Prinsip Kerja Penguat Raman.....	31
4.2 Jalur Konfigurasi Kabel Optik Yang Dilewati.....	37
4.3 Perhitungan Power Budget.....	38
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	49

DAFTAR GAMBAR

2.1 Kabel serat optik	5
2.2 Bagian-bagian serat optik	6
2.3 Kabel serat optik <i>single-mode</i>	7
2.4 Kabel serat optik <i>multi-mode</i>	8
2.5 Modulasi <i>on-off</i>	10
2.6 Intensitas.....	10
2.7 Hierarki multipleks PDH	18
2.8 Hierarki multipleks SDH.....	18
2.9 Jaringan yang menggunakan DWDM.....	20
2.10 Serat optik saat terjadi penyerapan	23
2.11 Serat optik saat terjadi penghamburan	24
3.1 Diagram perencanaan sistem.....	27
4.1 Transmisi penguat optik Raman	30
4.2 Masukan kode <i>input</i> penguat Raman	33
4.3 Pada waktu <i>me-log in</i> ke perangkat Raman	33
4.4 Masukan kode <i>username</i> dan <i>password</i>	34
4.5 Gambar masukan kode input penguat Raman	34
4.6 Gambar <i>pumps power</i> dari hasil perangkat Raman pada saat terjadi transmisi data.....	35
4.7 Gambar <i>back reflection</i> dari perangkat Raman	36

4.8 Gambar hasil OTDR dari perangkat Raman.....	36
4.9 Gambar Konfigurasi area KaltimseI	37

DAFTAR TABEL

4.3.1 Perhitungan redaman total.....	38
4.3.2 Hasil perhitungan redaman total	40
4.3.3 Perhitungan power margin tanpa penguat optik	41
4.3.4 Hasil perhitungan power margin tanpa penguat optik	41
4.3.5 Perhitungan power margin menggunakan penguat optik	42
4.3.6 Hasil perhitungan power margin tanpa penguat optik	43
4.3.7 Kesimpulan dari link power budget	44
4.3.8 Hasil dari kesimpulan link power budget.....	44
4.3.9 Perhitungan jarak maksimal sistem.....	45
4.3.10 Hasil perhitungan jarak maksimal sistem.....	46

DAFTAR SINGKATAN

ADM	Add/Drop Multiplexer
ASE	Amplified Spontaneous Emission
BER	Bit Error Rate
BMDX	Band Multiplex Demux
CMDX	Channel Mux Demux
COT	Central Office Terminal
DXC	Digital Cross-Connect
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing
EDFA	Erbium Doped Fiber Amplifier
ILA	In Line Amplifier
LD	Laser Diode
LED	Light Emitting Diode
LOFA	Line Optical Fiber Amplifier
MUX	Multiplexer
NA	Numeric Aperture
OTB	Optical Distribution Box
OTDR	Optical Time Domain Reflector
PDH	Plesynchronous Digital Hierarchy
RT	Remote Terminal
SDH	Synchronous Digital Hierarchy

SKSO	Sistem Komunikasi Serat Optik
SOA	Semiconductor Optical Amplifier
SRS	Stimulated Raman Scattering
TW	Travelling Wave
WDM	Wavelength Division Multiplexing

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN A : Hasil OTDR perangkat Raman
- LAMPIRAN B : Spesifikasi Kabel G. 655 C
- LAMPIRAN C : STRUKTUR ORGANISASI INFRATEL BALIKPAPAN dan
INFRATEL AREA SURABAYA BAGIAN TIMUR