

**ANALISIS KUALITAS REDAMAN SERAT OPTIK UNTUK
MENINGKATKAN KINERJA SISTEM TELEKOMUNIKASI
DENGAN MENGGUNAKAN *DOE***

TESIS

**TRİYONO BUDI SANTOSO
0806422813**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM PASCA SARJANA
TEKNIK INDUSTRI
SALEMBA
JUNI 2010**

**ANALISIS KUALITAS REDAMAN SERAT OPTIK UNTUK
MENINGKATKAN KINERJA SISTEM TELEKOMUNIKASI
DENGAN MENGGUNAKAN *DOE***

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

**TRİYONO BUDI SANTOSO
0806422813**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM PASCA SARJANA
TEKNIK INDUSTRI
SALEMBA
JUNI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**



Nama : Triyono Budi Santoso

NPM : 0806422813

Tanda Tangan :

Tanggal : 26 Juni 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
 Nama : Triyono Budi Santoso
 NPM : 0806422813
 Program Studi : Teknik Industri
 Judul Tesis : Analisis Kualitas Redaman Serat Optik untuk
 Meningkatkan Kinerja Sistem Telekomunikasi
 dengan Menggunakan *DoE*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Isti Surjandari, Ph.D ()
 Pembimbing : Arian Dhini, ST, MT ()
 Penguji : Farizal, Ph. D ()
 Penguji : Ir. Erlinda Muslim, MEE ()
 Penguji : Armand Omar Moeis, ST, MSc ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 26 Juni 2010

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis Panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, karena berkat kemurahan dan kekuatan yang diberikanNya, penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan tesis ini.

Ungkapan penghargaan, dan terimakasih yang setulusnya, juga penulis sampaikan kepada :

- (1) Para pembimbing akademis, Ir. Isti Surjandari, PhD dan Arian Dhini, ST, MT atas bimbingan dan pengarahannya khusus selama penyusunan tesis ini.
- (2) Para dosen Fakultas Teknis Industri UI, yang telah membimbing penulis selama menimba ilmu kurang lebih 2 tahun lamanya di kampus Salemba.
- (3) Para staf dan sivitas akademik Fakultas Teknik Industri yang telah turut membantu kelancaran kegiatan belajar mengajar selama ini.
- (4) Rekan-rekan TI UI 2008 satu angkatan atas kebersamaannya selama ini.
- (5) Para pimpinan dan rekan sejawat di tempat penulis bekerja, yang telah memberikan segenap dukungan baik moril maupun materil.
- (6) *My all hearts*, Margina Ari Hendrasti, Ezra Blessierra Ethanael (Ethan) dan Josephin Estima Blessiesca (Abel), atas dukungan, pengertian dan doa-doanya untuk suami, papa dan ayahmu. Kita percaya bahwa semua adalah baik dan indah pada waktunya.
- (7) Bapak, mamah, ibu, atas doa-doanya untuk anakmu ini.
- (8) Sanak famili dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, baik langsung maupun tidak langsung turut terlibat dalam penyelesaian studi penulis . Apa yang telah ditabur, kelak akan dituai dalam kebaikan dan penulis hanya bisa berharap bahwa Tuhan sajalah yang mengganjar semua itu.

Akhirnya, saran dan masukan membangun sangat penulis harapkan demi isi dan penyajian tulisan yang lebih baik dan semoga membawa manfaat bagi kita semua.

Jakarta, 26 Juni 2010

Triyono Budi Santoso

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Triyono Budi Santoso
NPM : 0806422813
Program Studi : Pasca Sarjana
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisis Kualitas Redaman Serat Optik untuk Meningkatkan Kinerja Sistem Telekomunikasi dengan Menggunakan *DoE*

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 26 Juni 2010
Yang menyatakan,

(Triyono Budi Santoso)

ABSTRAK

Nama : Triyono Budi Santoso
 Program Studi : Teknik Industri
 Judul : **Analisis Kualitas Redaman Serat Optik untuk Meningkatkan Kinerja Sistem Telekomunikasi dengan Menggunakan DoE**

Dalam era *ICT (Information and Technology)*, serat optik memegang peranan yang sangat penting dalam mendukung komunikasi *broadband services* yang berkualitas. Tesis ini membahas kualitas redaman serat optik dan komponen Sistem Komunikasi Serat Optik pada infrastruktur terpasang dilihat dari parameter *bending*, *splicing*, dan *patching*. Melalui pendekatan metodologi *DoE* desain faktorial kualitatif khusus, dihasilkan bahwa redaman serat optik sangat dipengaruhi oleh komponen terkait seperti *brand* serat optik, jenis *splicer*, tipe dan lokasi penempatan terminasi kabel optik. Analisis *power budget* yang tepat sangat diperlukan dalam merencanakan sistem secara menyeluruh, selain daripada kegiatan pengelolaan *O&M* yang cepat dalam memantau kualitas sistem secara *real time*. Sehingga ketika terjadi kegagalan dalam sistem, dapat segera diketahui dan diatasi. Hal ini mengisyaratkan kepada para pelaku industri telekomunikasi, baik *provider*, *contractor* maupun *regulator* agar bersama-sama berkontribusi dalam menyediakan *service* yang *reliable* kepada pelanggan.

Kata kunci : *DoE*, redaman, manajemen jaringan, kualitas.

ABSTRACT

Name : Triyono Budi Santoso
 Study Program : Industrial Engineering
 Title : **Analysis of Optical Fiber Attenuation Quality for Improving Telecommunication System Performance by Using DoE**

In this ICT (Information and Technology) Era, fiber optic is holding a very important role in delivering a qualified broadband communication services. The focus of this study is quality of fiber optic attenuation and components system related on installed telecommunication infrastructure, regarding power loss due to bending, splicing and patching. Factorial Design and Analysis of Experiments was approached to get exact results that attenuation is determined by components used such as fiber optic brand, type of splicer, type of fiber termination and the location placed. Power Budget analysis is needed in deploying all the communication system, instead of O&M activities in managing and monitoring the quality in real time mode. So when there is a fault in the system, it could be warned and recovered fast. This gives signs to all the telecommunication industry parties (provider, vendor and regulator) to give mutualism contribution in providing reliable services to the customer.

Key words : *DoE*, attenuation, network management, quality.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR ISTILAH	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Diagram Keterkaitan Permasalahan.....	3
1.3 Rumusan Permasalahan	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.6 Metodologi Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	7
2. LANDASAN TEORI	8
2.1 Sistem Komunikasi Serat Optik	8
2.2 Komponen Sistem Komunikasi Serat Optik	9
2.2.1 Sumber pengirim	10
2.2.2 Detektor Penerima	10
2.2.3 Serat Optik	11
2.2.3.1 Jenis Serat Optik	12
2.2.3.2 Sambungan Serat Optik	14
2.2.3.3 Terminasi Serat Optik	15
2.2.3.4 Kinerja Serat Optik	16
2.2.3.5 Implementasi Serat Optik dan <i>Trend</i> Perkembangan ICT.....	20
2.3 Desain Analisis dan Perancangan Percobaan.....	22
2.3.1 <i>Design of Experiment (DoE)</i>	22
2.3.2 Langkah-langkah Membuat Desain Percobaan	23
2.3.3 Kekeliruan Percobaan	24
2.3.4 Percobaan Faktorial	24
2.3.4.1 Faktor dan Tingkat Faktor	25
2.3.4.2 Kelebihan dan Kelemahan Percobaan Faktorial.....	26
2.3.5 <i>Analysis of Variance</i>	26
3. PERCOBAAN PENGUKURAN DAN PENGUMPULAN DATA	30
3.1 Data Gangguan Jaringan.....	30
3.2 Konfigurasi Pengukuran	32

3.3 Data Pengukuran	37
4. ANALISIS DAN SIMULASI	40
4.1 Hasil Redaman <i>Bending</i>	43
4.2 Hasil Redaman <i>Splicing</i>	45
4.3 Hasil Redaman <i>Patching</i>	48
5. KESIMPULAN DAN SARAN	52
DAFTAR REFERENSI	54



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Diagram Keterkaitan Permasalahan.....	4
Gambar 1.2.	Diagram Metodologi Penelitian	6
Gambar 2.1.	Blok Diagram Sebuah Sistem Komunikasi	8
Gambar 2.2.	Struktur Bagian Serat Optik.....	11
Gambar 2.3.	Prinsip Penyaluran Cahaya Dalam Serat Optik.....	12
Gambar 2.4.	Perbandingan karakteristik <i>Single Mode</i> dan <i>Multi Mode</i>	13
Gambar 2.5.	Kabel Serat Optik untuk Aplikasi Terrestrial	13
Gambar 2.6.	Alat untuk Menyambung Serat Optik (<i>Fiber Fusion Splicer</i>).....	14
Gambar 2.7.	Jenis-jenis <i>Patchcord</i>	15
Gambar 2.8.	Tempat Terminasi Serat Optik.....	15
Gambar 2.9.	Jendela Redaman/km Serat Optik	16
Gambar 2.10.	Grafik <i>BER vs Daya Penerimaan</i> dan <i>BER vs SNR</i> Detektor Digital	18
Gambar 2.11.	Prinsip kerja <i>OTDR</i>	19
Gambar 2.12.	Konfigurasi Jaringan Serat Optik Sampai ke <i>User</i>	22
Gambar 3.1.	Konfigurasi dan Arsitektur Pengukuran Serat Optik	33
Gambar 3.2.	Peta Pengukuran Jaringan Serat Optik	35
Gambar 3.3.	Contoh Hasil Pengukuran	36
Gambar 3.4.	Contoh Pembacaan Hasil Pengukuran	36
Gambar 4.1.	Komparasi <i>Interaction Plot</i> untuk <i>Material Type-Temperature</i> antara Hasil Simulasi dan Minitab.....	42
Gambar 4.2.	<i>Box Plot Diagram</i> Karakteristik Hasil Redaman <i>Bending</i>	44
Gambar 4.3.	<i>Multicompare Graph</i> Karakteristik Hasil Redaman <i>Bending</i>	44
Gambar 4.4.	<i>Interaction Plot Brand</i> Serat Optik dan Jenis <i>Splicer</i>	47
Gambar 4.5.	<i>Main Effect Graph Brand</i> Serat Optik dan Jenis <i>Splicer</i> ..	48
Gambar 4.6.	<i>Interaction Plot</i> Lokasi Penempatan dan Jenis <i>ODF</i>	49
Gambar 4.7.	<i>Main Effect Graph</i> Lokasi Penempatan dan Jenis <i>ODF</i> ...	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	One-way ANOVA.....	28
Tabel 2.2.	Two-way ANOVA.....	28
Tabel 3.1.	Gangguan Jaringan selama tahun 2008.....	30
Tabel 3.2.	Gangguan Jaringan selama tahun 2009.....	31
Tabel 3.3.	Contoh Gangguan Jaringan Serat Optik pada bulan Desember 2009.....	31
Tabel 3.4.	Hasil Pengukuran Redaman <i>Bending</i>	37
Tabel 3.5.	Hasil Pengukuran Redaman <i>Splicing</i>	38
Tabel 3.6.	Hasil Pengukuran Redaman <i>Patching</i>	39
Tabel 4.1.	Komparasi Analisis <i>One-way ANOVA</i> untuk Kasus Plasma antara Hasil Simulasi dan Minitab.....	40
Tabel 4.2.	Komparasi Analisis <i>Two-way ANOVA</i> untuk Kasus Batere antara Hasil Simulasi dan Minitab.....	41
Tabel 4.3.	Analisis ANOVA Hasil Redaman <i>Bending</i> tiap <i>Brand</i> Serat Optik.....	43
Tabel 4.4.	Analisis ANOVA Hasil Redaman <i>Splicing</i> tiap <i>Brand</i> Serat Optik.....	46
Tabel 4.5.	<i>P-value</i> untuk Jenis <i>Splicer</i> dan <i>Brand</i> Serat Optik.....	46
Tabel 4.6.	Analisis ANOVA Hasil Redaman <i>Patching</i> tiap <i>Brand</i> Serat Optik.....	48

DAFTAR ISTILAH

Transmisi	:	penyaluran informasi dari pengirim sampai penerima.
<i>Backbone</i>	:	jaringan tulang punggung, berfungsi sebagai jaringan utama untuk menghubungkan perangkat pengirim dengan penerima dengan kapasitas informasi yang sangat besar, umumnya diatas 155 <i>Mbps</i> .
<i>Multiplexing</i>	:	Sistem penggabungan kapasitas transmisi secara bertingkat dari kapasitas yang kecil/rendah menjadi lebih besar/tinggi. Lawan kata dari <i>multiplexing</i> adalah <i>demultiplexing</i> .
<i>SDH</i>	:	<i>Synchronous Digital Hierarchy</i> , teknologi transmisi digital bertingkat dimana antara perangkat pengirim dan penerima sudah tersinkronisasi sempurna.
<i>DWDM</i>	:	<i>Dense Wavelength Division Multiplexing</i> , teknologi penggabungan beberapa panjang gelombang, sehingga kapasitas saluran transmisi menjadi lebih besar. Merupakan teknologi transmisi yang paling atas dalam hal tingkatan struktur <i>multiplexing</i> .
<i>Bps</i>	:	<i>Bit per second</i> , satuan kecepatan sinyal digital.
<i>Bit</i>	:	sinyal pulsa digital.
<i>LOS</i>	:	<i>Loss of Signal</i> , jenis <i>alarm</i> dimana perangkat penerima tidak dapat menerima sinyal dari perangkat pengirim. Kondisi dimana komunikasi terputus sama sekali, disebabkan level penerimaan sinyal sudah melewati batas ambang sensitivitas detektor.
<i>LOF</i>	:	<i>Loss of Frame</i> , jenis <i>alarm</i> dimana perangkat penerima masih dapat menerima sinyal pengirim, akan tetapi informasi yang diterima tidak dapat diterjemahkan karena <i>frame</i> informasi rusak.
<i>Frame</i>	:	Kumpulan <i>bit</i> informasi yang membentuk pola tertentu
<i>dBm</i>	:	Satuan daya relatif terhadap 1 mW dalam logaritmik, dimana :
		$Daya (P_{dBm}) = 10 \log (Daya/1 \text{ mW})$.
<i>dB (desibel)</i>	:	Satuan daya mutlak dalam bentuk logaritmik, merupakan selisih antar daya relatif.

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Routine Program Simulasi
- Lampiran 2. Lampiran Program Simulasi
- Lampiran 3. Spesifikasi OTU-8000
- Lampiran 4. Spesifikasi ITU-T G.652 D
- Lampiran 5. Tabel Konversi Daya Redaman

