



**ANALISIS LINK POWER BUDGET PADA RANCANGAN
JARINGAN LOKAL AKSES FIBER DI AREA STO JEMBER 2**

SKRIPSI

Oleh:

GALLAND FADILLAH

NIM 041910201125

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2011



**ANALISIS LINK POWER BUDGET PADA RANCANGAN
JARINGAN LOKAL AKSES FIBER DI AREA STO JEMBER 2**

SKRIPSI

Oleh:

GALLAND FADILLAH

NIM 041910201125

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2011

PERSEMBAHAN

Skripsi ini merupakan maha karya yang tak ternilai harganya. Oleh karena itu saya ingin mempersembahkan karya ini kepada:

Allah SWT, Tuhan pencipta alam semesta, karena atas karuniaMulah skripsi ini dapat terselesaikan;

Kedua orang tuaku tercinta, Ibunda Hariyati dan Ayahanda Hermanto, Adekku Ikhwan Kharisma dan Imatul Anisa, serta saudaraku semua terima kasih atas pengorbanan, doa, dukungan, ketulusan, kasih sayang, kesabaran, ketabahan dan doa restunya, tak akan pernah ku lupakan;

Temen-temen S1 elektro'04, karna bersama kalian sungguh merupakan kenangan terindah yang tak akan pernah terlupakan. terima kasih atas cinta, kasih sayang, persaudaraan yang begitu indah;

Buat semua teman-teman Jurusan Elektro dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan yang ikut dalam membantu dan berdo'a;

Guru-guruku sejak TK sampai Perguruan Tinggi yang terhormat, Guru ngajiku terima kasih telah memberikan ilmu dan mendidik dengan penuh kesabaran;

Temen-temen semua di Lintasarta, terimakasih atas semua dukungan, fasilitas dan kemudahan yang diberikan. Kepercayaan kalian tidak akan pernah ku sia-siakan;

Aimamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat

(QS Al-Mujadallah Ayat 11)

“Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatu pun. dan Dia memberi kamu pendengaran, penglihatan, dan hati agar kamu bersyukur (menggunakannya sesuai petunjuk Ilahi untuk memperoleh pengetahuan)”

(QS Al-Nahl Ayat 78)

“Ilmu itu ada dua macam, ilmu di dalam dada, itulah yang bermanfaat, dan ilmu sekadar di ujung lidah, maka itu akan menjadi saksi yang memberatkan manusia”

(Sabda Rasulullah)

“Dua keinginan yang tidak pernah puas, keinginan menuntut ilmu dan keinginan menuntut harta”

(Sabda Rasulullah)

“Bu Yao Pa, Bu Hao Hui, Fan Shi Gan Ji”

“Jangan Pernah Takut, Jangan Pernah Menyesal, Apapun yang Terjadi Patut Disyukuri”

(Pepatah Cina)

Muda Kaya Raya, Tua Semakin Jaya, Mati Masuk Surga

(Galland Fadillah)

Nothing Is Impossible

(Galland Fadillah)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Galland Fadillah

NIM : 041910201125

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Analisis Link Power Budget pada Rancangan Jaringan Lokal Akses Fiber di Area STO Jember 2* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, 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 sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 28 Juni 2011

Yang menyatakan,

Galland Fadillah

NIM 041910201125

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Analisis Link Power Budget pada Rancangan Jaringan Lokal Akses Fiber di Area STO Jember 2* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari, tanggal : Selasa, 28 Juni 2011

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama (Ketua Penguji)

Pembimbing Anggota (Sekretaris)

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

Dwiretno Istiyadi Swasono, S.T., MKom
NIP. 19780330 200312 1 003

Mengetahui,

Penguji 1

Penguji 2

Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T.
NIP. 19710614 199702 1 001

Sumardi, S.T., M.T.
NIP. 19670113 199802 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

ANALISIS LINK POWER BUDGET PADA RANCANGAN JARINGAN LOKAL AKSES FIBER DI AREA STO JEMBER 2

Galland Fadillah

Jurusan Tekni Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Rugi-rugi total pada jaringan akses fiber di area STO (Saluran Telepon Otomat) Jember 2 telah dilakukan pengukuran dengan menggunakan OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) dan Optical Power Meter, selain itu juga dilakukan perhitungan secara teori untuk menentukan nilai batasan maksimum rugi-rugi total yang boleh terjadi. Adapun nilai rugi-rugi total yang dihasilkan dari suatu jaringan kabel fiber optic yaitu rugi-rugi redaman fiber, rugi-rugi sambungan dan rugi-rugi konektor. Untuk nilai rugi-rugi redaman fiber yang digunakan sebesar 0,4 dB/km, sedangkan untuk rugi-rugi sambungan sebesar 0,2 dB/sambungan dan rugi-rugi konektor sebesar 0,5 dB/konektor. Jika nilai rugi-rugi total hasil pengukuran dengan OTDR dan Optical Power Meter nilainya di bawah dari batas maksimum rugi-rugi yang diperbolehkan, maka jaringan kabel fiber optic tersebut masih layak untuk digunakan dan masih sesuai dengan spesifikasi teknis yang ada di PT. Telkom. Jika nilai rugi-rugi total yang dihasilkan lebih besar dari batasan maksimum, maka jaringan kabel fiber optic tersebut tidak layak untuk digunakan. Nilai rugi-rugi total dengan perhitungan menggunakan batasan maksimal pada core 9 ONU FRK sebesar 3,185 dB, sedangkan nilai rugi-rugi total dengan menggunakan OTDR sebesar 1,601 dB dan menggunakan Optical Power Meter sebesar 2,010 dB. Dari nilai rugi-rugi total yang didapat di atas dapat disimpulkan bahwa nilai rugi-rugi pada pengukuran di lapangan nilainya masih di bawah batasan maksimal yang didapat dari perhitungan, sehingga jaringan kabel fiber optic pada core 9 ONU FRK masih layak digunakan. Ini juga berlaku untuk ONU yang lainnya di STO Jember 2.

Kata Kunci: *rugi-rugi total, rugi-rugi redaman fiber, rugi-rugi sambungan, rugi-rugi konektor, OTDR, Optical Power Meter*

ANALYSIS LINK POWER BUDGET TO PLAN NETWORK ACCESS FIBER IN AREA STO JEMBER 2

Galland Fadillah

Electrical Engineering Department, Faculty of Engineering, University Jember

ABSTRACT

Total losses in local access fiber networks in the area STO Jember 2 has been measured using the OTDR and Optical Power Meter, it also performed theoretical calculations to determine the maximum limit value of total losses that may occur. The value of losses resulting from a network of fiber optic cable that is fiber attenuations losses, splice losses and connector losses. For the value of fiber attenuations losses that are used by 0,4 dB/km, while for the splice losses of 0,2 dB/splice and connector losses of 0,5 dB/connector. If the value of total losses to the OTDR and Optical Power Meter measurement results below the limit value of the maximum value of losses is allowed, then the fiber optic cable network is still viable for use and in accordance with technical specifications that exist in PT. Telkom. If the value of losses resulting total is greater than the maximum limit, then the fiber optic cable network is not feasible to use. Total value of losses calculated using the maximum limit on the core 9 ONU FRK of 3,185 dB, while the total value of losses by using the OTDR of 1,601 dB and using an Optical Power Meter by 2,01 dB. Of the total value of losses obtained above can be concluded that the value of losses on the value of field measurements are still below the maximum limit is obtained from the calculations, so the network fiber optic cable on core 9 ONU FRK still fit for use. This also applies to the other ONU in the STO Jember 2.

Key words: *total losses, attenuations losses, splice losses, connector losses, OTDR, Optical Power Meter*

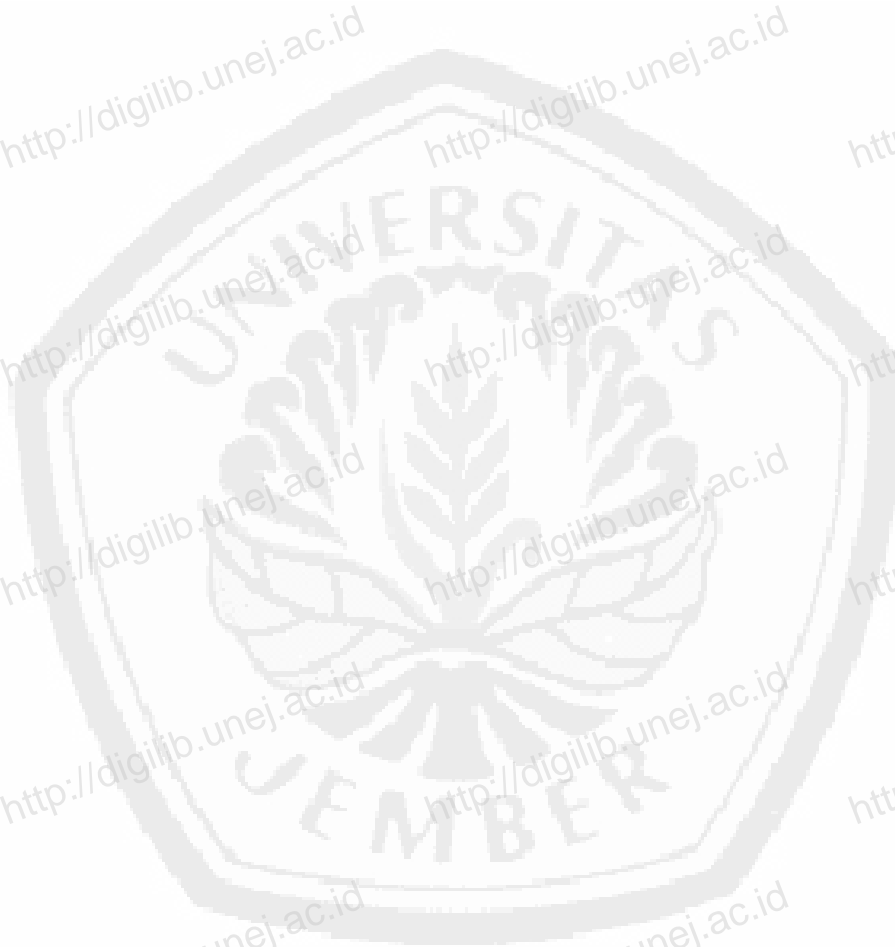
RINGKASAN

Analisis *Link Power Budget* Pada Rancangan Jaringan Lokal Akses Fiber di STO Jember; Galland Fadillah 041910201125; 2011: 116 halaman; Program Studi Strata Satu Teknik (S1), Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Jaringan akses merupakan seluruh jaringan transmisi antara suatu antarmuka jaringan dan suatu antarmuka pengguna, secara praktis jaringan akses berarti jaringan yang menghubungkan antara sentral lokal dan terminal. Jaringan ini adalah dasar dari jaringan telepon, karena pada dasarnya jaringan telekomunikasi adalah gabungan dari beberapa jaringan akses. Penggunaan teknologi fiber optik di jaringan lokal menjadi jawaban bagi permasalahan yang terjadi pada kebel tembaga. Untuk mengetahui kualitas dari suatu jaringan fiber optic harus dilakukan perbandingan nilai rugi-rugi dengan cara membandingkan nilai rugi-rugi total pengukuran di lapangan menggunakan OTDR dan *Optical Power Meter* dengan perhitungan secara teori pada tiap-tiap ONU.

Nilai perhitungan rugi-rugi maksimum merupakan batasan nilai maksimum yang boleh terjadi, oleh karena jika kabel fiber optic dikatakan masih layak untuk digunakan maka nilai rugi-rugi pada saat melakukan pengukuran di lapangan harus di bawah nilai dari rugi-rugi maksimum. Hasil yang didapat dari nilai perbandingan nilai rugi-rugi total dari pengukuran di lapangan dengan perhitungan secara teori dengan menggunakan nilai maksimum dan minimum telah memenuhi harapan yang diinginkan yakni nilai yang didapatkan dari pengukuran masih di bawah nilai batas maksimum rugi-rugi yang boleh terjadi. Nilai error persen terkecil yang terjadi pada perbandingan nilai pengukuran dengan OTDR dan *Optical Power Meter* yaitu 3,505 % yang terjadi pada ONU FRN core 11, sedangkan nilai error persen terbesar yaitu 56,989 % pada ONU FRL core 6. Error persen yang terjadi tersebut diakibatkan karena adanya tambahan konektor atau *patchcore* pada saat melakukan pengukuran dengan menggunakan *Optical Power Meter*. Dari perbandingan nilai OTDR dengan

pengukuran nilai minimum, selisih hasil yang didapat tidak begitu jauh, selisih nilai dari hasil perbandingan ini diakibatkan oleh kualitas dari masing-masing kabel pada tiap-tiap ONU, seperti panjang kabel, kualitas sambungan kabel dan pemasangan konektor.



PRAKATA

Bismillahirrohmanirrohim

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul *Analisi Link Power Budget pada Rancangan Jaringan Lokal Akses Fiber di Area STO Jember* dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Terselesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu disampaikan ucapan terima kasih kepada:

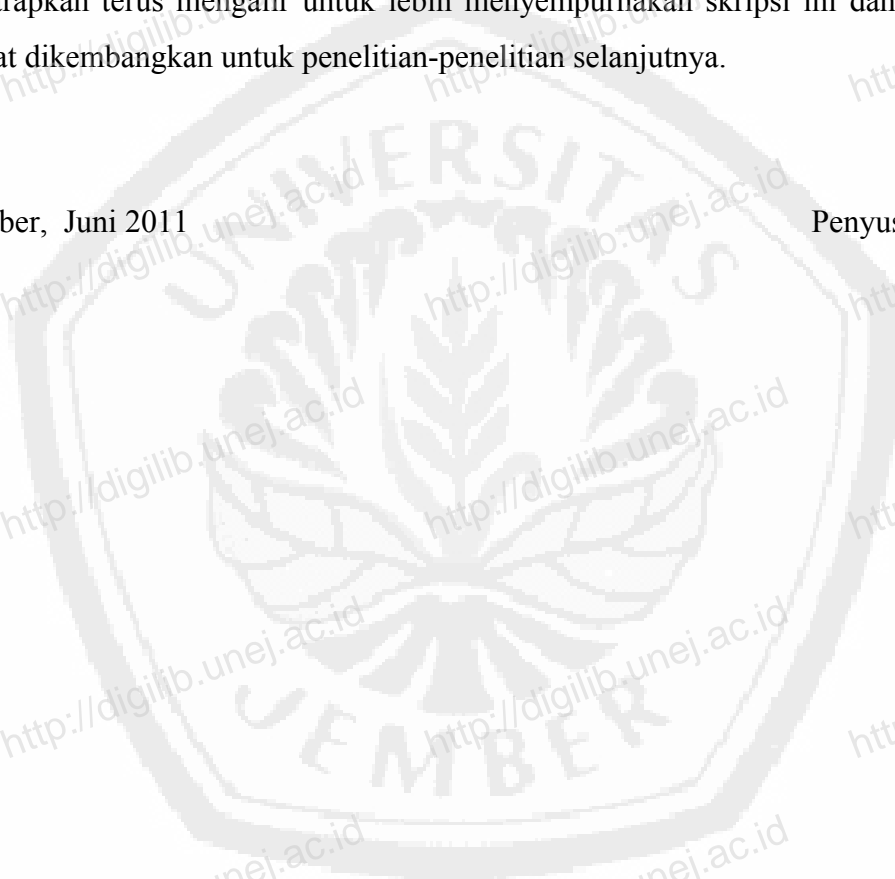
1. Ir. Widyono Hadi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Sumardi, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Ir. Widyono Hadi, M.T., selaku dosen pembimbing I dan Dwiretno Istiyadi Swasono, S.T., MKom., selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesainya penulisan skripsi ini;
4. Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T., dan Sumardi, S.T., M.T., selaku Tim Penguji Skripsi yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan pengarahan demi terselesainya penulisan skripsi ini;
5. Ibunda Hariyati, Ayahanda Hermanto, adekku Ikhwan Kharisma dan Imatul Anisa tercinta, serta saudaraku semuanya terima kasih atas pengorbanan, doa, dukungan, ketulusan, kasih sayang, kesabaran, ketabahan dan doa restunya;
6. Teman-teman seperjuanganku angkatan terkahir Hedy Risman, Bayu Hari, Nurlan Firdaus, Arfiansyah Labanu, Ikhsan Kamiswara dan semua teman-teman mahasiswa khususnya angkatan 2004 yang telah membantu meluangkan sedikit pikiran dan tenaga demi terselesainya skripsi ini.

7. Dian Kusuma Putra Negara, Trio Yulistianto dan semua teman-teman kerjaku di Lintasarta yang telah memberikan dispensasi khusus demi terselesaikannya skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektro, kritik dan saran diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan skripsi ini dan diharapkan dapat dikembangkan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Jember, Juni 2011

Penyusun



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
ABSTRAK	vii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB 1. 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
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Prinsip Dasar Sistem Komunikasi Serat Optik	6
2.1.1 Struktur Dasar Serat Optik	7
2.1.2 Karakteristik Serat Optik	9
2.1.3 Perambatan Cahaya Dalam Serat Optik	11
2.1.4 Jenis Serat Optik	14
2.1.5 Rugi-Rugi pada Serat Optik	18

2.1.6 Sumber Cahaya	22
2.2 Hubungan Transmisi Fiber Optik.....	26
2.2.1 Hubungan <i>Point to Point</i>	26
2.2.2 Perhitungan Anggaran Daya (<i>Power Budget</i>).....	27
2.2.3 <i>Link Power Budget</i>	29
2.3 Jaringan Lokal Akses Fiber (JARLOKAF)	31
2.3.1 Sistem Jarlokaf.....	31
2.2.3 Komponen-Komponen Pada Sistem Jarlokaf	32
2.2.3.1 <i>Wavelength Division Multiplexing (WDM)</i>	32
2.2.3.2 <i>Data Bus</i>	32
2.4 Teknologi Jarlokaf	34
2.4.1 <i>Digital Loop Carrier (DLC)</i>	34
2.4.2 <i>Synchronous Digital Hierarchy (SDH)</i>	36
2.4.3 <i>Passive Optical Network (PON)</i>	36
2.4.4 <i>Optical Access Network (OAN)</i>	37
2.5 Teknologi OAN/PON pada Jarlokaf	37
2.5.1 Jaringan Lokal di Indonesia	37
2.5.2 Bagian-Bagian Dari Sistem OAN/PON	39
2.6 Sistem Transmisi TDM/TDMA	46
2.7 Jasa Layanan dan Kapasitas Jasa Layanan OAN	47
2.8 Karakteristik Saluran Optik OAN	48
2.9 Model Saluran Optik pada OAN	49
2.10 Penerapan Jarlokaf.....	50
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	55
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	55
3.2 Alat dan Obyek Penelitian	55
3.3 Metode Pengukuran.....	55
3.3.1 Pengukuran dengan OTDR	56
3.3.2 Pengukuran dengan <i>Optical Power Meter</i>	58

3.3.3. Hasil Pengukuran Secara Perhitungan	59
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	62
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	63
4.1 Hasil Pengukuran di Lapangan	63
4.1.1 Pengukuran dengan OTDR	63
4.1.2 Pengukuran dengan <i>Optical Power Meter</i>	64
4.2 Hasil Pengukuran Rugi-Rugi Total Secara Perhitungan.....	67
4.2.1 Perhitungan Rugi-Rugi Total dengan Nilai Maksimum	69
4.3 Perbandingan Rugi-Rugi Total OTDR dan Optical Power Meter	81
4.4 Perbandingan Rugi-Rugi Total Perhitungan Teori Nilai Maksimum dan Nilai Minimum.....	83
4.5 Perbandingan Rugi-Rugi Total Perhitungan Teori Nilai Minimum dan Pengukuran dengan OTDR.....	85
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1 Kesimpulan	89
5.2 Saran	90
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN.....	93

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Karakteristik Serat Optik.....	15
2.2 Petunjuk Pemilihan Komponen Hubungan Optik.....	27
2.3 Antarmuka Jasa Layanan	43
2.4 Kapasitas Layanan Sitem OAN	47
2.5 Karakteristik Komponen Optik Pasif.....	48
2.6 Persamaan Rugi-Rugi pada Komponen Optik Pasif.....	48
2.7 Rugi-Rugi Minimum dan Maksimum Komponen Optik Pasif.....	49
2.8 Batasan Kapasitas Perangkat Jarlokaf.....	53
3.1 Persamaan Rugi-Rugi pada Komponen Optik Pasif.....	60
3.2 Rugi-Rugi Minimum dan Maksimum Komponen Optik Pasif.....	60
4.1 Hasil Pengukuran OTDR Untuk ONU FRK dan FRL.....	63
4.2 Hasil Pengukuran OTDR untuk ONU FRM dan FRN.....	64
4.3 Hasil Pengukuran dengan <i>Optival Power Meter</i> ONU FRK.....	65
4.4 Hasil Pengukuran dengan <i>Optival Power Meter</i> ONU FRL	66
4.5 Hasil Pengukuran dengan <i>Optival Power Meter</i> ONU FRM	66
4.6 Hasil Pengukuran dengan <i>Optival Power Meter</i> ONU FRN.....	66
4.7 Spesifikasi Rugi-Rugi Tiap Kabel	68
4.8 Nilai Maksimum Rugi-Rugi Total Secara Perhitungan Dari STO JR-2 Sampai ONU FRK	69
4.9 Nilai Maksimum Rugi-Rugi Total Secara Perhitungan Dari STO JR-2 Sampai ONU FRL.....	71
4.10 Nilai Maksimum Rugi-Rugi Total Secara Perhitungan Dari STO JR-2 Sampai ONU FRM	72

4.11	Nilai Maksimum Rugi-Rugi Total Secara Perhitungan Dari STO JR-2 Sampai ONU FRN	74
4.12	Nilai Minimum Rugi-Rugi Total Secara Perhitungan Dari STO JR-2 Sampai ONU FRK	76
4.13	Nilai Minimum Rugi-Rugi Total Secara Perhitungan Dari STO JR-2 Sampai ONU FRL	77
4.14	Nilai Minimum Rugi-Rugi Total Secara Perhitungan Dari STO JR-2 Sampai ONU FRM	78
4.15	Nilai Maksimal Rugi-Rugi Total Secara Perhitungan Dari STO JR-2 Sampai ONU FRN	80
4.16	Perbandingan Rugi-Rugi Total OTDR dan <i>Optical Power Meter</i>	80
4.17	Perbandingan Rugi-Rugi Total Perhitungan Nilai Maksimum dan Nilai Minimum	83
4.18	Perbandingan Rugi-Rugi Total Perhitungan dengan Nilai Minimum dan Pengukuran dengan OTDR	85

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Konfigurasi Sistem Komunikasi Serat Optik.....	6
2.2 Struktur Serat Optik	8
2.3 Pembiasan Cahaya.....	12
2.4 Proses Masuknya Cahaya ke dalam Serat Optik.....	13
2.5 Ukuran Serat Optic.....	14
2.6 Karakteristik Serat Optik <i>Singlemode Step Index</i>	15
2.7 Karakteristik Serat Optik <i>Multimode Step Index</i>	16
2.8 Karakteristik Serat Optik <i>Multimode Graded Index</i>	17
2.9 Pemisahan Longitudinal.....	20
2.10 <i>Lateral Dispacement</i>	21
2.11 <i>Angular Misalignment</i>	21
2.12 Struktur Hubungan Fiber Optik <i>Point To Point</i> Simpleks.....	26
2.13 Hubungan Titik ke Titik dan Model Rugi-Rugi Daya	28
2.14 Sensitifitas Penerima sebagai Fungsi <i>Bit Rate</i> pada BER 10^{-9}	30
2.15 Grafik <i>Link Loss Budget</i>	30
2.16 Jaringan Akses	31
2.17 Bus Data Bintang (<i>star</i>) atau <i>radial</i>	33
2.18 Bus Data <i>in-line</i> atau <i>T-coupled</i>	34
2.19 Konfigurasi Umum DLC	35
2.20 Konfigurasi Umum PON	36
2.21 Jaringan Lokal Kabel Tembaga	38
2.22 Arsitektur Dasar OAN.....	40
2.23 Aplikasi FTTC	44
2.24 Aplikasi FTTH	45
2.25 Aplikasi FTTB	46

2.26	Gambaran Model Saluran Optik OAN.....	49
3.1	Pengukuran dengan OTDR.....	56
3.2	Tampilan OTDR.....	58
3.3	Pengukuran dengan <i>Optical Power Meter</i>	59
4.1	Perbandingan Rugi-Rugi Total pada ONU FRK.....	87
4.2	Perbandingan Rugi-Rugi Total pada ONU FRL.....	87
4.3	Perbandingan Rugi-Rugi Total pada ONU FRM.....	88
4.4	Perbandingan Rugi-Rugi Total pada ONU FRN.....	89



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A.1 Hasil Ukur OTDR STO JR-2 to FRK Core 9	93
A.2 Hasil Ukur OTDR STO JR-2 to FRK Core 10	94
A.3 Hasil Ukur OTDR STO JR-2 to FRL Core 3	95
A.4 Hasil Ukur OTDR STO JR-2 to FRL Core 4	96
A.5 Hasil Ukur OTDR STO JR-2 to FRL Core 5	97
A.6 Hasil Ukur OTDR STO JR-2 to FRL Core 6	98
A.7 Hasil Ukur OTDR STO JR-2 to FRM Core 3	99
A.8 Hasil Ukur OTDR STO JR-2 to FRM Core 4	100
A.9 Hasil Ukur OTDR STO JR-2 to FRM Core 5	101
A.10 Hasil Ukur OTDR STO JR-2 to FRM Core 6	102
A.11 Hasil Ukur OTDR STO JR-2 to FRN Core 9	103
A.12 Hasil Ukur OTDR STO JR-2 to FRN Core 10	104
A.13 Hasil Ukur OTDR STO JR-2 to FRN Core 11	105
A.14 Hasil Ukur OTDR STO JR-2 to FRN Core 12	106
B.1 OTDR	107
B.2 <i>Power Meter</i>	108
B.3 <i>Laser Source</i>	109
B.4 <i>Patchcore</i>	110
B.5 OTB di ONU	111
B.6 Kabinet ONU FRK	112
B.7 Kabinet ONU FRL	113
B.8 Kabinet ONU FRM	114
B.9 Kabinet ONU FRN	115
B.10 Perangkat COT	116