



**IMPLEMENTASI ETHERNET OVER SDH (*SYNCHRONOUS
DIGITAL HIERARCHY*) PADA JARINGAN BACKBONE
DI PT. INDOSAT JEMBER AREA**

SKRIPSI

**RININTA RINDANG ARIANI
NIM : 071910201080**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



**IMPLEMENTASI ETHERNET OVER SDH (*SYNCHRONOUS
DIGITAL HIERARCHY*) PADA JARINGAN BACKBONE
DI PT.INDOSAT JEMBER AREA**

SKRIPSI

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

**RININTA RNDANG ARIANI
NIM : 071910201080**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2011**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Tuhanku, ALLAH SWT;
Atas segala nikmat-Mu, yang tidak sedikitpun bisa aku ingkari
Subhanallah..Maha Suci Hanya Engkau Tuhanku ALLAH.
2. Muhammad-ku;
Penunjuk jalan terang dari gelapnya dunia silam
3. Ibuku,Ibuku,Ibuku dan Ayahku Tercinta;
Yang senantiasa mendoakan, memberikan cinta dan kasih sayang,
Tanpa pengorbanan kalian aku tidak akan seperti ini.
4. Kakak-ku (Mas Ebi);
I Love U, terimakasih untuk nasehat-nasehatmu mas.
5. Adek-ku (Si Gendudd Windi);
I Love U ndudd-ku
6. Pakde Drajat, Budhe Yayuk;
Orang tua ke-dua ku yang selalu menjaga aku selama kuliah
7. Saudara-Saudaraku;
8. My Best Lecture (Andi Harjono)
Yang banyak membantu dan mengajarkan aku selalau Bersyukur,
9. Bapak Bambang Supeno yang selalu membantu dan memberi semangat.
10. Teman-Temanku (Khususnya Tetro'07);
11. Seseorang yang akan menjadi Suamiku kelak;
12. Almamaterku.

MOTTO

“Maka, nikmat Allah yang mana yang kamu dustakan”

(Ar-Rahman:13)

“In the middle of difficulty lies opportunity”

(Albert Einstein)

“Senantiasalah ingat dan menyadari, bahwa apapun yang terjadi di dunia ini adalah bagian dari kehendak Allah yang tak satu pun manusia dapat menolaknya”

(Andi Harjono)

“Sebaik-baiknya orang yang bersabar adalah mereka yang mampu menyadari apa yang ada kemudian tiada dan apa yang datang kemudian pergi semua milik Allah dan semua terjadi atas kehendak-Nya .”

(Rininta Rindang Ariani)

“Di depanmu masih terbuka kesempatan, masih ada harapan yang cerah dan masa depan yang gemilang. Sesungguhnya kesempatan yang kamu alami pasti ada jalan keluarnya”

(Rininta Rindang Ariani)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : RININTA RINDANG ARIANI

NIM : 071910201080

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah dengan judul *“Implementasi Ethernet Over SDH (Synchronous Digital Hierarchy) Pada Jaringan Backbone Di PT. Indosat Jember Area ”* 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, 4 Oktober 2011

Yang menyatakan,

Rininta Rindang Ariani

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI ETHERNET OVER SDH (*SYNCHRONOUS
DIGITAL HIERARCHY*) PADA JARINGAN BACKBONE
DI PT. INDOSAT JEMBER AREA**

Oleh

Rininta Rindang Ariani

NIM. 071910201080

Pembimbing

Dosen Pembimbing I : H. Samsul Bachri M., S.T., MMT.

Dosen Pembimbing II : Catur Suko Sarwono, S.T.

Dosen Pembimbing Lapangan : Andi Harjono, S.T.

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : *“Implementasi Ethernet Over SDH (Synchronous Digital Hierarchy) Pada Jaringan Backbone Di PT. Indosat Jember Area“* telah diuji dan disahkan oleh Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 04 Oktober 2011

Tempat : Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Elektro,
Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Tim Penguji

Pembimbing Utama (Ketua penguji),

Pembimbing Pendamping (Sekretaris),

H. Samsul Bachri M., S.T., MMT.

Penguji I,

Catur Suko Sarwono, S.T.

Penguji II,

Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T.

Ir. Widyono Hadi, M.T.

Mengesahkan,
a.n. Dekan Fakultas Teknik,
Universitas Jember

Mahros Darsin, S.T., M.Sc.
NIP 19700322 199501 1 001

**IMPLEMENTASI ETHERNET OVER SDH (*SYNCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY*) PADA JARINGAN BACKBONE
DI PT. INDOSAT JEMBER AREA**

Rininta Rindang Ariani¹
Mahasiswa Jurusan Teknk Elektro¹.
Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Tingginya kebutuhan masyarakat akan informasi memerlukan teknologi yang mendukung penyediaan layanan akses data yang memadai. Teknologi jaringan yang mayoritas dipakai oleh operator-operator telekomunikasi termasuk PT. Indosat didalamnya saat ini dirasa kurang efisien dan memiliki beberapa kekurangan. Untuk itu perlu penerapan teknologi jaringan baru yaitu *Ethernet Over SDH* yang mampu menyediakan bandwidth dalam jumlah besar dengan cakupan wilayah luas serta biaya yang murah.

Teknologi inti dalam arsitektur *Ethernet over SDH* adalah skema enkapsulasi untuk mencocokkan kecepatan Ethernet dengan keefektifan SDH dan penggunaan bandwidth terkontrol. Saat ini, ada beberapa teknik enkapsulasi yang digunakan: *Virtual Concatenation (VC)*, *Link Capacity Adjustment Scheme (LCAS)*, *Generic Framing Procedure (GFP)* dan *teknik Link Access Procedure for SDH (LAPS)*.

Kata kunci:

Ethernet, SDH, EoS, bandwidth, Enkapsulasi, VC, LCAS, GFP, LAPS

IMPLEMENTATION OF ETHERNET OVER SDH (SYNCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY) THE BACKBONE NETWORK IN PT. INDOSAT JEMBER AREA

Rininta Rindang Ariani¹

Mahasiswa Jurusan Teknk Elektro¹.
Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRACT

The high demand for information society requires technologies that support the provision of adequate data access services. The majority of network technology used by telecom operators including PT. Indosat is currently in it is less efficient and has some shortcomings. For that we need the implementation of new network technology is Ethernet Over SDH is capable of providing large amounts of bandwidth with wide area coverage and low cost.

The core technology in architecture is Ethernet over SDH encapsulation scheme to match the speed of SDH and Ethernet with the effectiveness of control bandwidth usage. Currently, there are several encapsulation techniques are used: Virtual Concatenation (VC), Link Capacity Adjustment Scheme (LCAS), Generic Framing Procedure (GFP) and Link Access Procedure for SDH technique (LAPS).

Key words:

Ethernet, SDH, Eos, bandwidth, encapsulation, VC, LCAS, GFP, LAPS

RINGKASAN

Implementasi Ethernet Over SDH (Synchronous Digital Hierarchy) pada Jaringan Backbone di PT. Indosat Jember Area; Rininta Rindang Ariani, 071910201080; 2011:72 halaman; Jurusan Teknik Elektro Program Studi S1 Teknik Universitas Jember.

Kemajuan teknologi informasi yang berkembang semakin pesat dari masa ke masa memungkinkan setiap individu di berbagai Negara dapat saling berkomunikasi dan bertukar informasi secara langsung meskipun terpisah oleh jarak yang jauh. Untuk saling bertukar informasi diperlukan suatu jaringan yang menghubungkan media yang digunakan untuk berkomunikasi, yaitu jaringan komputer.

Teknologi jaringan yang sedang populer saat ini adalah teknologi jaringan Ethernet, sedangkan teknologi transport yang sedang populer saat ini adalah teknologi jaringan SDH. Kedua teknologi ini masing-masing memiliki keterbatasan yaitu tidak efisien dalam menyediakan bandwidth yang besar serta cakupan wilayah yang sempit. Teknologi jaringan SDH banyak dipakai pada jaringan backbone operator-operator telekomunikasi saat ini.

PT. Indosat Tbk. merupakan salah satu operator telekomunikasi yang menggunakan teknologi SDH pada jaringan backbonenya. Dengan teknologi SDH yang dipakai saat ini biaya operasional yang harus dikeluarkan tinggi, karena harga peralatan yang diperlukan mahal. Dengan kondisi ini PT.Indosat merasa perlu melakukan modernisasi terhadap jaringan backbone yang dimiliki, agar dapat bersaing dengan operator-operator lain untuk memberikan layanan terbaik terhadap pelanggan dengan biaya yang murah. Langkah yang diambil oleh PT.Indosat adalah dengan mengimplementasikan teknologi jaringan baru yaitu Ethernet Over SDH (EoS). EoS mulai diterapkan termasuk di PT.Indosat Jember Area..

Teknologi Ethernet over SDH menjadi jawaban dari keterbatasan yang dimiliki Teknologi Ethernet dan Teknologi SDH. EoS menawarkan berbagai keuntungan antara lain: fleksibel dalam memperbesar bandwidth dan mempunyai cakupan wilayah yang luas. Dengan implementasi Ethernet over SDH didapatkan efisiensi tributary rate yang tinggi yaitu dengan efisiensi minimum 85% dan maksimum 100%. EoS tidak membutuhkan converter (RIC-E1) sehingga biayanya menjadi lebih murah, dengan selisih biaya Rp.50.175.000 untuk Ethernet(10Mb), Rp.501.750.000 untuk Fast Ethernet(100Mb), dan Rp.5.017.500.000 untuk Gigabit Ethernet(1000Mb). Selain itu gangguan yang terjadi pada jaringan berkurang yang menjadikan *downtime* menurun dan availability jaringan meningkat.

PRAKATA

Alhamdulillah, atas ridlo Allah SWT. Penulis berhasil merampungkan skripsi yang berjudul “*Implementasi Ethernet Over SDH (Synchronous Digital Hierarchy) pada Jaringan Backbone di PT. Indosat Jember Area*” 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 meramu 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. Widiono Hadi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Dosen penguji II yang banyak memberi saran yang sangat berguna untuk menyempurnakan skripsi;
2. Bapak Sumardi, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro yang telah memberi kemudahan bagi penulis hingga skripsi ini dapat selesai tepat waktu;
3. Bapak Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 sekaligus Dosen Penguji I yang telah menguji dengan sabar dan bijak serta memberi banyak masukan kepada penulis agar skripsi ini menjadi lebih bermakna;
4. Bapak H. Samsul Bachri M., ST., MMT., selaku Dosen Pembimbing Utama, yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan kesabaran dalam memberikan bimbingan
5. Bapak Catur Suko Sarwono, S.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah memberikan bimbingan dengan sebaik-baiknya.

6. Bapak Andi Harjono, S.T. selaku dosen pembimbing lapangan, yang banyak mengajarkan arti ikhtiar, bersabar dan bersyukur. Terimakasih pak, ini bukan hanya kesuksesan saya tapi kita berdua (Dosen Gaul dan Murid bimbel mayak/:p)
7. Bapak Bambang Supeno, S.T. yang selalu memberikam dukungan serta doa,yang selalu membantu kapanpun saya butuh (Thanks Daddy...U'R d'Best)
8. Bapak H.R.B. Moch. Gozali, S.T., M.T selaku dosen pembimbing PKL
9. Bapak dan Ibu dosen, serta seluruh staf akademik (khususnya pak Jay) yang telah banyak membantu dan mendukung selama penulis menempuh kuliah di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.
10. Guru-guru di TK, SD, SMP dan SMA-ku
11. Rekan-rekan di PT.Indosat Jember yang banyak membantu selama penulis melakukan penelitian.
12. My lovely parents, Ibu dan Ayah yang selalu memberikan motivasi dengan keras dan selalu menuntut agar tugas akhir ini segera terselesaikan. Segala doa dan dukungan Ibu dan Ayah sangat berharga untuk saya.
13. Mas Ebi yang selalu cerewet dengan segala komentar dan kritiknya membuat saya ingin belajar lebih banyak lagi.
14. Adekku (windi), ayo dek yang rajin belajarnya biar pintar dan bisa jadi kebanggan orangtua kelak.
15. Pakde Drajat dan budhe Yayuk, terimakasih atas cinta dan kesabarannya selama menjaga Ninta. Selamat atas kehadiran dek Dera, smoga menjadi anugerah terindah.
16. Keluarga Mbah Ten (Pakde Hadi, Bude Anik, Bude Is) yang sejak kecil ikut mengurus saya, semoga kelak saya bisa membalas kebaikan semuanya.
17. Keluarga pakde Tjuk dan keluarga pakde Heri, terimakasih atas saran dan dorongannya selama ini.
18. Teman-temanku Tetro'07, terimakasih atas segala kisah yang pernah kita ukir bersama,sedih,senang semua itu akan jadi cerita tersendiri yang tidak akan pernah terlupakan selama hidupku. Kalian yang terbaik yang pernah ada.

19. Teman-teman Kosan tercinta (Ndul Renda, Mbak Nida, Mimin, Meme, Amey, Vika, Yunita, Ima, Nida, Diah), terimakasih untuk suasana kekeluargaan selama aku bersama kalian.
20. Special thanks for Si Endudd Linnia Arisulistia, terimakasih untuk semua ndudd yang pernah kamu kasih ke aku, semangat, nasehat, omelan-omelan khasmu, semua sangat berarti buatku. U'R d'Best friend Ever I Had.
21. Sahabatku Oppy, terimakasih untuk semua.
22. Teman-Teman Kontrakan Brantas yang banyak bantu (Yoga, Haqqi, Danu, Deiny, Reza dll)
23. Buat "Galauers" ada om Gin, Mammy peni, Bebepeh sandi, thaks buat celotehan-celotehan pedas kalian yang menguatkan aku.
24. Adik-adik angkatan, terimakasih dukungan dan doanya. Maaf untuk yang pernah jadi korban selama 3 tahun aku jadi anggota Div.Kedisiplinan di Acara IDM (*Intensive Day for MaBa*). Aku gak segalak yang kalian kira rek!!!!hehee...
25. Buat mas-masku, Anang Mourinho (pelatih UNEJ) yang suka manggil aku cino/sipit...makasih buat doanya dan mas Oka makasih banget bantuannya buat nduk.

Maka dengan segala kekurangana 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, Oktober 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
RINGKASAN ..	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	15
DAFTAR GAMBAR	15i
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	3
1.5 Sistematika Pembahasan	4

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jaringan Komputer	5
2.1.1 Klasifikasi Jaringan Komputer Berdasarkan Coverage	5

2.1.2 Topologi Jaringan.....	6
2.1.3 Protokol Jaringan Komputer	9
2.1.3.1 Komponen Protokol.....	10
2.1.3.2 Fungsi Protokol	10
2.1.3.3 Susunan Protokol.....	11
2.1.3.4 Standarisasi Protokol (ISO 7498)	11
2.1.3.5 TCP/IP Layer.....	12
2.1.4 Perangkat Jaringan	13
2.2 Ethernet	17
2.2.1 Pengertian Ethernet	17
2.2.2 Sejarah Ethernet	17
2.2.3 Cara Kerja Ethernet.....	17
2.2.4 Frame Ethernet	19
2.2.5 Topologi Jaringan Ethernet	20
2.2.6 Jenis-Jenis Ethernet	20
2.3 Jaringan Backbone	24
2.3.1 Sistem Transmisi SDH.....	25
2.3.2 Struktur Frame STM-1.....	27
2.3.3 Struktur Frame STM-N.....	29
2.3.4 Proses Multiplexing SDH	29
2.3.5 Elemen Jaringan SDH.....	32
2.3.6 Penerapan Teknologi SDH Pada Jaringan	34
2.3.7 Topologi Jaringan SDH	35
2.4 Ethernet over SDH (EoS).....	35
2.4.1 Virtual Concatenation (VC)	36
2.4.2 Link Capacity Adjustment Scheme (LCAS).....	37
2.4.3 Link Access Procedure for SDH (LAPS)	37
2.4.4 Generic Framing Prosedur (GFP)	37

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	40
3.2 Metode penelitian.....	40
3.3 Parameter-Parameter Penelitian	41
3.4 Tahapan Penelitian	41
3.5 Diagram Alir Penelitian	43
BAB 4 ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisa Konfigurasi Jaringan Backbone di PT. Indosat Jember Area	44
4.2 Analisa Kebutuhan Akan Layanan Data di Kalangan Masyarakat Saat Ini	46
4.2.1 Analisa Kebutuhan Layanan Data Berdasarkan Jumlah Pengguna Internet di Dunia.....	43
4.2.2 Analisa Kebutuhan Layanan Data di Indonesia Dengan Sample Customer PT. Indosat Jember Area.	44
4.3 Mengoptimalkan Kelebihan Ethernet dan SDH Untuk Memenuhi Kebutuhan Layanan Data.	48
4.4 Implementasi Ethernet over SDH pada jaringan Backbone di PT. IndosatJember Area	56
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	78
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	81

DAFTAR GAMBAR

2.1	Topologi Bus	7
2.2	Topologi Ring	7
2.3	Topologi Star	8
2.4	Topologi Mesh.....	9
2.5	OSI Layer.....	11
2.6	Layer TCP dan OSI	13
2.7	Hub	14
2.8	Switch	16
2.9	RIC-E1 atau RAD.....	16
2.10	Frame Ethernet.....	19
2.11	Jaringan dengan Media 10Base5	21
2.12	Struktur 10Base5	21
2.13	Jaringan dengan Media 10Base2	22
2.14	Struktur 10Base2	22
2.15	Jaringan dengan Media 10BaseT.....	22
2.16	Struktur 10BaseT.....	23
2.17	Struktur 10BaseF	24
2.18	Hierarki multipleks PDH dan SDH	26
2.19	Struktur frame STM-1	28
2.20	Proses Multipleksing SDH	30
2.21	Terminal multiplexer G.703	33
2.22	Add/drop multiplexer.....	33
2.23	Digital Cross Connect.....	34
2.24	Topologi jaringan SDH.....	35
2.25	Skema Pemetaan GFP	38
3.1	Diagram alur Penelitian	43
4.1	Konfigurasi Jaringan Backbone PT.Indosat Jember Area.....	44

4.2	Perbandingan Efisiensi Tributary Rates	
	Teknologi Dengan VC dan Tanpa VC.....	55
4.3	Jaringan Ethernet Over SDH	57
4.4	Availability Jaringan Backbone Tahun 2010	65
4.5	Persentase penyebab gangguan Backbone Tahun 2010	66
4.6	Persentase Availability Jaringan Backbone Tahun 2011.....	74
4.7	Perbandingan Availability Jaringan Tahun 2010 dan 2011.....	74
4.8	Persentase penyebab gangguan Backbone 2011.....	76
4.9	Perbandingan Jumlah Penyebab Gangguan Jaringan Tahun 2010 dan 2011 ...	77

DAFTAR TABEL

2.1	Jenis kabel UTP dan aplikasinya	23
3.1	Jadwal kegiatan penelitian	40
4.1	Data Traffic PT. Indosat Jember Area Tahun 2008-2011	47
4.2	Jenis Ethernet	49
4.3	Data Converter RIC-E1	49
4.4	Hasil perhitungan selisih biaya SDH dengan EoS	49
4.5	Standar Frame dan Kecepatan SDH	51
4.6	SDH Payload Size.....	52
4.7	Contiguous Concatenation.....	53
4.8	Tabel Hasil Perhitungan Efisiensi Tributary Rates	55
4.9	Rekap Gangguan Backbone EJBN 2010 (Sebelum insert EoS)	58
4.10	Hasil Perhitungan Availability Jaringan Backbone Tahun 2010.....	65
4.11	Prosentase Penyebab Gangguan Backbone EJBN 2010.....	66
4.12	Perhitungan Rata-rata Jumlah Gangguan Backbone 2010	67

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1 : Jaringan Backbone EJBNRO (East Java-Bali Nusa Tenggara Regional Office) PT.Indosat
- LAMPIRAN 2 : Proteksi FO Pada Jaringan Backbone PT.Indosat Jember Area
- LAMPIRAN 3 : Rekapitulasi jumlah gangguan EJBN PT. Indosat Tahun 2010 (by Project)
- LAMPIRAN 4 : Rekapitulasi jumlah gangguan EJBN PT. Indosat Tahun 2011 (by Project)
- LAMPIRAN 5 : Rekapitulasi gangguan EJBN PT. Indosat Tahun 2010
- LAMPIRAN 6 : Rekapitulasi gangguan EJBN PT. Indosat Tahun 2011
- LAMPIRAN 7 : Tabel tingkat availability jaringan
- LAMPIRAN 8 : Foto-foto hasil penelitian