



**STUDI KELAYAKAN IMPLEMENTASI *GENERALIZE MULTI
PROTOCOL LABEL SWITCHING* SEBAGAI SISTEM PROTEKSI
JARINGAN *DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING*
DI PT. INDOSAT JEMBER**

SKRIPSI

Oleh

**Intan Wulandari Sayekti
NIM 091910201055**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2013**



**STUDI KELAYAKAN IMPLEMENTASI *GENERALIZE MULTI
PROTOCOL LABEL SWITCHING* SEBAGAI SISTEM PROTEKSI
JARINGAN *DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING*
DI PT. INDOSAT JEMBER**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Intan Wulandari Sayekti
NIM 091910201055**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2013**

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Studi Kelayakan Implementasi *Generalize Multi Protocol Label Switching* Sebagai Sistem Proteksi Jaringan *Dense Wavelength Division Multiplexing* di PT. Indosat Jember” telah diuji dan disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama (Ketua Penguji)

Pembimbing Anggota (Sekretaris)

Catur Suko Sarwono, S.T.
NIP 19680119 199702 1 001

Ir. Bambang Sujanarko, M.M.
NIP 19631201 199402 1 002

Mengetahui,

Penguji I

Penguji II

Bambang Supeno, S.T., M.T.
NIP 19690630 199501 2 1001

Ike Fibriani, S.T., M.T.
NRP 760011391

Mengesahkan
Dekan
Fakultas Teknik

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

DAFTAR PUSTAKA

- Adnani, Ade. (2011). *Teknologi Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)*. [Online]. Available: <http://adeadnani.wordpress.com/2011/04/01/teknologi-dwdmdense-wavelength-division-multiplexing/>
- Allen D. May 2001. How Will Multiprotocol Lambda Switching Change Optical Networks? *Network Magazine*, pp 70-74.
- Fitria, Fitria. 2010. *Studi Analisis SNCP terhadap Performansi Jaringan Transmisi Fiber Optik PT. Indosat Jember*. Jember: Universitas Jember.
- Jaume Comellas, et.al. March/April 2003. *Integrated IP/WDM Routing in GMPLS-Based Optical Networks*. IEEE Network.
- Fernando Agraz, et.al. November 2010. *Deployment and Validation of GMPLS Controlled Multi-layer Integrated Routing over the ASON/GMPLS CARISMA Test-bed*. JOURNAL OF NETWORKS, VOL. 5, NO. 11.
- ITU-T Recommendation G872. 2000. Architecture of optical transport networks.
- Larkin, Nik. 2002. *Ason And GMPLS-The Battle Of The Optical Control Plane*. Metaswitch Network: England
- Lang J.L., Rekhter.Y., Papadimitriou D. 2006. *RSVP TE Extension in Support of end-to end Generalized Multi Protocol Label Switching (GMPLS) Recovery*
- Lestari, Vicky S. 2010. *Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)*. Politeknik Negeri Bandung.
- Ludfy, A. (2006). *Overview GMPLS*. [Online]. Available: <http://www.ristinet.com>, PT Telkom RDC.
- Makhdor R. (2008, Desember). *GMPLS Dalam Konvergensi Telekomunikasi Internet*. [Online]. Available: <http://makhdor.blogspot.com/2008/12/road-to-gmpls.html>
- Mayhoneys (2008, Agustus). *Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)*. [Online]. Available: <http://digilib.ittelkom.ac.id/>

Mubarakah, Naemah. 2007. *Topologi Jaringan Transport Optik*. Universitas Sumatera Utara.

Sabachtani, Eli L. 2010. *Analisa Sistem Proteksi DWDM Jakarta-Pekanbaru Menggunakan Serat Optik*. Depok: Universitas Indonesia.

Wastuwibowo, K. 2003. *Jaringan MPLS*. Diunduh di <http://www.batan.go.id/ppin/admin/userfiles/upload/mpls-overview.pdf> tanggal 23 Oktober 2012.

**STUDI KELAYAKAN IMPLEMENTASI *GENERALIZE MULTI PROTOCOL LABEL SWITCHING* SEBAGAI SISTEM PROTEKSI JARINGAN *DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING*
DI PT. INDOSAT JEMBER**

Intan Wulandari Sayekti

Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro.

Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Jaringan *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM) adalah salah satu jaringan *transport* yang memiliki kapasitas *bandwidth* mencapai 40 Gb. Dengan kapasitas *bandwidth* yang besar, dibutuhkan sistem proteksi yang dapat melakukan *back-up* atau kontrol untuk mengalihkan jalur jaringan jika sebuah jalur mengalami kerusakan. Sejak 3 tahun yang lalu PT. Indosat Jember menggunakan sistem proteksi *Sub Network Connection Protection* (SNCP). Tetapi untuk tahun-tahun kedepan penggunaan sistem proteksi SNCP tidak lagi efektif. Badan standar *Internet Engineering Task Force* (IETF) mengembangkan teknologi *Generalize Multi Protocol Label Switching* (GMPLS) sebagai teknologi masa depan yang memiliki banyak kelebihan khususnya pada sistem *switching* yang dapat digunakan sebagai sistem proteksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan GMPLS jika diterapkan pada jaringan transmisi PT. Indosat Jember. Berdasarkan kemampuan *multiple connection*, skalabilitas, interoperabilitas, dan *switching delay* GMPLS dinyatakan layak sebagai sistem proteksi jaringan PT. Indosat Jember.

Kata kunci : DWDM, SNCP, GMPLS

***STUDY FEASIBILITY IMPLEMENTATION OF GENERALIZE MULTI
PROTOCOL LABEL SWITCHING AS A PROTECTION SYSTEM DENSE
WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING NETWORK
IN PT. INDOSAT JEMBER***

Intan Wulandari Sayekti

*College Student of Department of Electrical Engineering,
Engineering Faculty, Jember University*

ABSTRACT

Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) network is one of the transport network which has bandwidth capacity up to 40 Gb. With large bandwidth capacity, it needs protection system that can back-up or control to transfer the network path if a path were damaged. Since 3 years ago PT. Indosat Jember has been using Sub Network Connection Protection (SNCP) protection system. But for the following years, the usage of SNCP protection system is no longer effective. Internet Engineering Task Force (IETF) develops Generalize Multi Protocol Label Switching (GMPLS) technology as a future technology that has many advantages especially the switching system that can be used as a protection system. This study aims to analyze the feasibility of GMPLS if applied to the PT. Indosat Jember's transmission network . Based on multiple connection capability, scalability, interoperability, and switching delay, GMPLS is feasible as PT. Indosat Jember's network protection systems.

Keywords: DWDM, SNCP, GMPLS

RINGKASAN

Studi Kelayakan Implementasi *Generalize Multi Protocol Label Switching* Sebagai Sistem Proteksi Jaringan *Dense Wavelength Division Multiplexing* di PT. Indosat Jember; Intan Wulandari Sayekti; 091910201055; 2013; 45 halaman; Program Studi Strata Satu (S1); Jurusan Teknik Elektro; Fakultas Teknik; Universitas Jember.

Proses pengiriman informasi pada jaringan optik dengan kapasitas jaringan yang besar diharapkan dapat menunjang penyediaan layanan komunikasi data yang lebih baik dan optimal. Saat ini di daerah cakupan PT. Indosat Jember sedang dikembangkan teknologi *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM). DWDM ini memiliki kapasitas *bandwidth* yang melebihi SDH yaitu mencapai 40 Gbps. Dengan kapasitas *bandwidth* yang besar dibutuhkan sistem proteksi untuk menjaga kualitas layanan komunikasi PT. Indosat Jember. Sejak tahun 2010 PT. Indosat Jember menggunakan *Sub Network Connection Protection* (SNCP) sebagai sistem proteksinya. Ketika jaringan semakin kompleks dan kapasitas *bandwidth* yang dikirim semakin besar, SNCP tidak lagi efektif digunakan untuk tahun-tahun kedepan. Oleh karena itu diperlukan sistem proteksi baru yang lebih baik daripada SNCP, dalam hal ini *Generalize Multi Protocol Label Switching* (GMPLS) menawarkan berbagai keunggulan dalam hal proteksi. Tujuan penelitian untuk menganalisis kelayakan implementasi GMPLS terhadap peningkatan performansi jaringan telekomunikasi PT. Indosat Jember. Hasil dari penelitian diharapkan dapat memberikan masukan bagi PT. Indosat Jember dalam hal sistem proteksi mengingat besarnya kebutuhan akan jaminan kualitas layanan yang baik terhadap pelanggan.

Penelitian ini dimulai dari pengumpulan berbagai data untuk mengetahui topologi jaringan *backbone* PT. Indosat Jember. Tahapan selanjutnya yaitu analisa data untuk memastikan kondisi sistem proteksi jaringan di PT. Indosat Jember.

Kemudian menganalisis teknologi jaringan GMPLS dan implementasi data. Kemudian dibandingkan dengan sistem SNCP dengan parameter *scalability*, *interoperability*, *multiple protection*, *switching delay*, dan efisiensi *bandwidth*. Dengan demikian dapat diketahui kelayakan implementasi GMPLS sebagai sistem proteksi jaringan untuk menggantikan sistem SNCP.

Hasilnya adalah performansi sistem proteksi SNCP di PT. Indosat Jember masih memiliki beberapa kekurangan. SNCP membutuhkan waktu yang lebih lama untuk membuat *proteksi* baru. Saat ini topologi jaringan PT. Indosat Jember mulai berkembang (dari *single route* ke topologi ring lalu *mesh*) SNCP tidak memiliki kemampuan pemetaan rute proteksi ke beberapa arah. SNCP yang digunakan di PT. Indosat Jember masih memakai jalur radio SDH paket B dengan kapasitas 1 x STM-1. Jika kapasitas *bandwidth* yang harus diproteksi lebih besar dari kapasitas *bandwidth* sistem proteksi maka kelebihan aliran trafik akan diabaikan.

Performansi GMPLS ditunjukkan dalam beberapa hal, diantaranya adalah *high scalability*, GMPLS juga mampu melakukan *multiple protection* dan *interoperability*. GMPLS juga mampu diimplementasikan pada teknologi DWDM. Sehingga dalam hal kapasitas *bandwidth* sistem proteksi GMPLS mampu memindahkan kapasitas trafik mencapai $n \times \text{STM-64}$. Waktu *switching delay* GMPLS sebesar 6,052 ms menunjukkan bahwa GMPLS mampu memindahkan trafik secara cepat.

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | ii |
| HALAMAN MOTO | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN PEMBIMBINGAN | v |
| HALAMAN PENGESAHAN | vi |
| ABSTRAK | vii |
| RINGKASAN | ix |
| PRAKATA | xi |
| DAFTAR ISI | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR TABEL | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvii |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan | 3 |
| 1.5 Manfaat | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Teknologi Transmisi <i>Dense Wavelength Division Multiplexing</i> | 5 |
| 2.2 Transmisi Digital Berdasarkan <i>Dense Wavelength Division Multiplexing</i> | 7 |

| | | |
|---------------|--|----|
| 2.3 | Arsitektur Jaringan Transmisi <i>Dense Wavelength Division Multiplexing</i> | |
| | <i>Multiplexing</i> | 8 |
| 2.3.1 | Topologi Ring | 8 |
| 2.3.2 | Topologi Mesh | 9 |
| 2.4 | Sistem <i>Switching Dense Wavelength Division Multiplexing</i> | 10 |
| 2.4.1 | <i>Generalize Multi Protocol Label Switching (GMPLS)</i> | 11 |
| 2.4.2 | <i>GMPLS Framework</i> | 12 |
| 2.4.3 | <i>Mode Switching GMPLS</i> | 13 |
| 2.4.4 | <i>Control Plane</i> Pada GMPLS | 13 |
| BAB 3. | METODOLOGI PENELITIAN | 15 |
| 3.1 | Studi Pustaka | 15 |
| 3.2 | Studi Lapangan | 15 |
| 3.3 | Tempat dan Waktu Penelitian | 16 |
| 3.4 | Tahapan Penelitian | 16 |
| 3.5 | Tahap Perhitungan | 17 |
| 3.6 | Tahap Analisis | 19 |
| 3.7 | Prosedur Penelitian | 20 |
| BAB 4. | HASIL DAN PEMBAHASAN | 21 |
| 4.1 | Topologi Jaringan Fiber Optik Jalur <i>Backbone</i> | |
| | PT. Indosat Jember | 21 |
| 4.2 | Performansi Jaringan Fiber Optik PT. Indosat Jember | |
| | Menggunakan Sistem Proteksi SNCP | 22 |
| 4.3 | Optimasi Jaringan PT. Indosat Jember | 25 |
| 4.4 | Performansi Jaringan Fiber Optik PT. Indosat Jember Setelah | |
| | Implementasi GMPLS | 26 |
| 4.4.1 | <i>High Scalability</i> | 27 |
| 4.4.2 | Kemampuan <i>Interoperability</i> | 27 |
| 4.4.3 | Kemampuan <i>Multiple Protection</i> | 28 |
| 4.4.4 | Efisiensi <i>Bandwidth</i> | 30 |

| | |
|---|----|
| 4.4.5 <i>Switching Delay</i> | 30 |
| 4.5 Perbandingan <i>Availability</i> Jaringan PT. Indosat Jember | 37 |
| BAB 5. PENUTUP | 44 |
| 5.1 Kesimpulan | 44 |
| 5.2 Saran | 45 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Konfigurasi Sistem DWDM | 6 |
| 2.2 Prinsip Kerja DWDM | 8 |
| 3.1 Diagram Alir Penyusunan Skripsi | 20 |
| 4.1 Konfigurasi Jaringan <i>Backbone</i> PT. Indosat Jember | 21 |
| 4.2 Konfigurasi Jaringan Menggunakan Sistem Proteksi SNCP | 23 |
| 4.3 Kompleksitas <i>Network Management</i> DWDM dan GMPLS | 27 |
| 4.4 Demonstrasi Interoperabilitas OIF | 28 |
| 4.5 Topologi Sederhana Jalur POLIJANGER | 29 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian..... | 16 |
| 4.1 Rute Fiber Optik POLIJANGER dan Skema Proteksi PT. Indosat Jember | 24 |
| 4.2 Rute dan Skema Proteksi Fiber Optik PT. Indosat Jember | 29 |
| 4.3 <i>Historical Fiber Cut</i> Jaringan Fiber Optik Januari – Mei Tahun 2012 ... | 38 |
| 4.4 <i>Historical Fiber Cut</i> Jaringan Fiber Optik Juni – Agustus Tahun 2012... | 39 |
| 4.5 <i>Historical Fiber Cut</i> Jaringan Fiber Optik September – Oktober Tahun 2012 | 40 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| A. Topologi Jaringan Transmisi SDH Fiber Optik PT. Indosat Jember | 46 |
| B. Jarak Antar Site POLJANGER PT. Indosat Jember..... | 47 |
| C. Skema Proteksi GMPLS..... | 48 |
| D. Jarak Rute dan Skema Proteksi Fiber Optik PT. Indosat Jember | 53 |
| E. Gambar Perangkat Transmisi PT. Indosat Jember..... | 58 |
| F. Gambar di Lapangan | 60 |