

**ANALISA PENAMBAHAN KAPASITAS  
SISTEM KOMUNIKASI KABEL LAUT LINK  
JAKARTA – SURABAYA DENGAN TEKNOLOGI  
*DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING*  
(DWDM)**

**TUGAS AKHIR**



**Disusun oleh :  
KARNA SUANDA  
0752510388**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BUDI LUHUR  
JAKARTA  
2014**

**ANALISA PENAMBAHAN KAPASITAS  
SISTEM KOMUNIKASI KABEL LAUT LINK  
JAKARTA – SURABAYA DENGAN TEKNOLOGI  
DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING  
(DWDM)**

**TUGAS AKHIR**

**Tugas akhir ini diajukan sebagai syarat untuk  
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**Disusun oleh :  
KARNA SUANDA  
0752510388**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BUDI LUHUR  
JAKARTA  
2014**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Nama : Karna Suanda  
NIM : 0752510388  
Judul : ANALISA PENAMBAHAN KAPASITAS SISTEM KOMUNIKASI KABEL LAUT LINK  
JAKARTA – SURABAYA DENGAN TEKNOLOGI *DENSE WAVELENGTH DIVISION  
MULTIPLEXING* (DWDM)

Disetujui dan telah dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir.

Jakarta, 16 Juli 2014

Penguji 1

(DR. Ir. Nazori AZ, MT.)

Penguji 2

(Rummi Sirait, ST, MT.)

## LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Karna Suanda  
NIM : 0752510388  
Judul : ANALISA PENAMBAHAN KAPASITAS SISTEM KOMUNIKASI KABEL LAUT LINTAS  
JAKARTA – SURABAYA DENGAN TEKNOLOGI *DENSE WAVELENGTH DIVISION  
MULTIPLEXING (DWDM)*

Jakarta, 22 Juli 2014

Dosen Pembimbing



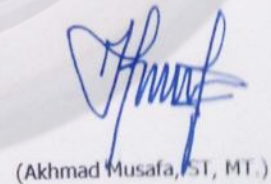
(Albert Gifson Hutajulu, ST, MT.)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Budi Luhur

  
(Sulono, ST, MT.)

Ketua Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik - Universitas Budi Luhur

  
(Akhmad Musafa, ST, MT.)

## ABSTRAK

Merupakan suatu hal yang penting dalam teknologi penyampaian informasi yaitu ketika kebutuhan trafik yang semakin meningkat maka kapasitas saluran transmisi pun harus ditingkatkan. Pada sistem komunikasi serat optik, dengan memanfaatkan teknologi DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) yang mampu menyalurkan berbagai jenis trafik (voice, data dan video) secara transparan dengan menggunakan panjang gelombang yang berbeda satu sama lain, hanya dalam satu fiber tunggal secara simultan.

Pada tugas akhir ini, perancangan penambahan kapasitas SKKL (Sistem Komunikasi Kabel Laut) point to point yang menghubungkan Jakarta (Ancol) – Surabaya (Banyu Urip) ini bertujuan untuk menambah kapasitas kanal yang sebelumnya 5 Gbps (Gigabit per second) atau sebesar 2 x STM-16 (Synchronous Transport Mode-16) menjadi 60 Gbps (6 x STM-64) + 5 Gbps. Analisa performansi trafik ini, dibahas mengenai BER (Bit Error Ratio), QFactor, dan OSNR (Optical Signal to Noise Ratio). Yang merupakan ukuran parameter kuantitatif performansi sistem komunikasi serat optik.

Keywords : DWDM, SKKL, Serat Optik, OSNR, BER, QFactor



## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat-Nya sehingga tugas akhir ini yang berjudul : "Analisa Penambahan Kapasitas Sistem Komunikasi Kabel Laut dengan Teknologi Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)" dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan kelulusan dalam jenjang pendidikan di Universitas Budi Luhur Fakultas Elektro Jurusan Telekomunikasi.

Pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Orang tua tercinta, terima kasih atas doa, motivasi, semangat dan nasehatnya.
2. Bapak Sujono, ST, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur.
3. Akhmad Musafa, ST, MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Budi Luhur.
4. Bapak Albert Gifson Hutajulu, ST, MT. selaku Pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa memberikan arahan, bimbingan, pelajaran dan waktunya.
5. Bapak dan Ibu Dosen Universitas Budi Luhur yang telah memberikan bekal ilmu dan pengetahuan.
6. Bapak Akhmad Badaruddin selaku Koordinator dan Bapak Bayu Santoso selaku engineer di PT. Indosat Ancol yang telah memberikan saya kesempatan untuk melakukan riset.
7. Teman-teman seperjuangan tugas akhir Fakultas Teknik kelas karyawan Rizal, Jorda, Mas Priyo, Imam, Heru, Bagus, Bang Syahrudin, dan Khoeron yang saling mengingatkan dan memberikan semangat untuk selalu berjuang bersama, terima kasih.
8. Terima kasih kepada Duwi Titi Riyanti yang senantiasa memberikan support dan doa dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Dan semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu masih dapat dilakukan pengembangan dan penyempurnaan dari apa yang telah penulis buat. Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi siapapun juga di masa yang akan datang.

Jakarta, Juli 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                                        |      |
|------------------------------------------------------------------------|------|
| LEMBAR PERSETUJUAN..                                                   | i    |
| LEMBAR PENGESAHAN.....                                                 | ii   |
| ABSTRAKSI .....                                                        | iii  |
| KATA PENGANTAR.....                                                    | iv   |
| DAFTAR ISI .....                                                       | v    |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                    | vii  |
| DAFTAR TABEL .....                                                     | viii |
| DAFTAR ISTILAH .....                                                   | ix   |
| DAFTAR SINGKATAN .....                                                 | xi   |
| <br>BAB I PENDAHULUAN                                                  |      |
| 1.1 Latar Belakang.....                                                | 1    |
| 1.2 Perumusan Masalah.....                                             | 1    |
| 1.3 Maksud Dan Tujuan Penulisan.....                                   | 1    |
| 1.4 Batasan Masalah.....                                               | 2    |
| 1.5 Metode Penulisan.....                                              | 2    |
| 1.6 Sistematika Penulisan.....                                         | 2    |
| <br>BAB II TEKNOLOGI DWDM PADA SKKL                                    |      |
| 2.1 Dense Wavelength Division Multiplexing .....                       | 3    |
| 2.1.1 Solusi untuk Kebutuhan Throughput Masa Kini.....                 | 3    |
| 2.1.2 Teknologi Wavelength Division Multiplexing (WDM).....            | 3    |
| 2.1.3 Pengertian DWDM .....                                            | 4    |
| 2.1.4 Komponen Dasar DWDM .....                                        | 5    |
| 2.1.4.1 Transponder.....                                               | 5    |
| 2.1.4.2 Terminal Multiplexer .....                                     | 6    |
| 2.1.4.3 Terminal Demultiplexer .....                                   | 7    |
| 2.1.4.4 Optical Add/Drop Multiplexer .....                             | 7    |
| 2.1.4.5 Optical Supervisory Channel (OSC) .....                        | 8    |
| 2.2 Synchronous Hirarki Digital (SDH).....                             | 8    |
| 2.3 Sistem Komunikasi Kabel Laut .....                                 | 10   |
| 2.3.1 Kabel laut dengan Repeater .....                                 | 10   |
| 2.3.2 Komponen-Komponen Pada Kabel Laut .....                          | 11   |
| 2.3.2.1 Wet Plant .....                                                | 11   |
| 2.3.2.2 Dry Plant.....                                                 | 15   |
| 2.4 Parameter Performansi Transmisi Serat Optik .....                  | 17   |
| 2.4.1 Power Link Budget .....                                          | 17   |
| 2.4.2 Perhitungan Jumlah Splice .....                                  | 17   |
| 2.4.3 Perhitungan Rise Time Budget .....                               | 17   |
| 2.4.4 Optical Signal-to-Noise Ratio (OSNR).....                        | 18   |
| 2.4.5 Bit-Error Rate (BER) dan Factor Q .....                          | 18   |
| <br>BAB III PERANCANGAN DAN PENGETESAN SISTEM                          |      |
| 3.1 Analisa trafik yang dibutuhkan .....                               | 20   |
| 3.1.1 Kebutuhan bandwidth pada tahun 2009 hingga kuartal II 2009 ..... | 21   |

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2 Perancangan Struktur Jaringan .....                               | 21 |
| 3.2.1 Arsitektur Sistem.....                                          | 21 |
| 3.2.2 Serat Optik yang Digunakan .....                                | 22 |
| 3.2.3 Wet Plant Supervisi .....                                       | 22 |
| 3.2.4 Perancangan Konfigurasi Perangkat Terminal SDH STM-64.....      | 23 |
| 3.2.5 Perancangan Konfigurasi Perangkat SLTE .....                    | 23 |
| 3.2.5.1 Topologi Repeater SKKL JS.....                                | 24 |
| 3.2.5.2 Analisa Link Power Budget .....                               | 25 |
| 3.2.5.2 Instalasi Submarine Management System (SMS) NR 8 .....        | 25 |
| 3.3 Perancangan Sistem Telekomunikasi .....                           | 26 |
| 3.3.1 Pre in Station Test .....                                       | 26 |
| 3.3.1.1 TRBD (Transponder) Setting .....                              | 26 |
| 3.3.1.2 LOFAs .....                                                   | 27 |
| 3.3.2 In Station Test .....                                           | 29 |
| 3.3.2.1 TRBD (Transponder) .....                                      | 29 |
| 3.3.2.2 ALCT 101x "Dummy" Wavelength Channel .....                    | 29 |
| 3.3.2.3 Common Tx and Rx .....                                        | 29 |
| 3.3.2.4 1620 LM Transoceanic SLTE dengan NZDSF Fibre System....       | 30 |
| 3.3.2.5 Optical Power and Pre-Emphasis measurement .....              | 31 |
| 3.3.2.6 Tributaries/ALCT Power and Pre-Emphasis measurement ....      | 32 |
| 3.3.2.7 Power Common Amplifier Measurement.....                       | 33 |
| 3.3.2.8 Tributary input sensitivity : SDH/10GbE User interfaces ..... | 35 |
| 3.3.2.9 10GbE/SDH Analyzer error free, alarm free. ....               | 36 |
| 3.3.2.10 Line Sensitivity dan AIS.....                                | 36 |
| 3.3.2.11 Tributary SDH/10GbE Dual Functionality Verification .....    | 39 |
| 3.4 Pre Commissioning Test (Stability Test / Confidence Trial) .....  | 40 |
| 3.5 Integrasi antara 1676 UF dengan 1620 LM.....                      | 40 |
| 3.5.1 Pre-measurements sebelum integrasi .....                        | 41 |
| 3.5.2 Measurements setelah integrasi .....                            | 42 |
| 3.6 Segment Commissioning .....                                       | 42 |
| 3.6.1 SLTE Tributary Independence.....                                | 42 |
| 3.6.2 AIS insertion.....                                              | 43 |
| <br>BAB IV ANALISA PERFORMANSI TRANSMISI .....                        |    |
| 4.1 Alasan Pemilihan DWDM Alcatel 1620 LM .....                       | 44 |
| 4.2 Analisa Performansi Transmisi DWDM Alcatel 1620 LM .....          | 44 |
| 4.3 Hubungan Bit-Error Rate (BER) dan Factor Q .....                  | 44 |
| 4.4 Faktor Q .....                                                    | 47 |
| 4.4.1 Pengukuran Q Factor Penambahan Kapasitas Sistem.....            | 47 |
| 4.5 Hasil Pengukuran Pada OSA .....                                   | 50 |
| 4.5.1 Perbandingan Spektrum Sinyal Receive (Rx) .....                 | 50 |
| 4.5.2 Perbandingan Spektrum Sinyal Transmit (Tx) .....                | 51 |
| <br>BAB V PENUTUP .....                                               |    |
| 5.1 Kesimpulan.....                                                   | 52 |
| 5.2 Saran .....                                                       | 52 |
| <br>DAFTAR PUSTAKA .....                                              |    |
| LAMPIRAN .....                                                        |    |



## DAFTAR GAMBAR

|             |                                                                              |    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1  | Kurva redaman fiber terhadap panjang gelombang operasi .....                 | 4  |
| Gambar 2.2  | Skematik fungsional DWDM .....                                               | 5  |
| Gambar 2.3  | Ilustrasi transponder .....                                                  | 6  |
| Gambar 2.4  | Ilustrasi line terminal dan konfigurasi line terminal pada 1626LM .....      | 6  |
| Gambar 2.5  | Terminal Demultiplexer .....                                                 | 7  |
| Gambar 2.6  | Ilustrasi OADM .....                                                         | 7  |
| Gambar 2.7  | Struktur STM-1/AU-4/VC-4/TU-3/TUG-2/TUG-12 .....                             | 9  |
| Gambar 2.8  | Hierarki SDH (Synchronous digital Hierarchy) .....                           | 9  |
| Gambar 2.9  | Sistem kabel laut dengan repeater .....                                      | 11 |
| Gambar 2.10 | Jenis-jenis kabel laut .....                                                 | 12 |
| Gambar 2.11 | Branching unit .....                                                         | 13 |
| Gambar 2.12 | Proses penguatan sinyal .....                                                | 14 |
| Gambar 2.13 | Prinsip kerja repeater .....                                                 | 14 |
| Gambar 2.14 | Repeater kable laut .....                                                    | 15 |
| Gambar 2.15 | Konfigurasi pencatutan perangkat bawah laut point to point .....             | 15 |
| Gambar 2.16 | Cable Terminating Box (CTB) .....                                            | 16 |
| Gambar 3.1  | Route Backbone SMW3 .....                                                    | 20 |
| Gambar 3.2  | Grafik besarnya kebutuhan Bandwidth terhadap waktu .....                     | 21 |
| Gambar 3.3  | Peta Sistem Komunikasi Kabel Laut Jakarta-Surabaya .....                     | 21 |
| Gambar 3.4  | Karakteristik NZDSF berdasarkan standar ITU .....                            | 22 |
| Gambar 3.5  | Wavelength Assignment .....                                                  | 22 |
| Gambar 3.6  | Rencana konfigurasi interkoneksi JS-Upgrade .....                            | 23 |
| Gambar 3.7  | Konfigurasi perangkat SDH STM-64 dengan SLTE DWDM .....                      | 24 |
| Gambar 3.8  | Topologi repeater dengan nilai sesuai pembacaan SMS .....                    | 24 |
| Gambar 3.9  | Konfigurasi jaringan SMS Jakarta - Surabaya .....                            | 26 |
| Gambar 3.10 | Konfigurasi LOFA pada Ancol dan Banyu Urip .....                             | 28 |
| Gambar 3.11 | Transponder TRBD1xy2 dengan VOA access (Pre and Post Comp) .....             | 29 |
| Gambar 3.12 | ALCT101x .....                                                               | 29 |
| Gambar 3.13 | 1620LM transoceanic SLTE dengan NZDSF fiber .....                            | 31 |
| Gambar 3.14 | Pengukuran Tributary/ALCT power dan pre-emphasis .....                       | 32 |
| Gambar 3.15 | Konfigurasi pengukuran power common amplifier .....                          | 34 |
| Gambar 3.16 | Pengukuran sensitivity input tributary .....                                 | 35 |
| Gambar 3.17 | Konfigurasi pengukuran Line Sensitivity dan AIS .....                        | 37 |
| Gambar 3.18 | Konfigurasi pengetesan dual function .....                                   | 40 |
| Gambar 3.19 | Konfigurasi sebelum upgrade .....                                            | 42 |
| Gambar 3.20 | Konfigurasi setelah upgrade .....                                            | 42 |
| Gambar 3.21 | SLTE Tributary Independence .....                                            | 44 |
| Gambar 4.1  | BER terhadap factor Q .....                                                  | 45 |
| Gambar 4.2  | Pengetesan performansi transmisi .....                                       | 48 |
| Gambar 4.3  | Perbandingan Spektrum sinyal receive (Rx) sebelum dan sesudah upgrade .....  | 51 |
| Gambar 4.4  | Perbandingan Spektrum sinyal transmit (Tx) sebelum dan sesudah upgrade ..... | 52 |

## DAFTAR TABEL

|            |                                                                       |    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1  | Keterangan jenis-jenis kabel .....                                    | 12 |
| Tabel 3.1  | Panjang Gelombang Operasi .....                                       | 23 |
| Tabel 3.2  | Nilai parameter untuk mengukur Link Power Budget .....                | 25 |
| Tabel 3.3  | Perangkat Jaringan yang Digunakan .....                               | 25 |
| Tabel 3.4  | WDM Interface-Comon Spesification .....                               | 27 |
| Tabel 3.5  | Common Tx dan RX .....                                                | 30 |
| Tabel 3.6  | Optical Power and Pre-Emphasis measurement .....                      | 33 |
| Tabel 3.7  | Hasil Pengukuran Power Common Amplifier .....                         | 35 |
| Tabel 3.8  | Sensitivity level .....                                               | 36 |
| Tabel 3.9  | Hasil pengetesan Tributary Input Sensitivity .....                    | 36 |
| Tabel 3.10 | Hasil ukur line sensitivity and AIS .....                             | 38 |
| Tabel 3.11 | OSNR .....                                                            | 39 |
| Tabel 4.1  | Perbandingan Nilai BER sebelum dan sesudah upgrade level STM-16 ..... | 42 |
| Tabel 4.2  | Nilai BER 5 x STM-64 .....                                            | 43 |
| Tabel 4.3  | Commissioning limit sesuai rekomendasi RKS PT. Indosat .....          | 45 |
| Tabel 4.4  | Hasil ukur Q Factor upgrade sistem .....                              | 45 |
| Tabel 4.5  | Hasil pengukuran OSNR .....                                           | 50 |

## DAFTAR ISTILAH

|                       |                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Avalanche             | : Efek penguatan carrier yang terjadi pada detektor APD                                                                                                                                                       |
| Bandwidth             | : Lebar pita frekuensi untuk menyalurkan informasi dalam sistem komunikasi.                                                                                                                                   |
| Crosstalk             | : Interferensi yang disebabkan oleh berpindahnya daya suatu kanal ke kanal lainnya sehingga terjadi pencampuran informasi.                                                                                    |
| Dispersi              | : Pelebaran pulsa optik sepanjang penjarannya dalam serat optik                                                                                                                                               |
| Dispersi Intermodal   | : Dispersi yang terjadi karena adanya sejumlah mode penjaran dalam satu serat optik                                                                                                                           |
| Dispersi Intramodal   | : Dispersi kromatik; terjadi karena adanya variasi indeks bias dan kecepatan penjaran terhadap panjang gelombang                                                                                              |
| Erbium                | : Salah satu unsur kimia yang digunakan pada EDFA sebagai penguat                                                                                                                                             |
| Equalizer             | : komponen wet plant yang berfungsi untuk mengkompensasi dispersi kromatik yang timbul pada serat optik.                                                                                                      |
| Frame Margin          | : Blok data yang berisi payload dan overhead<br>: Daya yang dialokasikan sebagai cadangan akibat degradasi perangkat, penyambungan serat yang putus, usia serat yang menyebabkan penurunan level daya terima. |
| Multipleks            | : Proses penggabungan beberapa sinyal optik menjadi satu sinyal keluaran saja                                                                                                                                 |
| Non Return to Zero    | : Kode digital-digital dimana bit 1 dihasilkan oleh pulsa dalam satu periode                                                                                                                                  |
| Overhead              | : Bit-bit sinyal yang digunakan untuk pengendalian informasi pada frame SDH<br>Payload : Bit-bit Informasi pada SDH                                                                                           |
| Photodetector         | : Perangkat yang melakukan deteksi terhadap cahaya di sisi penerima dan mengkonversinya menjadi sinyal elektrik kembali                                                                                       |
| Photon                | : Energi kuantum atau partikel-partikel atom dari cahaya                                                                                                                                                      |
| Power Budget          | : Suatu metoda untuk memperhitungkan daya cahaya<br>: Daya yang sampai pada fotodetektor (penerima)                                                                                                           |
| Repeater              | : Penguat baik bersifat optik maupun elektrik                                                                                                                                                                 |
| Return to Zero        | : Kode digital dimana bit 1 dihasilkan oleh pulsa setengah periode                                                                                                                                            |
| Sensitivitas penerima | : Batas minimum daya optik yang masih bisa dideteksi pada sisi penerima                                                                                                                                       |

|                 |   |                                                                              |
|-----------------|---|------------------------------------------------------------------------------|
| Single mode     | : | Tipe serat optik dengan satu mode penjararan                                 |
| Threshold       | : | Batas ambang daya maksimum agar tidak terjadi interferensi antar kanal optik |
| Tributary       | : | Sinyal masukan SDH                                                           |
| Tributry Unit   | : | Unit gabungan dari tributary untuk membentuk tingkatan multipleks            |
| Single end feed | : | Hanya terdapat satu catuan sumber power pada sisi transmitter saja           |
| Dual end feed   | : | Terdapat dua catuan sumber power baik pada sisi transmitter maupun receiver  |



CERDAS BERBUDI LUHUR

## DAFTAR SINGKATAN

|             |                                          |
|-------------|------------------------------------------|
| APD         | : Avalanche Photo Diode                  |
| ACO         | : Alarm Cut Off                          |
| AIS         | : Alarm Indication Signal                |
| ALC         | : Automatic Laser Control                |
| ALCT        | : Automatic Laser Control card           |
| ALM         | : Alarm                                  |
| AMS         | : Alternate Maintenance Signal           |
| ANSI        | : American National Standards Institute  |
| APSD        | : Automatic Power ShutDown               |
| BER         | : Bit Error Rate                         |
| BMDX        | : Band Multiplexer Demultiplexer         |
| BOFA        | : Band Optical Fiber Amplifier           |
| Ch          | : Channel                                |
| CMDX        | : Channel Multiplexer Demultiplexer      |
| CMI         | : Coded Mark Inversion                   |
| CPL         | : Coupler                                |
| CT          | : Craft Terminal                         |
| dB          | : Decibel                                |
| dBm         | : Decibels referred to one milliwatt     |
| DCF         | : Dispersion compensation fiber          |
| DCU (DCM)   | : Dispersion compensation unit           |
| DMX         | : Demultiplexer                          |
| DTA         | : Data Transmission Analyser             |
| DWDM        | : Dense Wavelength Division Multiplexing |
| EDFA        | : Erbium Doped Fiber Amplifier           |
| EMPM        | : Pump module for OFA                    |
| ESCT        | : Equipment Shelf Controller             |
| FBG         | : Fiber Bragg Grating                    |
| FWM         | : Four Wave Mixing                       |
| ITU         | : International Telecommunications Union |
| LD          | : Laser Diode                            |
| LED         | : Light Emitting Diode                   |
| LOFA        | : Line Optical Fiber Amplifier           |
| LOS         | : Loss Of Signal                         |
| LSGC        | : Line Supervisory Gain Cell             |
| LTE         | : Line Terminal Equipment (terrestrial)  |
| MX          | : Multiplexer                            |
| NE          | : Network Element                        |
| NRZ         | : Non Return ton Zero                    |
| NZDSF       | : Non Zero Dispersion Shifted Fiber      |
| OADM        | : Optical Add & Drop Multiplexing        |
| OCH         | : Optical Channel                        |
| OFA         | : Optical Fiber Amplifier                |
| OSA         | : Optical Spectrum Analyser              |
| OSNR (sNRO) | : Optical Signal to Noise Ratio          |





|         |                                        |
|---------|----------------------------------------|
| PDH     | : Plesiochronous Digital Hierarchy     |
| PIN     | : Positive-Intrinsic-Negative          |
| PM      | : Performance Monitoring               |
| RX      | : Receive                              |
| RZ      | : Return Zero modulation               |
| SBS     | : Stimulated Brillouin Scattering      |
| SDH     | : Synchronous Digital Hierarchy        |
| SKKL    | : Sistem Komunikasi Serat Optik        |
| SLTE    | : Submarine Line Terminal Equipment    |
| SMS     | : Submarine Management System          |
| SN      | : Serial Number                        |
| SRS     | : Stimulated Raman Scattering          |
| SSMF    | : Standar Single Mode Fiber            |
| STM-n   | : Synchronous Transport Mode - Level n |
| TPD     | : Transponder                          |
| TRBD(C) | : Tributary Transponder                |
| TX      | : Transmit                             |
| VOA     | : Variable Optical Attenuator          |

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alcatel-lucent. 2007. DWDM Introduction. France : Alcatel-lucent.
- [2] Alcatel-lucent. 2009. 1620 LM (Light Manager) SLTE Operation and Maintenance. France : Alcatel-lucent.
- [3] Alwayn, Vivek. 2004. Optical Network Design and Implementation. Cisco Press.
- [4] CISCO. 2001. Introduction To DWDM Technology. USA : CISCO Press.
- [5] Gumaste, Ashwin and Antony, Tony. 2002. DWDM Network Designs and Engineering Solutions. Cisco Press.
- [6] Hasian, S.M.H. 2006. Perencanaan Sistem Komunikasi Kabel Laut Link Batam-Pontianak Dengan Teknologi Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) Untuk Mengakomodasi Kebutuhan Kanal S/D 2009. Tugas Akhir STT Telkom.
- [7] Hidayat, Ariya. 2002. Desain Dan Implementasi Perangkat Ukur Parameter-Parameter Kualitas Sinyal Pada Sistem Komunikasi Serat Optik DWDM. Tesis Magister Teknik ITB.
- [8] Yanthony, Darius. 2009. Analisis Perbandingan Dan Kinerja Sistem Komunikasi Kabel Laut SEA-ME-WE 3 dan 4. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- [9] Martha Leza, Yorashaki. 2011. Analisis Perencanaan Sistem Transmisi Serat Optik DWDM PT. Telkom Indonesia, Tbk. Link Jakarta – Banten. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- [10] Sitorus, Maya Armys Roma. 2009. Analisis Perencanaan Serat Optik DWDM Jalur Semarang Solo Yogyakarta Di PT. Indosat, Tbk. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- [11] Irwanto, Ade. 2011. Peningkatan Kapasitas Jaringan Inner City Menggunakan Teknologi DWDM Alcatel 1626 LM Pada Link Daan Mogot – Ancol. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur.
- [12] Indosat. 1998. Joint System Maintenance Document Jakarta-Surabaya. Telstra.