

**EFISIENSI JARINGAN BACKBONE SERAT OPTIK PT. INDOSAT  
LINK SURABAYA – BANYU URIP DENGAN TEKNOLOGI  
METRO CORE CONNECT DAN DWDM**

**Dewi Sartika**

**Mahasiswa teknik Elektro**

**ABSTRAK**

Pada tugas akhir ini membahas perencanaan jaringan *backbone* yang menghubungkan Surabaya – Banyu Urip yang lebih efisien dengan penggunaan teknologi *Metro Core Connect* dan DWDM. Perencanaan ini dilakukan dengan menganalisis topology jaringan yang sudah ada, sehingga bisa di ketahui *aggregate* apa yang paling tepat untuk digunakan pada *Metro Core Connect*. Penentuan route kabel optik yang akan digunakan sebagai alternatif link dengan analisa perhitungan *link power budget, rise time budget*. Dari hasil perhitungan dan hasil pengukuran lapangan, teknologi MCC layak di implementasikan di jalur FO Jakasusi (65,8 Km) tanpa penguat dengan menggunakan interface XFP P1L1-2D2, sedangkan DWDM layak diimplementasikan pada jalur FO JS Upgrade (86.8Km) tanpa penguat. Pengujian sistem di perkuat dengan sistem BER test yang dilakukan pada koneksi langsung Surabaya – Banyu Urip selama 7 x 24 Jam, serta pengujian secara lokal interface lainnya selama 24 jam untuk setiap item-nya.

**Kata kunci : Serat optik, *Metro Core Connect* dan *Dense Wavelength Division Multiplex (DWDM)*.**

**ABSTRACT**

*This final project discusses about planning backbone network between Surabaya - Banyu Urip more efficient with Metro Core Connect and DWDM technology. Planning is done by analyzing the existing network topology, so it can know what the most appropriate aggregate for use in the Metro Core Connect. Optical cable route to be used as an alternative link can be determine by calculation of power link budget budget and rise time budget analyze. Based on calculation result and measurement result from field, MCC technology can be*

*implemented appropriate in line Jakasusi FO (65.8 km) without the amplifier by using a XFP interface P1L1-2D2, while DWDM implemented on a path worth FO JS Upgrade (86.8Km) without amplifier. Testing system with a strengthened system of BER tests conducted on a direct connection Surabaya - Banyu Urip for 7 x 24 hours, as well as other interface testing locally for 24 hours for each item.*

**Key Word : Fiber Optic, *Metro Core Connect* and *Dense Wavelength Division Multiplex (DWDM)*.**

**I. Latar Belakang**

Saat ini jaringan *backbone* fiber optik yang dimiliki oleh PT. Indosat, Tbk salah satunya yaitu jaringan bernama JAKASUSI yang merupakan jaringan *backbone* penghubung pulau Jawa, Kalimantan dan Sulawesi. Salah satu link dalam jaringan JAKASUSI ini adalah link Surabaya – Banyu Urip yang masih menggunakan sistem transmisi serat optik konvensional yaitu masih menggunakan perangkat SDH dan ADM yang menggunakan banyak core serta tidak mempunyai sistem proteksi, sehingga apabila terjadi kabel putus (*fiber cut*) maka *life traffic* tidak dapat terselematkan sampai perbaikan dilakukan.

Dalam tugas akhir penulis akan merencanakan jaringan transmisi antara Surabaya – Banyu urip yang lebih efisien dan mempunyai sistem proteksi dengan penggunaan teknologi *Metro Core Connect* dan *Dense Wavelength Division Multiplexing*. Jaringan yang direncanakan ini diharapkan mampu mengakomodasi *life traffic* yang sudah ada sekarang dan kebutuhan *traffic* sampai dua tahun kedepan. serta dihasilkan jaringan transmisi yang lebih handal dan

fleksibel dengan adanya sistem proteksi yang mempermudah dalam melakukan troubleshoot jika terjadi gangguan pada jaringan.

Route kabel optik yang akan digunakan sebagai jalur utama dan jalur proteksi Surabaya – Banyu Urip adalah route *existing* sehingga tidak dilakukan penelitian lebih dalam. Penentuan route kabel optic menggunakan analisa *power link budget* dan *rise time system*. Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan pengukuran daya sinyal pancar daya sinyal terima dengan *optical power meter* dan *variable attenuator*, pengujian sistem proteksi *link* dan BER test dengan standar *sequence PRBS-23*. maka penelitian di lakukan di MSC PT. Indosat Surabaya yang ber alamat di Jl. Kayoon no.72 Surabaya dan selanjutnya disebut sebagai MSC Kayoon dan di Stasin Bumi & Kabel Laut Banyu Urip, Gresik. Penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih 6 bulan, dari April sampai Oktober 2011.

## II. Landasan Teori

### 2.1 Sistem Komunikasi Serat Optik

Dalam sistem komunikasi serat optik, informasi diubah menjadi sinyal optik (cahaya) dengan menggunakan sumber cahaya LED atau diode Laser kemudian dengan dasar hukum *snellius* (pemantulan sempurna), sinyal optik yang berisi informasi ditransmisikan sepanjang serat sampai pada penerima, selanjutnya detektor optik akan mengubah sinyal optik tersebut menjadi sinyal listrik kembali.

Berdasarkan mode yang dirambatkan maka jenis serat optik secara garis besar dapat dibagi menjadi 2 yaitu :

#### 1) Single Mode

Serat optik *single mode* hanya merambatkan satu mode karena ukuran inti mendekati ukuran panjang gelombang, sehingga cahaya yang masuk ke dalamnya tidak terpantul-pantul ke dinding selongsong (*cladding*). Bahagian inti serat optik *single-mode* terbuat dari bahan kaca silika (SiO<sub>2</sub>) dengan sejumlah kecil kaca germania (GeO<sub>2</sub>) untuk meningkatkan indeks biasnya. Untuk

mendapatkan performa yang baik pada kabel ini, biasanya untuk ukuran selongsongnya adalah sekitar 15 kali dari ukuran inti (sekitar 125 mikron). Kabel untuk jenis ini paling mahal, tetapi memiliki pelemahan (kurang dari 0.35dB per kilometer), sehingga memungkinkan untuk mentransmisi data dengan kapasitas lebih besar dan kecepatan tinggi karena dispersi yang lebih rendah.

#### 2) Multi Mode

Serat optik *multi mode* merambatkan lebih dari satu mode. Jumlah mode yang merambat bergantung pada ukuran inti dan *numerical aperture (NA)*. Jika ukuran inti dan NA bertambah maka jumlah mode bertambah. Ukuran inti dan NA biasanya sekitar 50 – 100  $\mu\text{m}$  dan 0,20 – 0,229. Ukuran inti dan NA yang lebih besar memberikan beberapa keuntungan, yaitu cahaya yang diumpankan ke serat optik multi mode menjadi lebih mudah, koneksi antara serat juga lebih mudah. Keuntungan lainnya adalah serat optik multi mode mengijinkan penggunaan *light-emitting diodes (LEDs)*. Serat optik multi mode memiliki kerugian, dengan jumlah mode yang banyak maka efek dispersi modal akan bertambah. Dispersi modal (*intermodal dispersion*) berarti mode tiba diujung serat dengan waktu yang berbeda. Perbedaan waktu ini menyebabkan pulsa cahaya melebar. Dispersi modal akan mengakibatkan *bandwidth* sistem menjadi lebih kecil (lebih sedikit membawa informasi.).

Berdasarkan index bias core maka jenis serat optik secara garis besar dapat dibagi menjadi 2 yaitu :

#### 1) Step Index

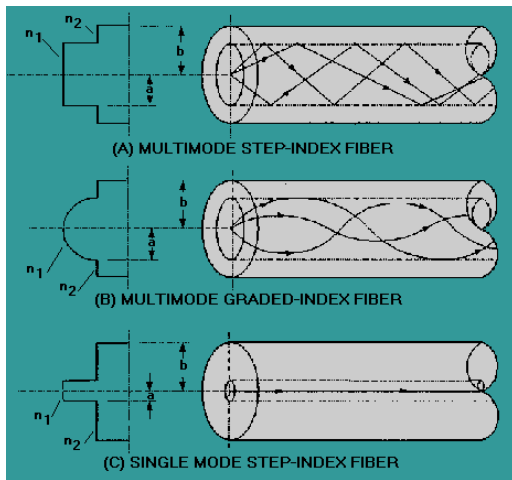
Jika perbedaan indeks bias inti dan kulit dibuat drastis disebut serat optik *Step Indeks (SI)*, selisih antara indeks bias kulit dan inti disimbolkan dengan  $\Delta$  dimana:

$$\Delta = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1^2} \approx \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

#### 2) Graded Index

Jika perbedaan indeks bias inti dan kulit dibuat secara perlahan-lahan disebut *Graded*

Indeks ( $GI$ ), bagaimana turunya indeks bias dari inti ke kulit ditentukan oleh *indeks profile*,  $\alpha$ .



Gambar 2.1 Jenis-jenis serat Optik

## 2.2 Teknologi MCC

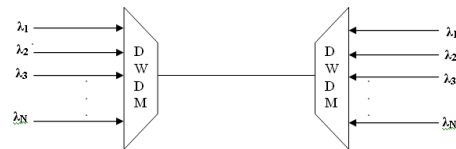
Teknologi *Metro Core Connect* (MCC) adalah salah satu teknologi berkembang dalam sistem komunikasi serat optik yang merupakan generasi baru multiband optical yang dapat mengakomodasi berbagai aplikasi metro seperti broadband SDH (STM-1/4/16/64, 1GE, 10GE), Wideband SDH (E1, E3, STM1) dan fungsi ethernet Layer-2, ke jaringan *backbone* yang mendukung fungsi jaringan maju topologi berdasarkan sistem GMPLS/ASON. Sebuah teknologi *Metro Core Connect* harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- Mampu menyederhanakan dan mengoptimalkan jaringan. Network element yang sedikit dengan aggregate yang lebih baik dan mampu mencakup trafik multi protokol yang besar kedalam suatu *core* atau network element.
- Meminimalkan biaya. Perangkat sederhana dengan kemampuan kapasitas switching yang tinggi serta di lengkapi dengan interface I/O yang lebih kompleks yang mampu melayani banyak *node*.
- Kemampuan layanan *broadband*. Mendukung aplikasi Gigabit Ethernet dan data layer

- *Future proof*. Kemudahan untuk mensupport arsitektur jaringan OTN (*Optical Transport Network*), *lambda switching* dan GMPLS *control plane*.
- Sistem proteksi. Dilengkapi dengan feature proteksi, baik itu proteksi link (jalur) maupun proteksi *path*.

## 2.3 Teknologi DWDM

*Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM) merupakan suatu teknik transmisi yang memanfaatkan cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda-beda sebagai kanal-kanal informasi, sehingga setelah dilakukan proses multiplexing seluruh panjang gelombang tersebut dapat ditransmisikan melalui sebuah serat optik.



Gambar 2.2 Dasar sistem DWDM

Teknologi DWDM adalah teknologi dengan memanfaatkan sistem SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*) yang sudah ada dengan memultiplekskan sumber-sumber sinyal yang ada. Menurut definisi, teknologi DWDM dinyatakan sebagai suatu teknologi jaringan transport yang memiliki kemampuan untuk membawa sejumlah panjang gelombang (4, 8, 16, 32, dan seterusnya) dalam satu fiber tunggal. Artinya, apabila dalam satu fiber itu dipakai empat gelombang dengan tiap gelombang mempunyai kecepatan transmisi 10 Gbps, maka kecepatan transmisinya menjadi  $4 \times 10$  Gbps.

Inti kelebihan yang dimiliki oleh teknologi DWDM terhadap teknologi ADM konvensional terletak pada jenis filter serat optik dan penguat amplifier. Jenis filter yang umum dipergunakan di dalam sistem DWDM ini antara lain *Dichroic Interference Filters* (DIF), *Fiber Bragg Gratings* (FBG), *Array Waveguide Filters* (AWG) and *Hybrid Fused Cascaded Fiber* (FCF) dengan *Mach-Zehnder*

(M-Z) interferometers. Komponen berikutnya adalah serat optik dengan dispersi yang rendah, dimana karakteristik demikian sangat diperlukan mengingat dispersi secara langsung berkaitan dengan kapasitas transmisi suatu sistem. Sementara penguat optik yang banyak dipergunakan untuk aplikasi demikian adalah EDFA dengan karakteristik flat untuk semua panjang-gelombang di dalam spektrum DWDM. Teknik lain yang telah sukses diujicobakan adalah dengan memperpendek jarak antar kanal, yang biasanya berkisar 1 nm menjadi 0,3 nm. Hal ini terutama berguna pada sistem yang spektrum penguatan dari penguat optiknya kurang merata.

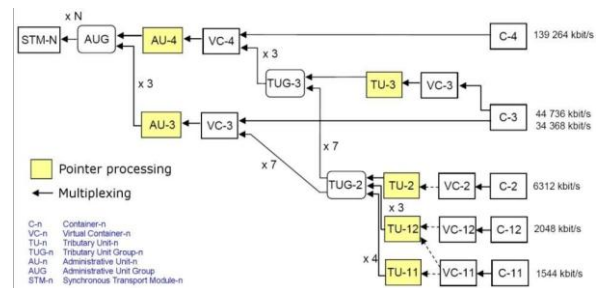
Pada dasarnya, teknologi WDM (awal adanya teknologi DWDM) memiliki prinsip kerja yang sama dengan media transmisi yang lain. Yaitu untuk mengirimkan informasi dari suatu tempat ke tempat yang lain. Namun, dalam teknologi ini pada suatu kabel atau serat optik dapat dilakukan pengiriman secara bersamaan banyak informasi melalui kanal yang berbeda. Setiap kanal ini dibedakan dengan menggunakan prinsip perbedaan panjang gelombang (wavelength) yang dikirimkan oleh sumber informasi. Sinyal informasi yang dikirimkan awalnya diubah menjadi panjang gelombang yang sesuai dengan panjang gelombang yang tersedia pada kabel serat optik kemudian dimultipleksikan pada satu fiber

## 2.4 Konsep Transmisi SDH

SDH merupakan sebuah *transport* atau pembawa untuk *tributary* (trafik) PD dan ATM cell melalui jaringan transmisi yang biasanya berbasis optik. Pada hal ini SDH dapat dilihat sebagai *layer* (lapisan) bawah yang berfungsi sebagai pembawa untuk *layer* di atasnya. Konsep pembagian *layer* ini sangat penting dan juga merupakan salah satu ciri yang membedakan SDH dengan sistem *transport* lainnya. Konsep dari *layering* telah membawa proses rekonstruksi dari frame standar menjadi lebih modern dan membentuk konsep "*layer network*" pada dunia telekomunikasi. Sebelumnya munculnya SDH,

hirarki pemultipleksan sinyal digital untuk Amerika/Kanada, Jepang dan Eropa berbeda-beda.

Dengan Adanya SDH, hirarkinya diseragamkan menjadi frame dasar sinyal SDH yaitu STM-1. Sistem SDH menggunakan frame STM-*n*, dimana *n* merupakan indikasi dari jumlah kelipatan dari STM-1 pada frame STM-*n*. Saat ini banyak digunakan STM-1, 4, 16, dan 64 dengan bit rate sebesar 155,52 Mbps (STM-1), 622,08 Mbps (STM-4), 2.488,32 (STM-16), dan 9.953,28 Mbps (STM-64). Sinyal STM-*n* terbentuk dengan memultiplek secara *synchronous* sinyal tributari DS-1, DS-1E, DS-2, DS-3 dan DS-4E. Untuk pembentukan sinyal STM-*n* dari STM-1 dilakukan dengan proses *byte interleaving* atau byte-per-byte.



Gambar 2.3 Struktur *multiplexing* pada SDH

Dalam sistem SDH, ada 3 sistem proteksi yang dikenal yaitu:

1. *Multi Section Protection* (MSP)
2. *Multiplexer Section - Share Protection Ring* (MS-SPRING)
3. *Subnetwork Connection Protection* (SNCP)

## III. Topology Jaringan Existing

Dari hasil survey lapangan terdapat tiga jenis equipment yang terintegrasi dan semuanya merupakan perangkat OMSN keluaran Alcatel-Lucent. 1660SM mempunyai kapasitas transmisi sampai STM-64, jarak transmit bervariasi sesuai dengan *type interface* yang digunakan dan kemampuan drop sampai level E1. 1664SM mempunyai kapasitas transmisi hanya STM-16 untuk jarak

transmit *long haul* dengan drop 16xSTM-1EL. 1641SM mempunyai kapasitas transmit hanya STM-1EL, karena *aggregate*-nya yang menggunakan elektrik (Coaxial Cable) maka jarak transmisinya sangat pendek dengan drop sebanyak 63E1.

1660#02\_BYU terhubung dengan 1660#02\_KYN dengan *interface* 2xSTM-64 tipe L-64.2. Koneksi ini menggunakan sistem proteksi MSP 1+1, akan tetapi proteksinya masih berada pada jalur yang sama yaitu jalur FO Jakasusi  $\approx$  65.6Km. 1660#01\_BYU terhubung dengan 1660#01\_KYN dengan *interface* 2xSTM-16 tipe L-16.2, koneksi ini sama halnya dengan koneksi sebelumnya yaitu MSP 1+1 dan juga keduanya berada pada jalur FO Jakasusi. 1664\_BYU dan 1664\_KYN terhubung dengan STM-16 tanpa proteksi juga di jalur FO Jakasusi. Karena Aggregate 1641 menggunakan STM-1EL, maka 1641 Kayoon dan Banyu Urip aggregate nya dilewatkan pada 1660#01. Untuk lebih jelasnya, tabel dibawah memperlihatkan detail trafik yang berada di site Kayoon dan Banyu Urip.

#### IV. Hasil Survey Jalur FO, Kayoon – Banyu Urip.

Hasil survey dilapangan menunjukkan bahwa jalur FO yang digunakan saat ini adalah jalur Jakasusi dengan jarak 65.8 Km. Selain itu telah terdapat jalur FO dengan jenis kabel G.655 dengan jarak 86.8 Km. Tabel berikut memperlihatkan hasil OTDR kedua jalur FO tersebut pada core-core yang *idle*. Pengukuran dengan OTDR di lakukan dari kedua sisi yaitu Kayoon dan Banyu Urip. Dari hasil pengukuran di atas terlihat bahwa jalur FO Jakasusi dengan jarak 86.8Km memiliki total redaman rata-rata 18.845dB, sedangkan jalur FO JS Upgrade dengan jarak 65.8Km memiliki redaman total rata-rata 13.545dB.

#### V. Pemilihan *Link* untuk MCC dan DWDM dengan analisa *power link budget*

Pada perencanaan ini, akan digunakan 2 jalur FO yang berbeda sebagai sistem proteksi. Konsep yang akan di terapkan yaitu transmisi dengan 1678MCC menggunakan jalur Jakasusi (65.8Km) sedangkan 1626LM menggunakan jalur JS Upgrade (86.8Km).

1678MCC ditempatkan di jalur Jakasusi dengan menggunakan *interface* XFP (*Extra Form Plugable*) P1L1-2D2 kapasitas STM-64 dan jarak jangkau sampai 80Km tanpa repeater<sup>[5]</sup>. Adapun spesifikasi untuk XFP P1L1-2D2 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.1 Spesifikasi XFP P1L1-2D2

| Characteristics         | Unit   | Value     |
|-------------------------|--------|-----------|
| Application Code        |        | P1L1-2D2  |
| Nominal bit rate        | Kbit/s | 9,953,280 |
| Distance up to          | km     | 80        |
| Mean launch power       |        |           |
| - maximum               | dBm    | +4        |
| - minimum               | dBm    | 0         |
| Mean received power     |        |           |
| - minimum (sensitivity) | dBm    | -24       |
| - maximum (overload)    | dBm    | -7        |
| Margin                  | dBm    | 4         |

Dari hasil pengukuran OTDR dan spesifikasi *interface* yang akan digunakan, maka dapat dianalisa apakah P1L1-2D2 dapat digunakan pada *link* Jakasusi dengan mengacu pada nilai *receive*-nya. Jika site Kayoon memiliki daya pancar 1.5 dBm, maka daya yang diterima di site Banyu Urip dapat dihitung dengan:

$$\begin{aligned} Prx-b \text{ (dBm)} &= Ptx-k \text{ (dBm)} - \text{total redaman} \\ &\quad \text{link Jakasusi (dB)} \\ &= 1.5 \text{ dBm} - 13.545\text{dB} \\ &= -12.045 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat dilihat bahwa daya yang diterima di Banyu urip adalah -12.045 dBm dan nilai tersebut masih berada dalam range penerimaan *interface* P1L1-2D2 yaitu -

24dBm ≤ Rx ≤ -7dBm, jadi P1L1-2D2 dapat digunakan pada *link* Jakasusi.

Selain metode diatas, jarak transmisi tanpa penguat juga dapat dihitung dengan persamaan (2.6). Dengan mengacu pada teknis *link* Jakasusi (tabel 4.5) dan spesifikasi interface pada tabel 4.6, maka jarak transmisi maksimum tanpa penguat adalah sebagai berikut:

$$L_{sist}(Km) = \frac{P_{tx} - P_{rx} - 2\alpha_c + \alpha_s - M_s}{\alpha_f + \frac{\alpha_s}{L_{kabel}}}$$

$$L_{sist}(Km) = \frac{0 - (-24) - 2(0.5) + 0.05 - 4}{0.23 + \frac{0.05}{65.8}} = \frac{19.05}{0.2307} = 82.57Km \approx 82Km$$

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa 1678MCC dengan XFP P1L1 hanya cocok digunakan pada jalur jakasusi (65.8Km) karena memiliki jarak transmisi maksimum tanpa penguat sebesar 82 Km.

Tabel 5.2 Spesifikasi terminal *transmit/receive*

**1626LM**

| LOFA1110, LOFA1120 optical interfaces specification |                       |         |       |
|---|-----------------------|---------|-------|
| LOFA Common specification                           |                       |         |       |
| Fiber type  | Single-mode (SMF)     |         |       |
| Connector type                                      | MU/SPC                |         |       |
| Wavelength range                                    | 1530.33 -> 1568.57 nm |         |       |
| Wavelength range - OSC port                         | 1500 -> 1520 nm       |         |       |
| LOFA11x0 optical ports                              | minimum               | maximum | units |
| first stage input power                             | -40                   | +5      | dBm   |
| first stage output power                            | +1                    | +17     | dBm   |
| second stage input power                            | -20                   | +18     | dBm   |
| second stage output power                           | +6                    | +23     | dBm   |
| OSC output (extraction) level                       | -50                   | -6      | dBm   |
| OSC input (insertion) level                         | +2                    | +4      | dBm   |
| first stage input power monitoring                  | -51                   | -14     | dBm   |
| first stage output power monitoring                 | -23                   | -4      | dBm   |
| second stage input power monitoring                 | -23                   | +4      | dBm   |
| second stage output power monitoring                | -17                   | 0       | dBm   |
| Tuning step   | 0.5                   |         | dB    |
| Absolute tuning accuracy                            | -0.45                 | +0.45   | dB    |
| Relative tuning accuracy                            | -0.3                  | +0.3    | dB    |
| Maximum EOL output power without EMPM               |                       | +20     | dBm   |

Dari pembahasan diatas, maka DWDM akan ditempatkan pada jalur FO yang lain yaitu JS Upgrade (86.8Km). Dengan mengacu pada teknis *link* JS Upgrade (tabel 4.4) dan spesifikasi terminal DWDM pada tabel 4.7, maka jarak transmisi maksimum tanpa penguat dapat dihitung sebagai berikut:

$$L_{sist}(Km) = \frac{P_{tx} - P_{rx} - 2\alpha_c + \alpha_s - M_s}{\alpha_f + \frac{\alpha_s}{L_{kabel}}}$$

$$L_{sist}(Km) = \frac{6 - (-40) - 2(0.5) + 0.05 - 4}{0.23 + \frac{0.05}{86.8}} = \frac{41.05}{0.2305} = 178.09Km \approx 179Km$$

Keseluruhan perhitungan diatas memperlihatkan bahwa dalam perencanaan ini tidak dibutuhkan adanya penguat.

## VI. Analisis Rise Time Budget

Analisis *rise time budget* diperlukan untuk menentukan apakah unjuk kerja sistem secara keseluruhan telah tercapai ataukah belum. 1678MCC menggunakan interface STM-64 dengan lebar spektral pengirim sebesar 0.1 nm dan *rise time transmitter* dan *receiver*-nya sebesar 15 ps, maka *rise time*-nya dapat dianalisa dengan persamaan (2.9), (2.8) dan (2.7) :

$$t_{sys} = \frac{0.7}{BR} = \frac{0.7}{9953.280.10^6} = 70.32 ps$$

$$t_f = D \cdot \delta_\lambda \cdot L = 3 \times 0.1 \times 65.8 = 19.74 ps$$

$$t_r = \sqrt{15^2 + 15^2 + (19.74)^2} = \sqrt{839,6676} = 28.977 ps$$

1626LM menggunakan terminal juga dengan *data rate* STM-64, lebar spektral 0.1 nm dan *rise time transmitter* dan *receiver*-nya sebesar 20ps, maka *rise time*-nya dapat dianalisa dengan:

$$t_{sys} = \frac{0.7}{BR} = \frac{0.7}{9953.280.10^6} = 70.32 ps$$

$$t_f = D \cdot \delta_\lambda \cdot L = 3 \times 0.1 \times 86.8 = 26.8 ps$$

$$t_r = \sqrt{18^2 + 18^2 + (26.8)^2} = \sqrt{1,366.24} = 36.9626 ps$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa *rise time budget* dari masing-masing sistem lebih kecil dari *rise time system* ( $t_r \leq t_{sys}$ ), dengan demikian maka perencanaan jaringan ini layak untuk diterapkan dilapangan

## VII. Analisa Perencanaan Konfigurasi Jaringan

Pada gambar 4.1 terlihat bahwa ada 3 *link* yang berhubungan langsung antara Kayoon dan Banyu Urip pada jalur FO Jakasusi. Dua diantaranya menggunakan aggregate STM-64 dengan MSP 1+1 dan

satunya lagi dengan STM-16, sehingga total core yang digunakan ada 10 core. Dengan berasumsi bahwa setiap *link* tersebut *aggregate*-nya terisi penuh, jadi dibutuhkan 3 x STM-64 sebagai penggantinya. 1678MCC akan di tempatkan masing-masing satu di Kayoon dan Banyu Urip, karena 1678MCC merupakan perangkat metro yang berfungsi sebagai sentral pada jaringan baru yang dirancang, maka *aggregate* utama yaitu 3 x STM-64 di tempatkan antara 1678MCC Kayoon - Banyu Urip. Di site Banyu Urip 1660#01, 1664 dan 1641 akan di-*dismantle*, dan keseluruhan trafik akan di pindahkan ke 1678 atau di *reroute*. Untuk mengakomodasi trafik dari perangkat yang akan dihilangkan, maka pada 1678\_BYU disediakan 16xSTM-64, 16xSTM-16, 16xSTM-1 dan 16xSTM-1EL.

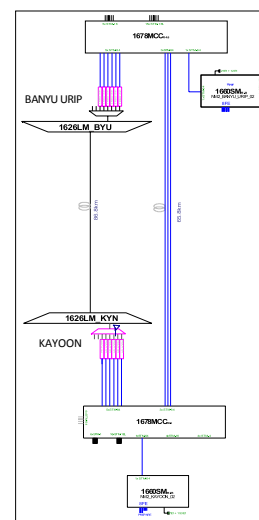
1660#02\_BYU akan tetap digunakan untuk mengakomodasi trafik level E1 tanpa harus menambah card E1 karena hanya terpakai 21 dari 63 E1 yang tersedia. 1678MCC yang akan kita gunakan hanya memiliki HO (*High Order*) Matrix sehingga tidak dapat di struck sampai level E1 (*low order*). Untuk hubungan antara 1660#02\_BYU dengan 1678\_BYU akan digunakan STM-64 dengan tipe *interface* SFP S-64.2 dengan menambahkan attenuator 5dB di kedua sisi karena *interface* yang digunakan memiliki jarak pancar sampai 40 Km sehingga daya yang dipancarkan cukup besar. Sebenarnya bisa saja digunakan *interface* tipe I-64.2 yang memang diperuntukkan untuk hubungan pendek, tetapi harus juga di pertimbangkan perkembangan yang akan dilakukan ke depan, sehingga tidak perlu lagi dilakukan penggantian *interface* dari tipe "I" ke tipe "S".

Di site Kayoon, akan dibuat konfigurasi yang sama dengan Banyu Urip, yaitu dengan menghilangkan perangkat 1664, 1641 dan 1660#01 dan tetap menggunakan 1660#02\_KYN untuk mengakomodasi trafik E1 tanpa harus menambah bard E1 karena hanya terpakai 57E1 dari 4x63E1. Untuk mengakomodasi trafik dari perangkat yang akan dihilangkan, maka pada 1678\_KYN

16xSTM-64, 16xSTM-16, 8xSTM-4, 30xSTM-1 dan 26xSTM-1EL. 1660#02\_KYN dihubungkan dengan 1678\_KYN juga menggunakan STM 64 tipe *interface* S-64.2.

Selain 3 *direct link* STM-64 via 1678, Kayoon dan Banyu Urip juga dihubungkan dengan sistem transmisi DWDM 1626LM. Dengan hanya menggunakan 2 core Tx-Rx dapat di transmisikan beberapa transponder dengan kapasitas yang besar, misalnya STM-64. Dalam pembahasan ini, di setiap site akan ditempatkan masing-masing 1626LM dengan 5 transpoder kapasitas STM-64. 5x STM-64 1678 akan di hubungkan dengan 5 transponder 1626. 3 transponder dimaksudkan untuk mengimbangi koneksi *direct link* 1678 antara Kayoon dan Banyu Urip sedangkan 2 transponder di persiapkan untuk perkembangan kapasitas kedepannya. Jalur transmisi dengan MCC akan diset sebagai jalur utama, sedangkan jalur DWDM diset sebagai jalur proteksi.

Secara garis besar perencanaan jaringan backbone serat optik *link* Kayoon – Banyu Urip dapat dilihat pada gambar dibawah. Pada gambar dibawah juga dapat dilihat bahwa jumlah core yang digunakan menjadi lebih sedikit yaitu 8 core



**Gambar 7.1** Topology Jaringan Baru Kayoon – Banyu Urip PT. Indosat, Tbk

### VIII. Pengujian sistem dengan pengukuran Level Sinyal Tx dan Rx

Pengukuran ini bertujuan untuk mengukur sinyal *transmit* dan *receive* dikedua sisi Kayoon dan Banyu Urip apakah nilainya berada dalam spesifikasi *interface* 1678MCC dan terminal 1626LM. Daya pancar diukur langsung dengan menggunakan power meter pada masing-masing *interface* atau terminal sedangkan daya terima diukur di ujung patchcore sebelum masuk ke *interface* atau terminal *receive*. Daya pancar dan daya terima juga bisa dimonitor langsung lewat software *craft terminal* Alcatel Lucent.

Untuk pengukuran sensitivitas 1626LM dilakukan dengan menghubungkan *SDH analyzer* pada transponder, sementara disisi lawan dilakukan loopback pada transponder-nya dan memberikan attenuasi secara bertahap pada terminal penerima sampai muncul indikasi *error* pada *SDH analyzer*. Setelah itu attenuasi kembali diturunkan sekitar 1dB sampai tidak ada lagi indikasi *error*, selanjutnya dilakukan pengukuran level sinyal setelah di redam tadi dengan power meter, maka nilai yang terbaca adalah sensitivitas dari terminal penerima.

Berbeda dari 1678, pengukuran sensitivitas *interface* 1678 dilakukan dengan membuat cross connect ke salah satu port STM-N yang idle kemudian pada port tersebut dihubungkan dengan *SDH analyzer*. Attenuasi diberikan secara bertahap diantara Tx dan Rx dari *interface* yang diukur sampai muncul indikasi *error* pada *SDH analyzer*. Setelah itu attenuasi kembali diturunkan sekitar 1dB sampai tidak ada lagi indikasi *error*, kemudian dilakukan pengukuran level sinyal setelah di redam tadi dengan power meter, maka nilai yang terbaca adalah sensitivitas dari *interface* yang diukur. Hasil pengukuran 1678MCC dan 1626LM dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

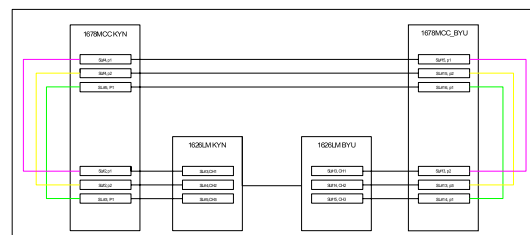
Tabel 8.1 Hasil pengukuran level sinyal Tx dan Rx, Kayoon dan Banyu Urip

| Deskripsi         | Daya Pancar                               | Daya Terima                                     | Sensitivitas Penerimaan                         |
|-------------------|---|---|---|
| <b>Kayoon</b>     |   |   |   |
| DWDM - 1626LM     | 11.5 dBm                                  | -7.2 dbm  | -33.4 dBm                                       |
| MCC - 1678MCC     | 1) 1.69 dBm<br>2) 2.15 dBm<br>3) 1.80 dBm | 1) -12.83 dBm<br>2) -14.29 dBm<br>3) -13.24 dBm | 1) -24.21 dBm<br>2) -24.28 dBm<br>3) -25.83 dBm |
| <b>Banyu Urip</b> |   |   |   |
| DWDM - 1626LM     | 11.8 dBm                                  | -7.3 dBm  | -32.8 dBm                                       |
| MCC - 1678MCC     | 1) 1.79 dBm<br>2) 1.76 dBm<br>3) 2.68 dBm | 1) -15.40 dBm<br>2) -13.49 dBm<br>3) -13.87 dBm | 1) -26.10 dBm<br>2) -26.84 dBm<br>3) -25.08 dBm |

Dengan membandingkan spesifikasi *interface* 1678MCC pada tabel 4.6 dan spesifikasi terminal 1626LM pada tabel 4.7 dengan hasil pengukuran diatas dapat dilihat bahwa *interface* dan terminal yang akan digunakan cocok untuk jaringan yang telah dirancang.

### IX. Pengujian Sistem Proteksi

Pada sub bab sebelumnya telah dijelaskan bahwa jalur transmisi dengan MCC akan diset sebagai jalur utama sedangkan jalur trasmisi DWDM diset sebagai jalur proteksi, maka lewat *software craft terminal* Alcatel Lucent dibuat sistem proteksi seperti pada gambar berikut.



Gambar 9.1 Skema pengujian sistem proteksi

Setiap *interface* dari 1678MCC akan di proteksi oleh masing-masing transponder 1626LM dan proteksi dibuat MSP 1+1 *non-revertive*. Dari hasil pengujian, selama proses transisi dari jalur utama ke jalur proteksi terjadi *burst error* rata-rata 2ES dan 2SES. Burst error yang di timbul ini jumlah-nya masih dalam batas toleransi PT. Indosat, Tbk.



## X. Pengujian Sistem Pengujian dengan BER

Pengujian dengan BER bertujuan untuk menguji stabilitas dan kualitas transmisi dari jaringan yang dirancang dengan menggunakan standar pengujian BER PRBS-23. Tiga direct link 1678MCC antara Kayoon dan Banyu Urip di BER selama 7x24 jam dengan cara di cascade, begitu juga dengan lima transpoder 1626 juga di-BER secara cascade selama 24 jam. Selain itu interface lain yang ada pada 1678MCC di BER secara lokal masing-masing 24 jam untuk setiap kelompok STM-N

## XI. Re-Engineering Jaringan

Setelah semua jaringan yang dirancang telah terbentuk dan sistem-nya sudah teruji, maka trafik dari perangkat yang akan *dis dismantle* di migrasi atau di *reroute*. Migrasi dilakukan dengan melakukan perubahan koneksi secara fisik dan perubahan secara *logical* melalui *Network Management System* PT. Indosat, Tbk. Untuk tahap pertama, trafik pada link 1660#02\_Kayoon dan 1660#02\_Banyu urip di migrasi ke *direct link* 1678\_KYN dan 1678\_BYU yang telah terbentuk dan tidak lupa dibuatkan jalur proteksinya lewat 1626LM. Tahap selanjutnya dilakukan pemindahan 4xSTM-16 dari 1660#02\_BYU ke 1678MCC karena aggregate ini merupakan gateway antara Jawa dan Kalimantan melalui perangkat transmisi optik bawah laut. Berikutnya dilakukan migrasi E1 dari 1641 ke 1660#01 pada kedua site. Selanjutnya di lakukan migrasi level STM dengan melihat tingkat kebutuhan masing-masing trafik (*urgent / not urgent*).

## XII. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dalam penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan jaringan backbone serat optik Jakasusi link Surabaya – Gresik ini menggunakan 2 link fiber optic yaitu jalur Jakasusi (65.8Km) dan jalur JS Upgrade (86.8Km) serta 2 sistem transmisi utama yaitu dengan *Metro Core Connect* dan

*Dense Wavelength Division Multiplexing* sebagai sistem proteksi link, sehingga jika terjadi gangguan pada salah satu link, maka jalur transmisi akan pindah ke jalur yang lain.

2. Jaringan yang dirancang ini lebih efisien dibanding dengan jaringan sebelumnya ditinjau dari penggunaan core yang lebih sedikit, jumlah equipment yang tidak terlalu banyak dan kapasitas yang disediakan mampu memenuhi kebutuhan kanal sampai 2 tahun kedepan.
3. Dari hasil perhitungan *power link budget*, 1678 sebagai *Metro Core Connect* layak diimplementasikan di jalur Jakasusi sedangkan 1626 sebagai *Dense Wavelength Division Multiplexing* di jalur JS Upgrade, karena kedua sistem tidak membutuhkan penguat pada jalur yang telah ditentukan tersebut, disamping itu hasil perhitungan *rise time budget* dari masing-masing sistem lebih kecil dari *rise time system*.

## XIII. Daftar Pustaka

- [1] Keiser, Gerard, “*Optical Fiber Communication 2<sup>rd</sup> Edition*”, Mc.Graw-Hill Inc., 1991
- [2] Killen, B Harold, “*Fibre Optic Communication*”, Prentice Hall International Editions, New Jersey, 1991
- [3] Rochmah, “Rancang Bangun Sistem Komunikasi Serat Optik antara Jakarta & Bandung”. Indonesia, 1992
- [4] Technical Handbook 1626LM R5[1].0, Draft#2, Alcatel Lucent, 2008
- [5] Technical Handbook 1678MCC Rel.4.3, 3<sup>rd</sup> Edition, Alcatel Lucent, 2008

[6] Shimoshio, yoshi fumi dan nonot harsono, “Rangkaian dan Sistem Komunikasi”, Politeknik Negeri Ujung Pandang, 1993.

[7] Kasatkin dan Perekalin, “ *Basic Electrical Engineering*”, Foreign Languages Publishing House, Moskow.

[8] Sears, Francis Weston, “*Principles of Physics Series, Optics*”. Department of Physics Massachusetts Institute of Technology.

[9] <http://elektroindonesia.com/elektro/telkom1>

[10]

<http://jofania.wordpress.com/2010/02/14/dasar-serat-optik-2/>