

# Implementasi Swap Transmisi MI-E Ke MI-Tn dan Analisa Performa Jaringan Transmisi Pada Jaringan Ericsson Site Gelora Senayan – Gelora Sudirman

**Rafida, Fahraini Bachruddin, Beny Nugraha**

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana  
 Jl. Raya Meruya Selatan, Kembangan, Jakarta 11650  
 E-mail: beny.nugraha@gmail.com

**Abstrak** -- Swap adalah suatu aktivitas dimana perangkat jaringan telekomunikasi digantikan dengan perangkat yang baru dari vendor yang berbeda ataupun perangkat dari vendor yang sama tetapi dengan kemampuan perangkat yang lebih baik. Paper ini akan membahas mengenai swap perangkat jaringan transmisi sebuah operator telekomunikasi dan menganalisa kinerja jaringan tersebut setelah dilakukan swap. Kinerja jaringan sebelum dan setelah swap akan dibandingkan dengan membandingkan parameter-parameter seperti efisiensi, ekspansi kapasitas dan kecepatan data, nilai investasi jaringan, dan kualitas jaringan. Hasil pengukuran diperoleh dengan menggunakan BER Test, pengukuran kecepatan upload dan download HSDPA, dan juga aplikasi monitoring performansi yang ada pada perangkat tersebut. Adapun hasil yang diharapkan dari paper ini adalah mampu memberikan informasi bagaimana ethernet dapat memberikan perbedaan yang sangat signifikan terhadap kualitas layanan telekomunikasi, dan juga membuktikan bahwa penggunaan jaringan transmisi baru menggunakan ML-TN akan memberikan keuntungan yang sangat besar bagi vendor telekomunikasi.

**Kata Kunci:** Swap, jaringan, transmisi, ethernet, performansi

**Abstrak** -- Swap adalah suatu aktivitas dimana perangkat jaringan telekomunikasi digantikan dengan perangkat yang baru dari vendor yang berbeda ataupun perangkat dari vendor yang sama tetapi dengan kemampuan perangkat yang lebih baik. Paper ini akan membahas mengenai swap perangkat jaringan transmisi sebuah operator telekomunikasi dan menganalisa kinerja jaringan tersebut setelah dilakukan swap. Kinerja jaringan sebelum dan setelah swap akan dibandingkan dengan membandingkan parameter-parameter seperti efisiensi, ekspansi kapasitas dan kecepatan data, nilai investasi jaringan, dan kualitas jaringan. Hasil pengukuran diperoleh dengan menggunakan BER Test, pengukuran kecepatan upload dan download HSDPA, dan juga aplikasi monitoring performansi yang ada pada perangkat tersebut. Adapun hasil yang diharapkan dari paper ini adalah mampu memberikan informasi bagaimana ethernet dapat memberikan perbedaan yang sangat signifikan terhadap kualitas layanan telekomunikasi, dan juga membuktikan bahwa penggunaan jaringan transmisi baru menggunakan ML-TN akan memberikan keuntungan yang sangat besar bagi vendor telekomunikasi.

**Kata Kunci:** Swap, jaringan, transmisi, ethernet, performansi

## 1. PENDAHULUAN

Dengan berkembangnya teknologi telekomunikasi dan bertambahnya jumlah pengguna mobile telephony (telepon bergerak) yang menggunakan lebih banyak trafik data daripada trafik voice, maka kanal jaringan transmisi untuk melayani pengguna-pengguna tersebut akan semakin terbatas dan padat. Untuk mengatasi masalah ini, PT. XL Axiata melakukan swap jaringan transmisi dari perangkat yang lama yaitu MiniLink-E ke perangkat yang baru yaitu MiniLink-TN. Perangkat baru ini kompatibel dengan teknologi BTS terbaru yang berbasis IP Ethernet. Dengan penggunaan MiniLink-TN, operator maupun

pelanggan dapat menikmati berbagai keuntungan seperti meningkatnya kualitas, efisiensi dan kapasitas kanal.

Dalam paper ini akan dijelaskan bagaimana swap perangkat tersebut dapat meningkatkan kinerja jaringan. Analisis yang akan dilakukan dibatasi pada analisa kinerja jaringan transmisi Ericsson pada satu hop site XL-Axiata, yaitu site Gelora Senayan - Gelora Sudirman. Hasil dari paper ini akan menunjukkan perbandingan antara performa keadaan jaringan sebelum dan sesudah swap, mengetahui teknik perhitungan dalam melakukan pengukuran Bit Error Rate (BER) setelah proses swap perangkat MiniLink-E ke

MiniLink-TN, serta mengetahui cara meningkatkan kinerja jaringan guna menghasilkan link transmisi yang optimal. Bagian-bagian selanjutnya dari paper ini akan menjelaskan sebagai berikut: bagian 2 menjelaskan landasan teori yang digunakan, bagian 3 menjelaskan implementasi swap, bagian 4 menjelaskan pengukuran dan analisa kinerja jaringan, dan bagian 5 akan memberikan kesimpulan dari paper ini.

**2. LANDASAN TEORI**

**2.1. Bit Error Rate**

*Bit Error Rate* (BER) adalah perbandingan bit yang salah (*error*) terhadap keseluruhan bit yang dikirim dalam suatu sistem transmisi digital. BER merupakan parameter penting dalam menilai suatu sistem yang mengirimkan data dig-ital dari satu lokasi ke lokasi lain. BER dapat diaplikasikan pada sistem, meliputi sistem data radio link, serat optik, eth-ernet, atau sistem lainnya yang mentransmisikan data melalui jaringan di mana noise, interferensi, dan jitter dapat menyebabkan degradasi (pelemahan) sinyal digital.

$$P_{tR} = P_t \times RBER \tag{2-1}$$

Gambar. 1. Persamaan 2.1

$$m = \frac{\log_{10}(RBER) - \log_{10}(BER_{SES})}{\log_{10}(P_{tR}) - \log_{10}(P_{SES})} \tag{2-2}$$

Gambar. 2. Persamaan 2.2

$$BBE = SESR \frac{\alpha_1}{2.8 \alpha_2 (m - 1)} + \frac{N_B RBER}{\alpha_3} \tag{2-3}$$

$$BBER = \frac{BBE \times 100}{\text{Total Waktu Pengukuran}} \% \tag{2-4}$$

Gambar. 3. Persamaan 2.3 dan 2.4

*Background Block Error Ratio* adalah Rasio BBE terhadap total blok yang tersedia selama interval waktu pengukuran yang tetap. Jumlah total blok tidak termasuk semua blok pada SES. Nilai BBER dapat dihitung dengan menggunakan SESR (Severely Errored Second Ratio) bersama dengan Out-age Probability (PtR) yang ditentukan dengan menggunakan nilai BER yang nilainya sama dengan BER Residual (RBER) (biasanya berkisar antara 10<sup>-10</sup> sampai 10<sup>-13</sup> untuk bit rate dari 2 sampai 155 Mbps).

Persamaan-persamaan yang akan dipakai untuk proses perhitungan dan analisa adalah sebagai berikut:

$\alpha_1 = 10$  sampai 30, nilai rata-rata dari error per bursts untuk BER dalam kisaran dari 1 x 10<sup>-3</sup> sampai BER<sub>SES</sub>.

$\alpha_2 = 1$  sampai 10, nilai rata-rata dari error per burts untuk BER dalam kisaran dari BER<sub>SES</sub> sampai RBER.

$\alpha_3 = 1$ , nilai dari error per burst untuk BER yang lebih rendah dari RBER. N<sub>B</sub> = Banyaknya bit per block.

Berdasarkan nilai BER<sub>SES</sub> pada Tabel 2.1, maka nilai P<sub>tSES</sub> dapat ditentukan dengan persamaan 2.5. Selanjutnya nilai SES dapat ditentukan dengan persamaan 2.6 dan nilai SESR ditentukan dengan persamaan 2.7. Errored Second Ratio adalah rasio nilai ES terhadap total waktu yang tersedia selama interval pengukuran yang tetap. Nilai ESR dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.8 dan 2.9.

Gambar. 4. Tabel 2.1

Tabel 2.1 Nilai BER<sub>SES</sub>

Path type	Bit rate supported (Mbit/s)	BER <sub>SES</sub> (Note 1 & 2)	Blocks/s, n (Note 2)	Bits/block, N <sub>B</sub> (Note 2)
VC-11	1.5	5.4 x 10 <sup>-4</sup> α	2 000	832
VC-12	2	4.0 x 10 <sup>-4</sup> α	2 000	1 120
VC-2	6	1.3 x 10 <sup>-4</sup> α	2 000	3 424
VC-3	34	6.5 x 10 <sup>-5</sup> α	8 000	6 120
VC-4	140	2.1 x 10 <sup>-5</sup> α	8 000	18 792
STM-1	155	2.3 x 10 <sup>-5</sup> α 1.3 x 10 <sup>-5</sup> α x 2.2 x 10 <sup>-4</sup>	8 000 192 000	19 940 801

$$P_{tSES} = P_t \times BER_{SES} \tag{2-5}$$

Gambar. 5. Persamaan 2.5

$$SES = \frac{P_{tSES}}{\text{Total Waktu Pengukuran}} \tag{2-6}$$

Gambar. 6. Persamaan 2.6

$$SESR = SES \times 100 \% \tag{2-7}$$

Gambar. 7. Persamaan 2.7

$$ES = SESR \sqrt[n]{n} + \frac{n N_B RBER}{\alpha_3} \tag{2-8}$$

$$ESR = \frac{ES \times 100}{\text{Total Waktu Pengukuran}} \% \tag{2-9}$$

Gambar. 8. Persamaan 2.8 dan 2.9

Pengujian BER digunakan untuk menguji sistem yang men-transmisikan data digital dari satu lokasi ke lokasi lain. Hasilnya, pengujian BER ini dapat menunjukkan bagaimana kualitas jaringan dan kemampuan sistem untuk mengako-modir karakteristik jaringan. Bit Error Rate, sering dikaitkan dengan jaringan komunikasi radio, namun BER dan pengu-jian BER ini juga berlaku untuk sistem lain seperti jaringan serat optik, ethernet, atau jaringan dimana sinyal digital di-transmisikan. Tidak seperti bentuk pengukuran lainnya, BER mengukur penuh kinerja dari awal sampai akhir dari suatu sistem termasuk pemancar, penerima dan medium diantara keduanya. BER yang didapat merupakan gambaran dari kinerja sistem jaringan secara aktual, bukan hanya pengujian bagian-bagian komponen.

Pengujian BER memberikan indikasi yang terukur dan berguna bagi kinerja sistem yang terkait langsung dengan kinerja operasional. Jika BER terlalu tinggi, maka kinerja sistem akan menurun. Jika masih dalam batas yang diperbolehkan maka sistem akan beroperasi dengan baik.

## 2.2. Multiplexing PDH dan SDH

Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH) berasal dari kata plesio yang artinya hampir dan chronous yaitu waktu. Pengertian tersebut sesuai dengan proses multiplexing PDH yang proses pengkaliannya tidak benar-benar tepat (sinkron) untuk setiap tributary-nya. Memang pada multiplexing PDH tidak terdapat bit rate maksimum untuk setiap tributary-nya (Jaringan SDH, 2014).

Sedangkan multiplexing SDH dikembangkan agar kompatibel dengan seluruh perangkat yang dibuat oleh vendor di seluruh dunia. Tidak seperti perangkat PDH yang memiliki perbedaan bit rate antara Eropa, Asia dan Amerika, perangkat SDH dapat digunakan baik sumber data memiliki bit rate 1,544 Mbps atau 2,048 Mbps (PDH, 2014).

## 2.3. Ethernet Over PDH dan Ethernet Over SDH

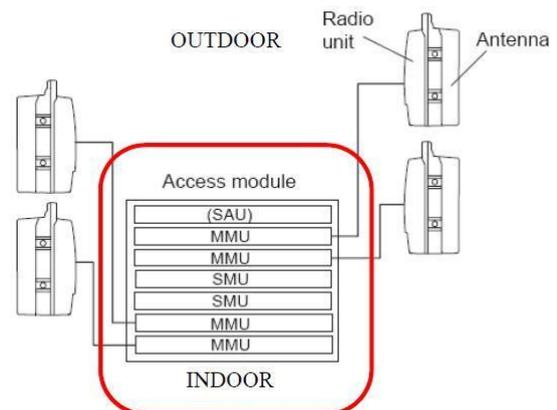
Ethernet over PDH adalah sebuah metode untuk membawa trafik ethernet melalui saluran jaringan PDH seperti E1/T1 atau E3/T3. Teknologi ini digunakan para penyedia layanan yang ingin menambahkan layanan Ethernet Carrier pada infrastruktur yang sudah ada sekarang. Sebagai contoh, ethernet over PDH dapat digunakan oleh operator yang ingin memanfaatkan jaringan PDH mereka dalam memenuhi permintaan pasar dengan biaya rendah, kapasitas bandwidth yang lebih tinggi.

Sedangkan Ethernet over SDH (EoS atau EoSDH) adalah metode yang memungkinkan trafik ethernet dikirimkan melalui jaringan digital hirarki sinkron dengan cara yang efisien dan fleksibel. Ethernet frame yang akan dikirim melalui link SDH sebelumnya dilewatkan pada blok enkapsulasi, biasanya Generic Framing Procedure (GFP) agar data dari paket ethernet yang asinkron dapat disinkronisasi. Aliran data sinkron yang sudah ter-enkapsulasi kemudian dilewatkan melalui blok pemetaan yang biasanya menggunakan rangkaian virtual (VCAT) untuk rute aliran satu bit SDH atau lebih. Setelah melintasi jalur SDH trafik diproses dalam mode sebaliknya, yaitu trafik dilewatkan ke rangkaian pengolahan jalur virtual untuk menciptakan aliran bit asli yang sinkron, diikuti dengan dekapsulasi untuk mengkon-versi data sinkron tersebut untuk kemudian diteruskan ke asynchronous frame ethernet.

## 3. IMPLEMENTASI SWAP

### 3.1. Jaringan Transmisi Sebelum Swap

Pada awalnya, perangkat yang digunakan pada jaringan transmisi Ericsson di Indonesia adalah MiniLink-E (ML-E). MiniLink-E adalah perangkat transmisi yang dikembangkan oleh Ericsson untuk mentransmisikan gelombang mikro point-to-point dengan kapasitas medium. MiniLink-E menyediakan jaringan transmisi radio dari 2 - 17x2 (34+2) Mbit/s, beroperasi antara frekuensi 7 - 38 Ghz. MiniLink-E terdiri dari dua bagian utama, yaitu Indoor Unit dan Outdoor Unit seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar. 9. Konfigurasi MiniLink-E

Ada beberapa kendala yang muncul dengan digunakannya MLE pada jaringan transmisi Ericsson, diantaranya:

1. Terlalu banyak koneksi fisik. Seperti yang sudah di-jelaskan sebelumnya, bahwa traffic routing pada ML-E adalah berupa cross-

connect fisik. Kendala mulai muncul saat site induk mengakomodasi lebih dari 16 E1, bisa dibayangkan cross-connect fisik yang dibu-tuhkan. Selain pemborosan tempat, juga kemungkinan besar dapat terjadi kesalahan koneksi karena pelabelan yang tidak seragam.

2. Throughput data dan sistem monitoring yang terbatas. Throughput data terbatas karena ML-E hanya menye-diaikan interface ethernet sampai 100BASE-TX. Hal tersebut sudah tidak sesuai dengan kebutuhan akses data yang semakin besar sekarang ini. Sistem moni-toring pada ML-E juga mempunyai kelemahan, yaitu hanya dapat memonitor site yang masih dalam satu jaringan HUT saja.
3. Teknik modulasi yang tidak fleksibel. Teknik modulasi yang dapat diakomodir ML-E hanya CQPSK dan 16-QAM. Kendala muncul pada saat musim hujan untuk site dengan modulasi orde tinggi. Pada saat cuaca bu-ruk seharusnya digunakan modulasi orde rendah untuk meningkatkan ketahanan jaringan, tetapi karena teknik modulasi yang digunakan sebelumnya orde tinggi dan tidak bisa berubah secara otomatis maka sering terjadi intermittent atau error pada jaringan.

Untuk mengatasi masalah-masalah tersebut, digunakanlah MLTN sebagai pengganti ML-E. ML-TN adalah versi ter-baru dari MiniLink dimana sistem kerjanya lebih ringkas, terukur dan lebih cost effective. Sistem ini menyediakan traffic routing yang terintegrasi, multiplexing PDH dan SDH, transport ethernet dan juga mekanisme proteksi pada jaringan transmisi. Software traffic routing yang bisa dikon-figurasi meminimalisir penggunaan kabel, meningkatkan kualitas jaringan dan memfasilitasi sistem kontrol jarak jauh.

Berdasarkan penjabaran dasar di atas, dapat dikelompokkan parameter-parameter yang mengindikasikan swap dari ML-E ke ML-TN sangat penting, yaitu:

1. Efisiensi
2. Ekspansi kapasitas dan kecepatan data
3. Nilai investasi jaringan
4. Kualitas jaringan

### 3.2. Jaringan Transmisi Setelah Swap

Sampel studi kasus untuk penelitian ini adalah site Gelora Senayan Gelora Sudirman yang terletak di Jakarta Selatan. Proses swap site Gelora Senayan Gelora Sudirman dari ML-E ke ML-TN dilakukan pada tanggal 11 Maret 2014 dini hari. Prosedur swap dari ML-E ke ML-TN dilakukan bersamaan pada kedua site, yang

secara garis besar dapat ditunjukkan pada diagram alur pada Gambar 10. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Langkah pertama adalah tahap persiapan, yaitu berko-ordinasi dengan pihak operator (dalam hal ini XL-Axiata) mengenai material, data cross-connect exist-ing, data traffic routing baru, PQR, IP Address MLTN dan segala kebutuhan lain sebagai persiapan swap. Begitu pula keadaan di lapangan, tim implementasi harus sudah dalam keadaan siap dengan perangkat baru (ML-TN) yang sudah terinstal dengan baik na-mun belum diaktivasi.
2. Tim tersebut mengambil data dan capture performansi dari ML-E sebelum swap dan memastikan dari kedua sisi bahwa kelengkapan database untuk dokumentasi maupun secara hardware sudah siap, maka proses im-plementasi swap sudah dapat dilakukan.
3. Setelah kedua sisi siap, maka proses swap dapat dim-ulai dengan mematikan MCB (Main Circuit Breaker) daya untuk ML-E yang akan di-swap, memindahkan kabel jumper coaxial dari ML-E ke ML-TN. Secara bersamaan, cross-connect drop E1 dari ML-TN ke po-sisi DDF existing untuk menggantikan drop E1 dari ML-E yang akan di-swap. Proses ini harus dilakukan serempak dengan tim instalasi Outdoor Unit di ke-dua sisi untuk memindahkan kabel coaxial yang ter-pasang pada antena ML-E ke antena ML-TN dan harus memastikan bahwa posisi antena di kedua sisinya dalam keadaan LOS (Line Of Sight). Semakin baik persiapan sebelum swap ML-E, maka durasi down time untuk pengerjaan swap ini akan semakin pendek.
4. Melakukan aktivasi ML-TN dengan mengkonfigurasi parameter-parameter ML-TN seperti radio identity, frekuensi, kapasitas dan power output. Selanjut-nya, melakukan capture level interferensi (Tx Off) untuk memastikan bahwa frekuensi yang digunakan tidak mengalami interferensi (jika terjadi, segera di-ganti dengan frekuensi yang baru). Untuk mengak-tivasi E1 pada site tersebut, maka tahap selanjutnya adalah mengkonfigurasi cross-connect software pada perangkat ML-TN.
5. Jika eksekusi swap berhasil, tahap penyelesaian adalah tahap untuk memastikan ML-TN yang baru dapat diremote oleh integrator dengan langkah-langkah seba-gai berikut : Pertama, mengkonfigurasi IP Address dan Static Routing pada ML-TN yang biasanya sudah

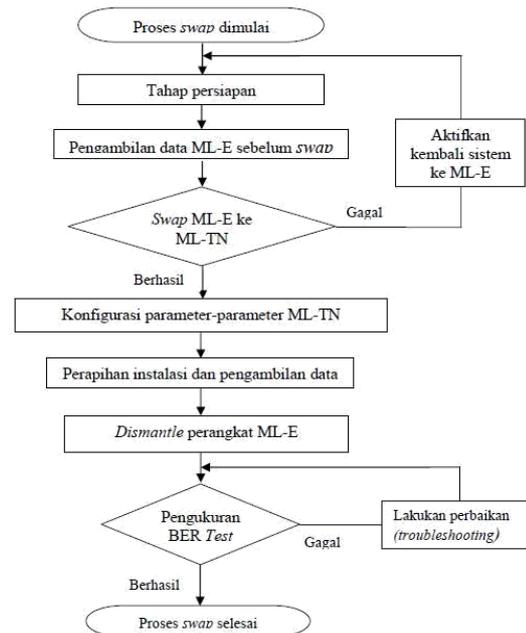
di-tentukan oleh operator. Selanjutnya, melakukan pen-gaturan ethernet traffic (PDH-IME, RLIME, Switch, VLAN) untuk menyokong 3G Node-B ethernet traf-ic. Terakhir, mengunggah LRF (License Request File) agar semua fitur yang ada pada ML-TN dapat digu-nakan.

6. Jaringan transmisi baru akan dibiarkan stand-by se-lama kurang lebih 3 hari untuk melihat kestabilan jaringannya, setelah itu dilakukan pengukuran perfor-mansi menggunakan BER Test. Secara singkat, proses pengukuran BER dapat dijelaskan sebagai berikut : Langkah pertama, loop salah satu E1 di site far-end yang nantinya akan digunakan sebagai E1 BER Test. Setelah itu, membuat crossconnect dummy pada soft-ware ML-TN sesuai dengan posisi crossconnect E1 yang sudah di-loop tadi untuk mengaktifkan E1 BER Test tersebut. Setelah E1 sudah tersedia dan lurus an-tara site near-end dan far-end, selanjutnya alat BER Test dapat dipasang di sisi near-end sesuai dengan posisi E1 BER Test dan dilakukan pengukuran se-lama 24 jam. Memastikan bahwa kabel koneksi untuk crossconnect E1 BER Test tersebut direkatkan ke rak modul ML-TN agar tidak bergerak atau bergeser se-lama 24 jam pengukuran. Salah satu indikator bahwa pengukuran berhasil adalah tampilan layar BER Test yang berwarna hijau. Hal ini menunjukkan bahwa se-lama 24 jam pengukuran tidak ada error yang muncul. Layar akan berubah warna menjadi kuning jika ada error minor yang muncul, dan berwarna merah jika ada error major.

#### 4. PENGUKURAN DAN ANALISA KINERJA

Pengukuran dan analisa kinerja jaringan transmisi dilakukan satu minggu setelah proses swap selesai, berdasarkan parameter-parameter seperti efisiensi, ekspansi kapasitas dan kecepatan data, nilai investasi jaringan, dan kualitas jaringan.

Peralatan dan aplikasi yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi beberapa hal berikut: Anritsu BER Test, Capture HSDPA dan FTP Total Commander. Proses pengukuran dan pengambilan data dilakukan dua kali yaitu sebelum dan setelah dilakukan swap. Data sebelum swap diambil pada tanggal 11 Maret 2014 meliputi capture performansi dan data lainnya pada jaringan ML-E, capture pengukuran HSDPA menggunakan FTP Total Commander.



Gambar. 10. Diagram Alur Implementasi Swap

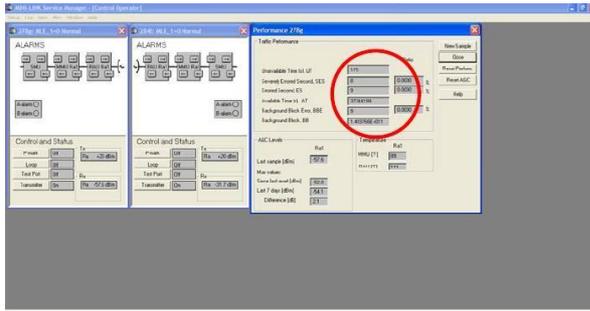
Sedangkan setelah swap, data yang diambil meliputi capture performansi pada jaringan ML-TN, capture pengukuran HSDPA dan juga pengukuran Bit Error Rate (BER) yang dilakukan satu minggu setelah proses swap selesai, yaitu tanggal 18 Maret 2014. Pengukuran nilai BER tidak di-lakukan sebelum proses swap karena data yang diambil tidak akan digunakan lagi dan hanya akan memperlambat proses swap, akan tetapi nilai performansi masih dapat diketahui dari hasil capture performansi pada jaringan ML-E. Capture performansi ini menunjukkan jumlah error yang muncul pada jaringan transmisi. Semakin sedikit error yang muncul, maka kualitas jaringan semakin baik. Jumlah maksimal error yang diperbolehkan pada jaringan transmisi Ericsson sudah ditetapkan seperti terlihat pada Gambar 11 (Ericson, 2008).

Parameter Error	Jumlah Maksimum
SESR (Severely Error Second Ratio)	0.002 %
ESR (Error Second Ratio)	0.16 %
BBER (Background Block Error Ratio)	$16 \times 10^{-6}$ %
UAS (UnAvailable Second)	0

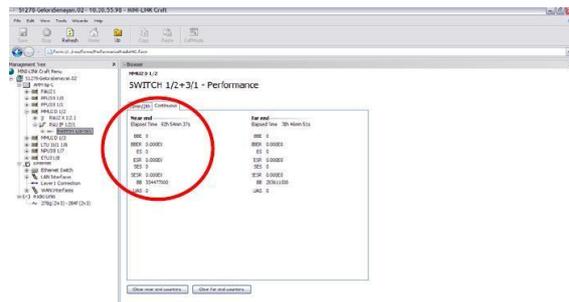
Gambar. 11. Nilai Error Maksimum Jaringan Ericsson

Dari hasil penelitian didapat bahwa terjadi peningkatan kinerja jaringan transmisi setelah swap. Pada ML-E nilai error rata-rata yang muncul yaitu : SESR  $2,81 \times 10^{-6}$ , BBER  $2,64 \times 10^{-4}$ , ESR  $4,68 \times 10^{-6}$ , sedangkan pada ML-TN tidak ada error yang muncul (error = 0). Hasil ini dapat dilihat pada Gambar 12 hingga

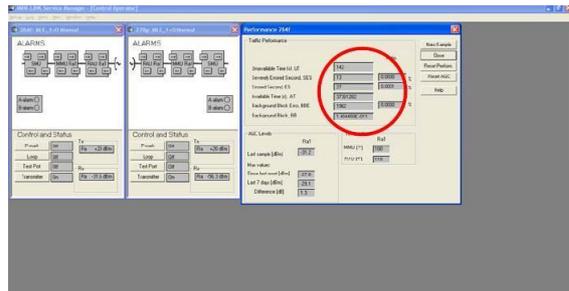
Gambar 15.



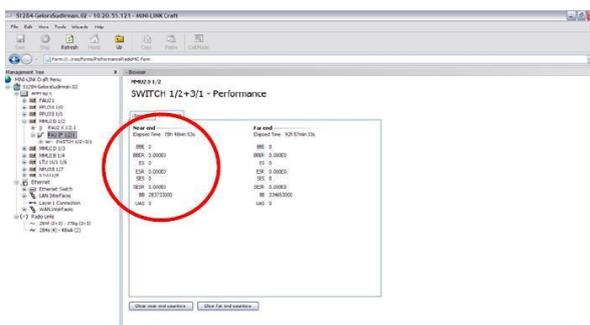
Gambar. 12. Caputer ML-E Gelora Senayan



Gambar. 13. Capture ML-TN Gelora Senayan



Gambar. 14. Caputer ML-E Gelora Sudirman



Gambar. 15. Capture ML-TN Gelora Sudirman

```

File Edit Format View Help
ANRITSU E1 2.00 ,PATT:2E15
START DATE :14/03/18
STOP DATE :14/03/19
START TIME :17:33:12
STOP TIME :17:33:12

FRAMING : PCM=30
INPUT : TERM
TX CLOCK : INTERNAL

MODE : E1

SIGNAL/FREQUENCY
LVL : - 2.1 dB
REC HZ:2048000 REC PPM:+0.0
MAX HZ:2048001 MAX PPM:+0.48
MIN HZ:2048000 MIN PPM:+0.0

CLKSLP : 4294967295

ERRORS COUNT RATE
CODE 0 0.0e-12
FRAME 0 0.0e-09
CRC-4 0 0.0e-08
E BIT 0 0.0e-08

ALARMS COUNT
FAS RAI 0
MFAS RAI 0
ALARM INDICATION SIGNAL 0
SECONDS WITH LOSS OF SIGNAL 0
SECONDS WITH LOSS OF FRAME 0
SECONDS WITH LOSS OF SYNCH 0

PARAMETER COUNT RATE/%
G.821
BIT ERRORS 0 0.0e-12
ERRORED SECONDS 0 0.0e-00
SEVERELY ERROR SECONDS0 0.000
ERROR FREE SECONDS 86400 100
UNAVAILABLE SECONDS 0 0.000
AVAILABLE SECONDS 86400 100
DEGRADED MINUTES 0 0.000
G.826
ERRORED BLOCKS 0 0.0e-08
BACKGROUND BLOCK ERRORS 0 0.0e-08
SEVERELY ERROR SECONDS0 0.000
UNAVAILABLE SECONDS 0 0.000
AVAILABLE SECONDS 86400 100
M.2100/550
ERRORED SECONDS 0 0.000
SEVERAL ERROR SECONDS 0 0.000
PASS/FAIL PASS
    
```

Gambar. 16. Hasil BER-Test Gelora Senayan - Gelora Sudirman

Pengukuran selanjutnya adalah mengukur kecepatan HSDPA yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh atau manfaat langsung dari swap ML-E ke ML-TN terhadap pelanggan, dengan cara mengukur kecepatan download dan upload data pada jaringan HSDPA (atau biasa disebut 3.5G) yang digunakan pelanggan.

Dari hasil pengamatan didapatkan bahwa kecepatan download HSDPA rata-rata sebelum di-swap adalah 2.7 Mbit/s dan kecepatan upload HSDPA rata-rata sebelum di-swap adalah 799 Kbit/s. Sedangkan hasil pengukuran HSDPA setelah di-swap menunjukkan peningkatan kecepatan download rata-rata menjadi 4.6 Mbit/s dan peningkatan kecepatan upload rata-rata 36 menjadi 2.7 Mbit/s.

Pengukuran selanjutnya adalah pengukuran Bit Error Rate yang dilakukan satu minggu setelah swap dengan menggunakan Anritsu BER Test yang memiliki sensitivitas tinggi, prosesnya dilakukan selama 24 jam penuh atau bisa saja lebih, sesuai dengan keinginan pihak operator. Mempertimbangkan faktor keamanan untuk meninggalkan alat yang cukup mahal di site menjadi salah satu alasan mengapa BER Test biasanya hanya dilakukan maksimal 24 jam. Hasil pengukuran yang dapat dilihat pada Gambar 16 menunjukkan bahwa selama pengukuran pada jaringan

transmisi ML-TN tidak ada error yang muncul dan pengukuran dinyatakan PASS.

Parameter perbandingan performa sebelum dan sesudah swap akan dijelaskan sebagai berikut:

#### 4.1. Efisiensi

Efisiensi yang diperoleh setelah menggunakan ML-TN dapat dilihat dari beberapa sisi. Pertama, dilihat dari sisi penanganan fisik yang lebih ringkas. Pada saat melakukan cross-connect, dengan menggunakan ML-TN cross-connect fisik yang harus dilakukan tidak sebanyak pada waktu sebelum di-swap. Hal ini dikarenakan cross-connect bisa dilakukan melalui software traffic routing. Kedua, tool-box QoS membuat transportasi lebih efisien dengan tingkat layanan yang berbeda untuk konten yang berbeda. Toolbox QoS ini memungkinkan untuk membedakan layanan yang ditawarkan kepada setiap pelanggan. Terakhir, karena sudah menggunakan sistem berbasis IP, maka lebih mudah dalam memonitor jaringan karena bisa dikendalikan dari manapun.

Sebagai ilustrasi, seorang teknisi yang sedang berada di site A hendak melakukan troubleshoot, atau mengambil data capture untuk site B. Ketika masih menggunakan ML-E, teknisi tersebut harus mendatangi site B secara langsung. Tetapi dengan menggunakan ML-TN yang sudah berbasis IP, teknisi tersebut tidak perlu mendatangi site B karena site B bisa di-remote dari site A, walaupun dengan kondisi berbeda site HUB. Bahkan tidak hanya bisa memonitor site-site dalam satu BSC, tetapi juga bisa memonitor site-site yang berbeda BSC seperti site C.

#### 4.2. Ekspansi Kapasitas dan Kecepatan Data

Peningkatan kebutuhan pelanggan akan akses data yang sudah melebihi kebutuhan suara (voice) membuat operator telekomunikasi meningkatkan kapasitas dan kecepatan jaringannya.

Penggunaan ML-TN dalam jaringan transmisi adalah pilihan yang tepat karena bisa menggabungkan (hy-brid) antara paket data (ethernet over PDH or SDH) dan E1 (TDM) secara seimbang sebagai sistem transport-nya, sedangkan ML-E hanya menggunakan E1 (TDM) sebagai sistem transport utama. Dari sisi kapasitas modul, satu modul ML-E hanya dapat mengakomodir maksimal 34 Mbps / 16 E1. Sedangkan untuk satu modul ML-TN bisa mengakomodir maksimal 345 Mbps / 80 E1.

Dari hasil pengamatan ditunjukkan terjadi

perbedaan kecepatan baik download maupun upload secara signifikan. Kecepatan download dari rata-rata 2.7 Mbit/s sebelum swap menjadi rata-rata 4.6 Mbit/s. Sedangkan kecepatan upload dari rata-rata 799 Kbit/s menjadi rata-rata 2.7 Mbit/s, meningkat lebih dari tiga kali lipat kecepatan semula. Hal ini disebabkan oleh penggunaan ML-TN yang memiliki kapasitas transport yang lebih besar daripada ML-E yaitu mencapai 1000BASE-TX. Terlebih lagi penggunaan ethernet yang memungkinkan jaringan transmisi memaksimalkan sisa bandwidth yang tersedia untuk menambah kecepatan transport data tersebut.

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka penggunaan ML-TN menjadi sangat diperlukan untuk jaringan transmisi saat ini, apalagi untuk teknologi 3G dan HSDPA yang membutuhkan akses data yang besar.

#### 4.3. Nilai Investasi Jaringan

Salah satu alasan dilakukannya swap dari ML-E ke ML-TN oleh operator telekomunikasi adalah penggunaan ML-TN merupakan salah satu cara operator berinvestasi. Jaringan telekomunikasi masa depan harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat yang semakin besar akan akses data yang cepat dan stabil, dimana hal ini sudah tidak dapat diakomodir oleh jaringan transmisi ML-E.

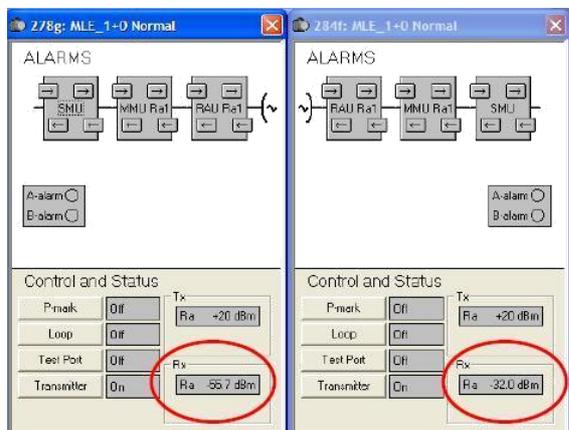
Sebelum mendesain suatu jaringan transmisi, selain kapan dan di mana jaringan tersebut akan diimplementasikan, operator telekomunikasi juga harus memperhatikan kebutuhan kapasitas site. Mampukah jaringan yang sudah ada menyediakan layanan dengan kapasitas yang semakin meningkat di kemudian hari, dan apakah jaringan sudah dipersiapkan untuk layanan mobile broadband di masa depan.

Memang pada awal perkembangan telekomunikasi di Indonesia dimana pelanggan masih lebih banyak menggunakan fitur panggilan telepon (voice), kebutuhan jaringan masih dapat diakomodir oleh ML-E walaupun hanya memiliki kapasitas maksimal 34 Mbit/s.

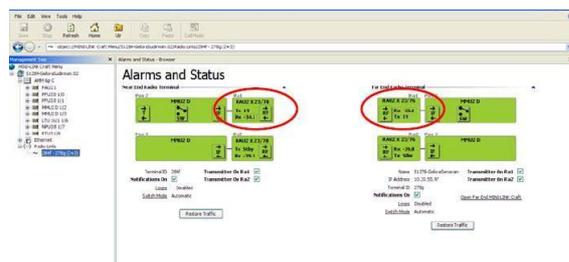
Tetapi jika dibandingkan dengan sekarang, dimana pelanggan lebih banyak menggunakan akses untuk data daripada panggilan telepon (voice), kapasitas 34 Mbit/s yang dimiliki ML-E sudah tidak dapat mengakomodir kebutuhan tersebut. Oleh karena itu jaringan ML-E di-swap dengan ML-TN yang memiliki kapasitas mencapai 345 Mbit/s dan merupakan investasi untuk memenuhi kebutuhan jaringan di masa depan yang diprediksi akan semakin meningkat.

#### 4.4. Kualitas Jaringan

Ada cara mudah dan cepat untuk mengetahui kualitas jaringan transmisi yaitu dengan membandingkan capture Receive Level antara ML-E dengan ML-TN, seperti ditunjukkan pada Gambar 17 dan Gambar 18.



Gambar 17. Rx Level Pada ML-E



Gambar 18. Rx Level Pada ML-TN

Pada Gambar 17 dan Gambar 18 terlihat nilai Rx Level yang timpang antara site Near-End dan Far-End, dimana perbedaannya mencapai 23.7 dBm. Seharusnya perbedaan nilai Rx Level yang normal adalah kurang-lebih 3 dBm antara Near-End dengan Far-End, dan kurang lebih 5 dBm antara RAU (Radio Unit) pada masing-masing site (jika menggunakan diversity). Nilai Rx Level yang timpang ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya perangkat MiniLink yang rusak, pemasangan connector yang tidak sempurna, alignment antena yang tidak sesuai, bahkan bisa disebabkan oleh interferensi dengan frekuensi lain.

Hal ini dapat menyebabkan kualitas jaringan transmisi menjadi buruk, sering muncul error pada saat mengirimkan data. Nilai Rx Level yang normal adalah seperti terlihat pada capture ML-TN di-mana perbedaan antara Near-End dan Far-End hanya sebesar 1 dBm dan pada RAU di masing-masing site perbedaannya tidak melebihi kurang lebih 5 dBm dari planning yaitu sebesar -34.5 dBm. Perbandingan banyaknya error yang muncul

pada saat sebelum swap (menggunakan ML-E) dan setelah swap (menggunakan ML-TN) ditunjukkan pada Gambar 19.

Parameter	1278 Gelora Senayan		1284 Gelora Sudirman	
	Sebelum	Setelah	Sebelum	Setelah
ES (Errored Second)	9	0	27	0
SES (Severely Errored Second)	8	0	13	0
BBE (Background Block Error)	9	0	1962	0
BB (Background Block)	1,4937660 <sup>11</sup>	334477000	1,494450011	283733000
Unavailable Time	175	0	142	0
Available Time	37344199	33447.7	37361282	28373.3

Gambar 19. Perbandingan Hasil Pengukuran Performansi

Berdasarkan Gambar 19 diketahui bahwa kinerja jaringan transmisi pada site Gelora Senayan maupun Gelora Sudirman mengalami peningkatan setelah dilakukan swap. Errored Second muncul pada jaringan ML-E, sedangkan tidak ada Errored Second yang muncul sama sekali pada jaringan transmisi setelah di-swap ke ML-TN. Walaupun ML-TN masih dengan Available Time yang masih lebih sedikit daripada ML-E, tetapi dari persentase ML-TN memiliki kinerja yang lebih baik. Selain itu, perbandingan di atas juga menunjukkan nilai UnAvailable Second (UAS) pada ML-E sudah melampaui nilai maksimum yang diperbolehkan, yaitu 0 detik.

Selain hasil pengukuran yang sudah diperoleh menggunakan BER Test, nilai error yang akan muncul juga dapat diprediksi dengan perhitungan yang sudah disebutkan pada bab 2. Gambar 20 memperlihatkan hasil perhitungan tersebut.

Parameter Error	Performansi ML-E		Performansi ML-TN		Perhitungan BER Manual	
	Gelora Senayan	Gelora Sudirman	Gelora Senayan	Gelora Sudirman	Gelora Senayan	Gelora Sudirman
SESR (%)	2,14x10 <sup>-6</sup>	3,48x10 <sup>-6</sup>	0	0	1,028x10 <sup>-11</sup>	1,212x10 <sup>-11</sup>
BBER (%)	2,41x10 <sup>-6</sup>	5,25x10 <sup>-4</sup>	0	0	2,81x10 <sup>-8</sup>	3,31x10 <sup>-8</sup>
ESR (%)	2,14x10 <sup>-6</sup>	7,23x10 <sup>-6</sup>	0	0	2,25x10 <sup>-4</sup>	2,64x10 <sup>-4</sup>

Gambar 20. Perbandingan Hasil Perhitungan Performansi

Dapat dilihat pada Gambar 20 bahwa kinerja MLTN lebih baik jika dibandingkan dengan ML-E, karena pada ML-TN tidak ada sama sekali error yang muncul. Walaupun nilai ESR pada ML-E masih lebih baik daripada nilai ESR dengan perhitungan manual pada kondisi multipath terburuk, tetapi pada dua parameter lainnya yaitu SESR dan BBER, nilai ML-E lebih buruk daripada perhitungan manual yang diperoleh.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisa, maka diperoleh kesimpulan akhir dari pembahasan materi ini. Beberapa kesimpulan yang dapat diambil, yaitu peningkatan kinerja jaringan transmisi terjadi setelah swap. Pada MLE nilai error rata-rata yang muncul yaitu : SESR  $2,81 \times 10^{-6}$ , BBER  $2,64 \times 10^{-4}$ , ESR  $4,68 \times 10^{-6}$ , sedangkan pada ML-TN tidak ada error yang muncul (error = 0). Berdasarkan hasil tersebut dan perhitungan manual, walaupun ada satu parameter kinerja ML-E yang masih lebih baik daripada perhitungan error manual ML-TN pada kondisi multipath terburuk, tetapi jelas terbukti bahwa ML-TN memiliki kinerja yang lebih baik daripada MLE karena tidak muncul error sama sekali pada jaringan ML-TN dan nilai UnAvailable Second ML-E sudah melebihi batas yang ditetapkan. Untuk itu pihak operator telekomunikasi (dalam

kasus ini PT. XL-Axiata) melakukan swap jaringan transmisinya menggunakan ML-TN.

## DAFTAR PUSTAKA

- Jaringan SDH (Synchronous Digital Hierarchy), [http://elektronika-dasar.web.id/teori\\_elektronika/jaringan-sdh-synchronousdigital-hierarchy/](http://elektronika-dasar.web.id/teori_elektronika/jaringan-sdh-synchronousdigital-hierarchy/), Online: accessed 15 Mei 2014.
- “PDH dan SDH Serta Perbedaannya,” <http://ilmukomputer.org/2013/02/04/pdh-dan-sdh-serta-perbedaannya/>, Online; accessed 15 Mei 2014.
- Ericsson AB, “MINI-LINK TN ETSI Indoor Installation Manual,” Tech. Rep., Ericsson AB, 2008.
- Ericsson AB, “MINI-LINK TN ETSI Technical Description,” Tech. Rep., Ericsson AB, 2008.
- Ericsson AB, “MINI-LINK TN Operation Manual,” Tech. Rep., Ericsson AB, 2008.