

Analisis *Continuity of Service* (CoS) Jaringan Trunk Serat Optik Berbasis *Synchronous Digital Hierarchy* (Studi Kasus PT Telkom Indonesia Medan)

Jamsir Simanjuntak¹, Sindak Hutauruk² Johandi Sipayung³

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen

jamsersiamnjuntak@uhn.ac.id

Abstrak

Synchronous Digital Hierarchy (SDH) adalah suatu multiplexing pada jaringan trunk atau backbone telekomunikasi optik. Sistem multiplexing lama adalah Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH) bekerja dengan pulsa detak maksimum pada setiap simpul (switching node), sedangkan SDH menggunakan pointer untuk menandai awal payload. Nilai pointer mempengaruhi fasa tegangan pada titik akhir jaringan. Kelebihan lain SDH adalah sifatnya yang self healing dan manajemen multiplexing yang baik. Dalam penelitian ini dilakukan analisa terhadap CoS (Continuity of Service) pada trunk yang menghubungkan Arnet Medan Centrum (MDNC) dengan Pulo Brayan (PBR) PT Telkom Indonesia. Analisis CoS didasarkan pada banyaknya gangguan yang terjadi pada trunk penghubung kedua sentral. Berdasarkan data dan hasil analisa, diperoleh bahwa CoS jaringan trunk atau backbone dari dua lokasi adalah 99,995054% untuk Medan Centrum (MDNC) dan 99,999401% untuk Pulo Brayan (PBR), nilai ini merupakan indikasi bahwa jaringan trunk tersebut pada kondisi kinerja yang baik.

Kata kunci: Continuity of Service, Trunk, Serat optik, Kinerja

Abstract

Synchronous Digital Hierarchy (SDH) is a multiplexing on a trunk network or optical telecommunications backbone. The old multiplexing system is Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH) working with a maximum clock pulse at each switching node, while SDH uses a pointer to mark the start of the payload. The pointer value affects the voltage phase at the network endpoint. Another advantage of SDH is its self-healing nature and good multiplexing management. In this study, an analysis of CoS (Continuity of Service) on the trunk that connects Arnet Medan Centrum (MDNC) with Pulo Brayan (PBR) of PT Telkom Indonesia was carried out. CoS analysis is based on the number of disturbances that occur in the trunk connecting the two central. Based on the data and analysis results, it is found that the CoS of the trunk or backbone network from the two locations is 99.995054% for Medan Centrum (MDNC) and 99.999401% for Pulo Brayan (PBR), this value is an indication that the trunk network is in a good performance condition.

Keywords: Continuity of Service, Trunk, Optical Fiber, Performance.

PENDAHULUAN

Pada sistem transmisi, diperlukan jaringan utama - *backbone* atau *trunk* yaitu suatu istilah untuk menyatakan jaringan transmisi berkapasitas besar. Kapasitas yang besar ini biasanya dibutuhkan untuk mendukung transmisi data, suara, gambar, dan video sekaligus dengan kecepatan tinggi dan kualitas yang baik. Dalam menggelar jaringan *backbone*, media transmisi optik teknologi *Synchronous Digital Hierarchy* (SDH) menjadi sangat menarik. Seiring dengan kemajuan teknologi, kebutuhan akan kapasitas transmisi yang terus meningkat sehingga diperlukan teknologi yang dapat menampung transmisi informasi dengan kapasitas besar. Teknologi penggabungan beberapa saluran transmisi (*line*) kecil menjadi satu *line* yang lebih besar

(*multiplexing*) dan sebaliknya (*demultiplexing*) menjadi sangat dibutuhkan guna efisiensi jaringan. Sistem *Multiplexing* dibagi menjadi 2 yaitu: sistem *multiplexing* digital dan sistem *multiplexing* analog. Ada dua sistem *multiplexing* digital yaitu: PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*) dan SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*) dan dalam penelitian ini topik yang dibahas adalah SDH.

Sebuah *Network Element* (NE) akan menggabungkan saluran – saluran transmisi dari banyak saluran akses (*access network*) dengan kapasitas tertentu ke sebuah saluran transmisi dengan kapasitas lebih besar yang sering disebut sebagai *backbone*. Kebutuhan *backbone* yang besar langsung ikut mempengaruhi jumlah NE. Semakin besar dan luas jaringan *backbone* maka akan semakin banyak pula NE yang dibutuhkan. Agar dapat

memonitor, mengevaluasi, dan mengoperasikan *backbone* yang telah terpasang dan sedang beroperasi maka dibutuhkan suatu sistem manajemen jaringan. Sistem manajemen jaringan ini terdapat pada teknologi SDH dan sering disebut sebagai *Network Management System (NMS)*.

Peran NMS dalam *backbone* teknologi SDH adalah untuk mengelola gangguan (*fault management*), mengatur kinerja (*performance management*), mengatur konfigurasi (*configuration management*) dan mengatur pengamanan (*security management*). Pada penelitian ini penulis membahas salah satu fungsi yang ada pada NMS yaitu *fault management* yang merupakan kendali jaringan terhadap gangguan. Penelitian dilakukan dalam bentuk identifikasi gangguan. Untuk bisa mengidentifikasi suatu gangguan maka diperlukan parameter atau indikator yang membedakan antara NE yang mengalami gangguan dengan yang tidak mengalami gangguan. Parameter tersebut adalah sinyal alarm. Suatu NE akan terdeteksi mengalami gangguan apabila NE tersebut memberikan sinyal alarm ke NMS. Dan gangguan yang terdeteksi tersebut akan di tampilkan pada layar monitor komputer NMS. Kemudian, akan dianalisis mengenai nilai kemampuan pelayanan jaringan *backbone* terhadap pengguna layanan sebagai *Continuity of Service (CoS) backbone* tersebut.

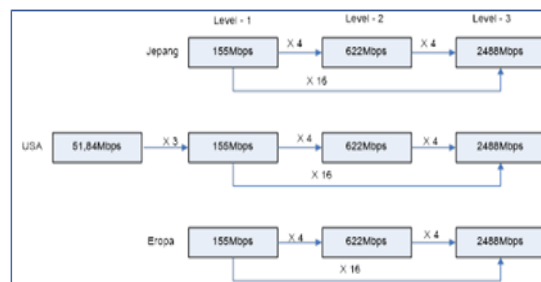
KAJIAN LITERATUR DAN TEORI

Pada sistem SDH, bit rate dasar sinyal SDH diberi nama STM-1 (*Synchronous Transport Modul level -1*) dengan kecepatan 155,52 Mbps[1]. *Bit rate* ini merupakan level terendah yang ditransmisikan oleh SDH melalui media transmisi seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Bit rate untuk setiap level di atasnya merupakan kelipatan 4 kali level sebelumnya. Jadi, bit rate STM-4 adalah 4 kali STM-1, bit rate STM-16 adalah 4 kali STM-4 atau 16 kali STM-1 [2], [3].

Tabel 1. Line Rate Sistem SDH

Level	Persamaan SDH	Line Rate (Mbps)	Payload (Mbps)	Overhead (Mbps)
Level-1	STM-1	155,52	150,336	5,184
Level-2	STM-4	622,08	601,344	20,736
Level-3	STM-16	2488,32	2405,376	82,944
Level-4	STM-64	9953,28	9621,504	331,774

Hierarki sistem SDH ini dapat dilihat pada Gambar 1. Oleh sebab itu bisa dikatakan bahwa hierarki sinyal SDH adalah sinkron, karena besarnya bit rate *output* sama dengan besarnya jumlah bit rate *input*.



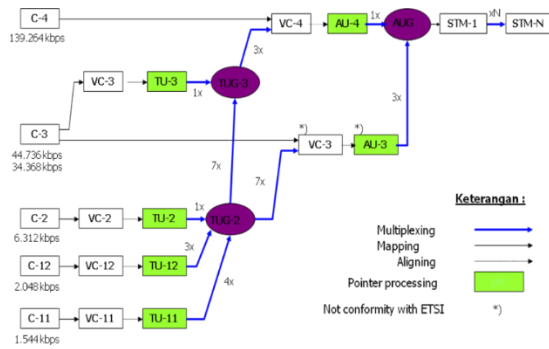
Gambar 1. Hierarki Sistem SDH

SDH memiliki 2 kelebihan yaitu fleksibilitas yang demikian tinggi dalam hal konfigurasi kanal pada simpul - simpul jaringan dan adanya kemampuan meningkatkan manajemen jaringan baik untuk *payload traffic*-nya maupun elemen - elemen jaringan. Secara bersama - sama kondisi ini akan memungkinkan jaringan untuk dikembangkan dari struktur transport yang bersifat pasif pada SDH ke dalam jaringan lain yang secara aktif mentransportasikan dan mengatur informasi.

Beberapa kemampuan teknologi yang dimiliki oleh SDH antara lain: *self - healing* yaitu kemampuan perutean ulang (*re-routing*) lalu lintas komunikasi secara otomatis tanpa interupsi layanan, kemampuan *service on demand* yaitu terkait dengan provisi yang cepat *end-to-end*, kemampuan akses yang fleksibel dan manajemen yang fleksibel dari berbagai lebar pita tetap ke tempat - tempat pelanggan, kemampuan evaluasi gangguan lebih baik dengan tersedianya bit-bit *overhead*, kemampuan *various interface* yang dapat mentransmisikan berbagai macam sistem hierarki yang ada dan standard SDH membantu kreasi struktur jaringan yang terbuka.

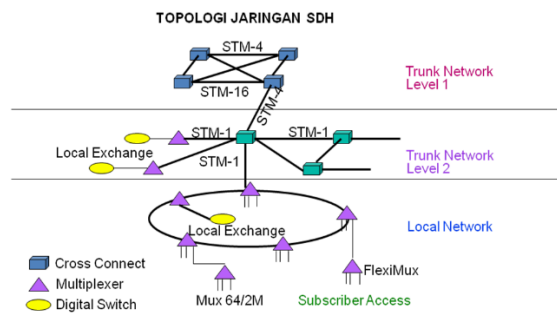
Oleh karena itu, terdapat banyak keuntungan penggunaan sistem SDH yaitu: meningkatkan *bandwidth availability* dan mengurangi jumlah perangkat di jaringan serta kemudahan dalam *maintenance*, menambah fleksibilitas dari jaringan tersebut, meningkatkan efisiensi serta kehandalan dari jaringan. *Survivability* yaitu mendeteksi secara dini kerusakan pada *node* dan *link* dengan menggunakan struktur *self healing ring*, yang mengkonfigurasi rute lalu lintas secara otomatis apabila terjadi kerusakan pada perangkat dan

mengembalikan seperti semula jika perangkat sudah normal.



Gambar 2. Pemetaan SDH

Topologi jaringan SDH secara umum dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Topologi Jaringan SDH

Digital Cross Connect (DXC) berfungsi untuk menghubungkan (multiplex/demultiplex) sinyal - sinyal digital SDH, misalnya STM-1 dengan STM- 1, STM-4 dengan STM-1, dan seterusnya. DXC juga dapat digunakan untuk menghubungkan PDH dengan SDH. Dalam struktur jaringan yang berbentuk cincin, elemen yang paling banyak digunakan adalah Add/Drop Multiplexer (ADM). Tugas ADM sebagai multiplexer ialah menyisipkan sinyal SDH atau PDH ke dalam cincin. SDH dimana ia berada. Sebaliknya sebagai demultiplexer ADM melepaskan suatu sinyal tertentu dari cincinnya.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, analisis CoS dilakukan pada sebuah perusahaan yang beberapa backbone-nya menerapkan teknologi SDH yaitu PT.Telekomunikasi Indonesia.Tbk. Dalam hal ini, Penulis melakukan penelitian secara khusus di Arnet Medan Centrum

(MDNC) dan Pulo Brayon (PUBA). Dalam penelitian ini, beberapa data merupakan data sekunder dan beberapa data merupakan hasil pengamatan/ pengukuran di lapangan. Dalam penelitian ini, digunakan peralatan berupa NMS yaitu sebuah PC berbasis TMN yang dikembangkan dan di desain untuk bekerja di IBM PC. NMS didesain sebagai sistem multiuser dengan arsitektur client/server dengan jenis dan karakteristik seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen Hardware NMS

No	Sepesifikasi	NMS Net server	NMS Server	NMS Client
1	Jenis CPU	P4	Single P3 atau P4	Single P3 atau P4
2	Clock Rate	> 800 MHz	> 800 MHz	> 800 MHz
3	Main Memory	512 MB – 1 GB	> 1 GB	> 512 MB
4	Disk Memory	> 18 GB	> 36 GB	> 9 GB
5	Monitor	17"	17"	21"
6	OS	Windows XP	Windows XP	Windows XP

Hal pertama yang dilakukan adalah melakukan analisis terhadap gangguan yang ada. Perlu diketahui bahwa byte - byte yang memberikan informasi alarm adalah byte - byte akibat. Artinya, byte-byte ini tidak akan aktif jika tidak ada sebab (kegagalan). Gangguan dalam hal ini adalah kegagalan pengiriman sinyal dari Transmitter (Tx) ke Receiver (Rx). Yang memberi tahu adanya suatu kegagalan adalah Bit Interleaved Parity (BIP). Dalam penelitian ini, BIP-n adalah suatu mekanisme check error yang pada intinya mengecek kesesuaian antara sinyal informasi yang dikirim dari transmitter dengan sinyal yang diterima oleh receiver.

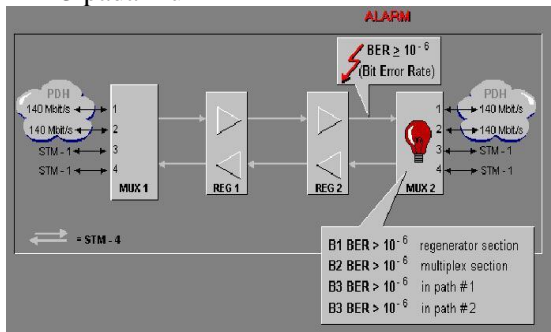
Dalam mengidentifikasi suatu kegagalan, BIP-n ini dikerjakan oleh byte - byte yang terletak pada overhead. Jadi mekanisme monitoring jaringan SDH akan lumpuh jika tidak ada byte - byte overhead tersebut. BIP-n membagi sederetan bit yang datang menjadi n-bit - n-bit. Masing - masing bagian dari n-bit tersebut dikalkulasi dengan mekanisme tertentu. Hasilnya disimpan di BIP-n blok berikutnya. Isi dari BIP-n awal adalah bit - bit tertentu yang sudah diinisialisasi. Pada sisi transmitter, code generator yang didapat pada frame STM - N#1 disimpan di BIP-8 yang terletak pada frame berikutnya (STM - N #2). Lalu nilai dari code generator dibandingkan dengan code generator yang tersimpan di BIP-n pada frame setelahnya, kemudian kedua code generator ini dibandingkan. Jika terjadi ketidaksesuaian maka ada error. Kuantitas dari banyaknya error ini disimbolkan atau

dinyatakan dengan *Bit Error Rate* (BER). Pada sisi receiver juga membentuk *code generator* dengan mekanisme yang sama dengan transmitter dan dengan demikian maka pada akhirnya akan bisa dilakukan perbandingan dan *error checking*.

Untuk *error monitoring*, byte – byte yang berperan adalah byte B. Berdasarkan Gambar 4, dapat dijelaskan beberapa hal terkait fungsi yang ada antara lain: B1 untuk *regeneration section* (terletak pada RSOH), B2 untuk *multiplex section* (terletak pada MSOH), B3 untuk *higher order path section* (terletak pada POH) dan BIP-2 pada V5 untuk *lower order path*. B1 dievaluasi dan di-generate ulang pada tiap NE yang berfungsi sebagai regenerasi sinyal. B2 dievaluasi dan di-generate ulang pada tiap – tiap *multiplexer*. Sedangkan B3 dievaluasi dan di-generate ulang pada *multiplexer* di *higher order path layer*.

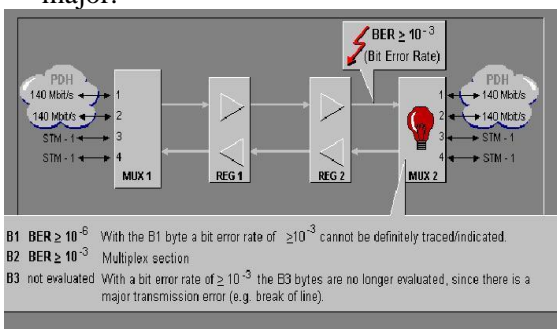
Cara Melakukan Analisa:

1. Terjadi error diantara regenerator 2 dan multiplexer 2 dengan $BER \geq 10^{-6}$ arah Tx. Yang mendeteksi error adalah : B1, B2, dan B3 pada mux 2



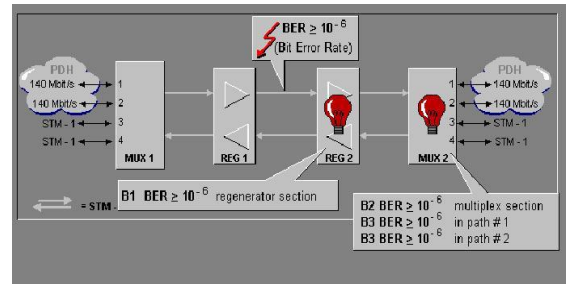
Gambar 4. Error Checking

2. Terjadi error diantara regenerator 2 dan multiplexer 2 dengan $BER \geq 10^{-3}$ arah Tx. Yang mendeteksi error B1 dan B2 pada mux 2. B3 tidak dievaluasi karena $BER \geq 10^{-3}$ diasumsikan sebagai transmisi error yang major.



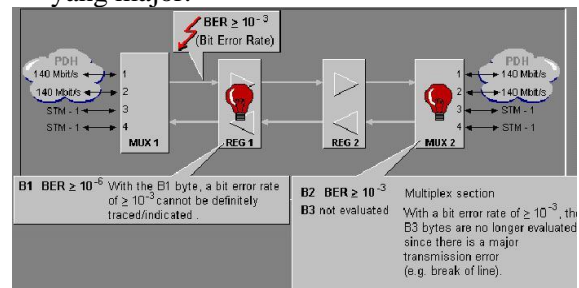
Gambar 5. Error Checking

3. Terjadi error diantara regenerator 1 dan regenerator 2 dengan $BER \geq 10^{-6}$ arah Tx. Maka akan dideteksi error B1 pada regenerator 2 dan B2 serta B3 di multiplexer 2



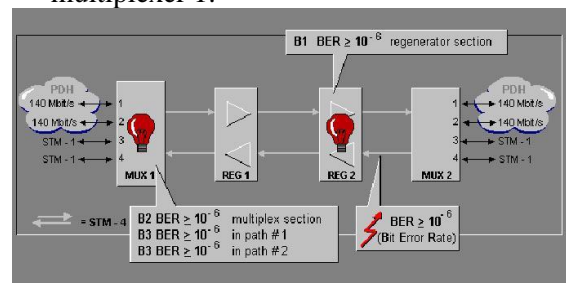
Gambar 6. Error Checking

4. Terjadi error diantara multiplexer 1 dan regenerator 1 dengan $BER \geq 10^{-3}$ arah Tx. Maka yang mendeteksi error adalah B1 di regenerator 1 dan B2 di multiplexer 2. Untuk B3 tidak di-evaluasi karena $BER \geq 10^{-3}$ diasumsikan sebagai transmisi error yang major.



Gambar 7. Error Checking

5. Terjadi error diantara regenerator 2 dan multiplexer 2 dengan $BER \geq 10^{-6}$ arah Rx. Yang mendeteksi error ini adalah B1 di regenerator 2 dan B2 serta B3 di multiplexer 1.



Gambar 8. Error Checking

Pada awal pembahasan, *Bit Interleaved Parity* dijelaskan bahwa alarm adalah suatu akibat dari kegagalan (error). Telah dibahas bagaimana suatu NE mendeteksi error. Selanjutnya akan dijelaskan mekanisme akibat pasca ditemukannya sebuah error. Operator ingin mengetahui semua kegagalan dalam sistemnya.

Pada system SDH ini parameter yang memberitahu telah terjadi suatu kegagalan adalah alarm.

Pada dasarnya jika suatu NE mendeteksi error maka ia akan menyebabkan beberapa indikasi antara lain:

1. Primary alarm yaitu: merupakan alarm yang muncul akibat adanya suatu error dan berhubungan langsung dengan akar permasalahan dari error tersebut berfungsi untuk memberi tahu identitas gangguan. Contoh dari primary alarm ini adalah : Loss of Signal(LOS), Loss of Pointer(LOP), Loss of Frame(LOF).
2. Secondary alarm yaitu: alarm muncul akibat adanya suatu kegagalan (error) namun penyebab munculnya secondary alarm ini tidak berhubungan langsung dengan akar permasalahan dari penyebab error. Biasanya secondary alarm ini memberitahu keadaan NE yang menderita error ke sekitarnya dan men-disable suatu path tertentu yang menderita error. Arah dari secondary alarm ini adalah forward dan akan menimbulkan sinyal AIS (Alarm Indication Signal)
Section AIS ada jika terjadi :
 - Menerima section AIS (digenerator)
 - Tidak ada signal STM – N (digenerator)
 - Kehilangan Frame Alignment Signal (digenerator)
 - Gangguan fungsional di internal pada MUX/REG system.

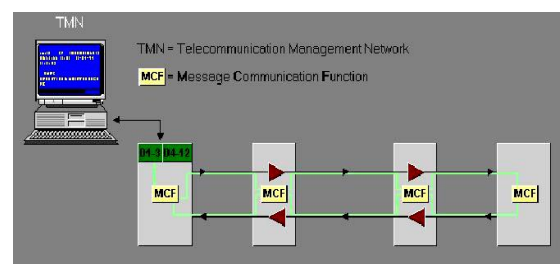
3. Remote Alarm Indication (RAI).
Remote Alarm Indication (RAI) muncul karena adanya suatu kegagalan(error). Fungsi utama dari RAI ini adalah memberitahu ke stasiun pengirim bahwa penerima tidak mendapatkan sinyal informasi. Ada 2 jenis RAI, yaitu Far End Block Error (FEBE) dan Far End Receive Failure (FERF). Secara fungsional kedua jenis ini sama fungsinya. Namun FEBE memberikan informasi lebih dari sekadar memberitahu bahwa sinyal tidak sampai. FEBE memberikan informasi tambahan akan jumlah block yang error. Informasi tambahan akan digunakan untuk performansi dari jaringan SDH. Arah dari RAI adalah backward. 1) Far End Block Error (FEBE).

Ada 2 jenis dari FEBE antara lain: Path FEBE yaitu akibat dari terdeteksinya error dari B3. Sinyal yang membawa path FEBE ini adalah byte G1 dari POH. Jenis kedua yaitu Section FEBE yang terjadi akibat dari terdeteksinya error dari B2. Sinyal yang membawa section FEBE ini adalah M1 dari MSOH.

Selain itu, ada 2 jenis FERF antara lain Path FERF yaitu kondisi dimana Bit 5 dari G1 pada POH di set “1”. Path FERF ada jika terjadi: $BER > 10^{-4}$, AIS pada VC – 4, tidak ada signal VC – 4. Kesalahan path trace pada byte J1. section FERF Bit 6, 7, dan 8 dari byte K2 pada MSOH di set “110”. Section FERF ada jika terjadi: B2 $BER > 10^{-3}$, section AIS, Kehilangan sinyal STM – N, serta terjadinya kehilangan Frame Alignment Signal(FAS)

Dalam monitoring jaringan, suatu NMS tidak dapat mengontrol jaringan jika tidak dibantu kerjasamanya dari network element itu sendiri. Terciptanya NMS dikarenakan sistem multiplexing SDH memiliki dan menyediakan byte-byte khusus yang digunakan untuk monitoring jaringan. Byte-byte yang berfungsi untuk kontrol jaringan tersebut adalah overhead (SOH dan POH). Untuk mendeteksi adanya gangguan melibatkan lebih dari satu network element. Karena melibatkan lebih dari satu network element tentunya pasti ada media yang mengatur transfer informasi ini.

Media tersebut adalah Data Communication Channel (DCC). Kanal ini adalah kanal khusus yang digunakan untuk management jaringan oleh software. Tiga pada RSOH (D1 – D3) dan sembilan pada MSOH (D4 – D12). Bila dihitung – hitung kapasitas kanal ini adalah $3 \times 64 \text{ Kbps} = 192 \text{ Kbps}$ ditambah $9 \times 64 \text{ Kbps} = 576 \text{ Kbps}$. Dan menurut Huawei, besar bandwidth ini bisa menampung hingga 1000 network element pada satu jaringan. Untuk D1-D3 untuk komunikasi antar regeneration section ke TMN/NMS sedang D4-D12 untuk komunikasi antar multiplex section ke TMN/NMS.



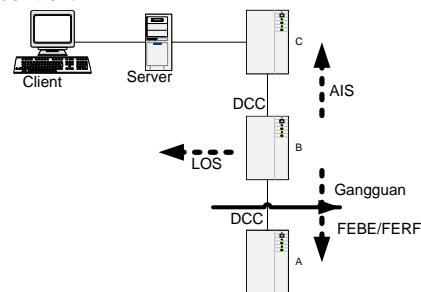
Gambar 9. Kanal DCC

Dilihat dari banyaknya network element mungkin dapat dibuat hanya satu jaringan SDH terintegrasi. Namun di PT.Telekomunikasi Indonesia,Tbk hal ini tidak dilakukan. PT.Telekomunikasi Indonesia,Tbk menganut sistem multivendor yang artinya network element yang ada bukan berasal dari satu vendor. Hal ini memberikan keuntungan dan kelebihan tersendiri. Jika hanya satu vendor yang mensuplai semua network element maka semua operasi, administrasi, pemeliharaan dan pengendalian akan sangat mudah bahkan jaringan tersebut dapat di –manage hingga ke level bisnis. Namun kelemahannya untuk sistem ini adalah ketergantungan terhadap vendor tersebut. Jika PT.Telekomunikasi Indonesia,Tbk sudah bergantung pada vendor tertentu maka akan banyak dijumpai kesulitan – kesulitan di masa yang akan datang, seperti kontrol harga NE, implementasi teknologi, ketersediaan barang,dll. Untuk sistem multi vendor jelas kelemahan yang terjadi pada sistem satu vendor bisa teratasi namun operasi, administrasi, pemeliharaan dan pengendalian akan terasa lebih rumit, walaupun international sudah men-standardisasi sistem SDH. Namun penerapannya tidak sampai pada proses yang terjadi di NE, jadi pada saat pengintegrasian NE dengan NE yang berbeda vendor, banyak keterbatasan dalam pengendalian jaringan oleh software. Misal TNMS adalah NMS untuk Siemens. TNMS tidak dapat mengkonfigurasi NE pada suatu jaringan jika NE tersebut bukan berasal dari Siemens. NE yang bukan berasal dari Simens ini dikenali oleh TNMS sebagai Universal Object (UNO).

Dalam suatu sistem multivendor diperlukan kanal komunikasi data antara NMS dan NE selain DCC. Kanal tersebut adalah Data Communication Network (DCN). Untuk satu vendor juga kadang diperlukan DCN, mungkin karena jarak antar NE yang terpisah jauh atau untuk maksud tertentu. Pada intinya fungsi DCN sama dengan DCC, namun perbedaannya hanyalah DCC sudah disediakan dalam SDH (inband) dan DCN adalah jaringan baru yang dibuat oleh operator yang fungsinya sama dengan DCC dan tidak disediakan oleh SDH. Byte-byte DCN ini dikenali SDH sebagai traffic biasa yang lokasinya terdapat pada kontainer di sistem SDH (outband).

Suatu NE secara berkala memberikan informasi ke NMS melalui DCC/DCN. Byte-byte yang ada dicocokkan dengan byte-byte yang ada di server NMS. Server memiliki

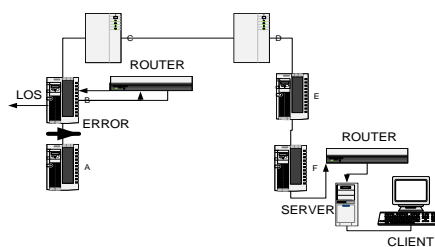
database tentang kondisi-kondisi NE. Apakah NE tersebut dalam keadaan normal atau tidak normal. Byte – byte ini di kirim ke client dan di client byte-byte ini dikodekan dengan bahasa pemrograman tertentu ke dalam bentuk Ghrapical User Interface (GUI) sehingga operator dapat memahami event – event yang terjadi di NE. Contoh jika NE satu jaringan pada server.



Gambar 10. Alur Alarm Report

Error timbul antara NE A dan NE B. NE B mengenerate LOS, AIS, dan FEBE/FERF. Untuk pengiriman AIS ke NE C melalui Byte K2 ,FERF/FEBE ke NE A melalui Byte G1. Pengiriman LOS dari NE B, AIS dari NE C dan FEBE/FERF dari NE A ke NMS melalui DCC karena NE satu jaringan dengan server.

Jika NE tidak berada dalam satu jaringan dengan server. Maka karena NE tidak berada dalam satu jaringan dengan server maka dibutuhkan DCN.



Gambar 11. Alur Konfigurasi Fisik DCN

Misal NE A, B, E, F dari Huawei, NE C dan D selain Huawei. Error diantara NE A dan NE B. NE B mengirim alarm ke NMS. Bit – bit alarm yang dibawa melalui DCC masuk ke router A dan data dari router A masuk lagi ke NE B melalui jalur trafic data. Sampai NE F data tersebut dikeluarkan ke router B dan dikirim ke server. Sampai server bit – bit alarm tadi di bandingkan dengan database yang ada. Informasi alarm tadi diteruskan ke Client untuk ditampilkan ke operator melalui GUI. Seharusnya mekanisme ini bisa langsung

dilakukan melalui DCC, namun NE C dan NE D tidak mengerti bahwa NE B membawa informasi alarm pada byte overheadnya. ketika sudah sampai di NE E dan NE F byte alarm yang dibawa dari NE B dikenali dan langsung dipisahkan yanghng akhirnya sampai di router.

Tahap Pengumpulan Data

Dalam penyampaian informasi gangguan ke NMS biasanya memberikan 3 parameter berikut sebagai identitas yaitu : NE, Object Type dan Object Location. Ada 6 tingkatan sinyal alarm yang memberikan informasi sejauh mana kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu error pada NE tertentu. Tingkatan tersebut adalah :

Tabel 3 Alarm Color Severity

Alarm	Warna Pada NMS
Indeterminate	Putih
Critical	Merah
Major	Orange
Minor	Kuning
Warning	Biru
Cleared	Hijau

Metoda pengumpulan data akan diuraikan berikut:



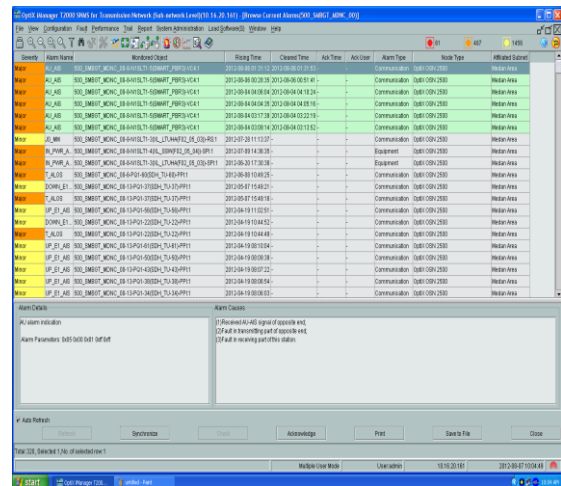
Gambar 12. Alarm Color Severity

Untuk melihat alarm-alarm ini pada NMS dilakukan lewat 3 cara. Berikut ini cara menampilkan alarm tersebut dengan contoh NMS:

1. Menampilkan seluruh alarm yang terjadi pada semua NE yang dikelola oleh NMS tersebut. Pada jendela utama klik fault, klik browse current alarm. Maka akan keluar tampilan yang menunjukkan seluruh alarm. Informasi alarm ini disertakan dengan informasi waktu kejadian (local), NE tempat terjadi alarm, Object Type, tempat Terminating Point (TP) yang terpengaruh, penyebab dan severity-nya.

2. Menampilkan semua alarm pada satu service. Untuk menampilkan alarm hanya pada service tertentu adalah: Pada jendela utama map view klik kanan. Pada monitor terdapat nama alarm list, lalu klik.
3. Melihat semua alarm pada satu NE. Untuk menampilkan alarm hanya pada NE tertentu adalah: Pada jendela utama klik kanan NE yang diinginkan. Pilih browse current alarms.

Secara otomatis akan keluar tampilan seperti Gambar 13 untuk diamati dan dilakukan analisa.



Gambar 13. Tampilan Window NE Alarm

Dari tampilan tersebut selain nama alarm kita mendapat informasi waktu kejadian (local), NE tempat terjadi alarm, Object Type, tempat Terminating Point (TP) yang terpengaruh, penyebab dan severity-nya.

Tahap Analisis Data

Dalam menetapkan cara membuat hubungan monitoring BER, perlu mempertimbangkan syarat-syarat secara garis besar pada standar sistem SDH. Standar tersebut yaitu suatu signal fail dan signal degrade. Signal fail (sinyal gagal) alarm harus dilaporkan jika bit error rate suatu line melebihi ketentuan ambang batas pada nilai 10⁻³ sampai 10⁻⁵. Dan signal degrade (sinyal melemah) alarm harus dilaporkan jika bit error rate suatu line melebihi ketentuan ambang batas pada nilai 10⁻⁵ sampai 10⁻⁹. Dari ketentuan di atas dapat dihitung probabilitas suatu frame yang diterima terdapat error (rusak) yang ditentukan dengan:

$$P_f = 1 - (1 - P)^{N_i} \dots\dots\dots (1)$$

$$\cong N_i P \text{ jika } N_i P \ll 1$$

Dimana :

P = Nilai BER yang diketahui

N_i = bit yang terdapat pada frame

Sekarang, jika P_f merupakan probabilitas frame rusak, kemudian $(1 - P_f)$ merupakan probabilitas frame tidak rusak yang diterima. Maka usaha rata-rata yang diperlukan untuk mentransmisi frame N_r dapat ditentukan dengan :

$$N_r = \frac{1}{1 - P_f} \dots\dots\dots (2)$$

Selanjutnya, akan dianalisis nilai CoS jaringan. Continuity of Service merupakan suatu tingkat kemampuan pelayanan penyelenggara jasa kepada pengguna jasa (konsumen). Nilai CoS ditetapkan penyelenggara jasa telekomunikasi dan apabila pada saat dikoreksi nilai tersebut tidak sesuai dengan ketentuan maka nilai CoS perusahaan tersebut tidak mencapai target, sehingga harus dikaji ulang dan diperbaiki tingkat pelayanannya. Sesuai standard, nilai CoS yang telah ditetapkan sebagai server jaringan backbone PT.Telekomunikasi Indonesia,Tbk adalah 99,98%. Nilai tersebut merupakan suatu nilai yang sangat tinggi yang harus dipertahankan dan merupakan acuan dalam penelitian ini dalam menentukan kinerja jaringan telekomunikasi tersebut baik atau buruk. Secara taori, cara menentukan nilai CoS pada pelayanan jaringan backbone dapat menggunakan aturan atau ketentuan:

Continuity of Service (% CoS)
 = 100% - %Gangguan (3)

$$= 100\% - \left(\frac{\sum N}{\sum B \times Hari} \times 100\% \right)$$

Dimana :

$\sum N$ = Banyaknya bearer yang terganggu (E1)

$\sum B$ = Banyak bearer yang ada (E1)

Hari = Lamanya pengamatan (hari)

HASIL DAN ANALISIS

Pada bagian ini akan ditunjukkan probabilitas frame yang mengalami error atau kerusakan pada saat diterima. Pada Tabel 3 ditunjukkan jumlah byte dalam frame setiap level STM SDH. Oleh karena itu, maka dapat dihitung probabilitas frame rusak ketika

diterima P_f dan menghitung usaha yang diperlukan untuk mentransmisikan frame N_r ketika ada bit error rate yang terjadi.

Tabel 4. Byte Frame SDH

No	Level	Jumlah Byte Dalam Frame
1	STM - 1	2.430 byte
2	STM - 4	9.720 byte
3	STM - 16	38.880 byte
4	STM - 64	155.520 byte
5	E1	32 byte

Batasan nilai BER yang akan dihitung adalah dari 10^{-3} sampai dengan 10^{-9} , pada masing – masing level STM-1, STM-4, STM-16, STM-64 dan E1, dengan perioda untuk satu frame adalah 125 μ s, maka:

Untuk STM-1

Diketahui: $N = 2430$ byte, dan karena 1 byte – 8 bit, maka diperoleh:

$$N_i = 2430 \text{ byte} \times \frac{8 \text{ bit}}{\text{byte}} = 19440 \text{ bit}$$

Probabilitas Frame Error dapat dihitung sebagai berikut:

Untuk $P = \text{BER } 10^{-3}$, maka diperoleh:

$$P_f = 1 - (1 - P)^{N_i}$$

$$= 1 - (1 - 10^{-3})^{19440}$$

$$= 1$$

$$\text{Dan } N_r = \frac{1}{1 - P_f} = \frac{1}{1 - 1} = \sim$$

Demikian seterusnya dihitung untuk $P = \text{BER } 10^{-4}$, $\text{BER } 10^{-5}$, $\text{BER } 10^{-6}$, $\text{BER } 10^{-7}$, $\text{BER } 10^{-8}$, $\text{BER } 10^{-9}$ pada setiap level STM: STM-4, STM-16, STM-64 dan E1. Dalam Analisa ini, hasil perhitungan Probabilitas Frame Error ditunjukkan pada Table 5 berikut:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Nilai Probabilitas Frame Error (P_f)

BER	P_f				
	STM-1	STM-4	STM-16	STM-64	E1
10^{-3}	1	1	1	1	0.2259 57181
10^{-4}	0.856883 63	0.999580 476	1	1	0.02527 6346
10^{-5}	0.176672 293	0.54049 428	0.95541 7575	0.9999 96049	0.002556 739
10^{-6}	0.019252 271	0.074813 591	0.26731 5546	0.711 817299	0.00025 5967
10^{-7}	0.001942 112	0.0077458 46	0.03062 5249	0.1169 87574	2.5599 7E-05
10^{-8}	0.000194 381	0.0007772 98	0.003105 568	0.0123 64523	2.5 6E-06
10^{-9}	1.9439 8E-05	0.000077 757	0.00031 0992	0.0012 43386	2.5 6E-07

Untuk STM-1, diketahui: $N = 2430$ byte, dan karena 1 byte – 8 bit, maka diperoleh:

$$N_i = 2430 \text{ byte} \times \frac{8 \text{ bit}}{\text{byte}} = 19440 \text{ bit}$$

Berdasarkan Table 5, maka Usaha Mentransmisikan Frame (N_r) dapat dihitung sebagai berikut:

Untuk $P = \text{BER } 10^{-3}$, maka $P_f = 1$

$$\text{Sehingga } N_r = \frac{1}{1 - P_f} = \frac{1}{1 - 1} = \infty$$

Demikian seterusnya dihitung untuk $P = \text{BER } 10^{-4}$, $\text{BER } 10^{-5}$, $\text{BER } 10^{-6}$, $\text{BER } 10^{-7}$, $\text{BER } 10^{-8}$, $\text{BER } 10^{-9}$ pada setiap level STM: STM-4, STM-16, STM-64 dan E1. Dalam Analisa ini, hasil perhitungan Usaha Mentransmisikan Frame (N_r) ditunjukkan pada Table 6 berikut:

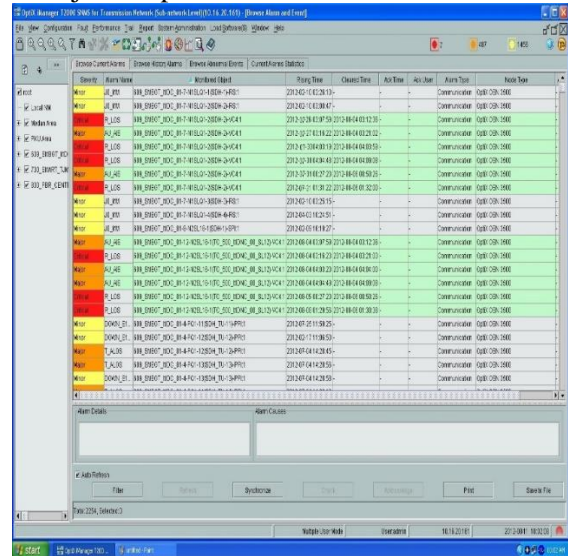
Tabel 6. Hasil Perhitungan Usaha Mentransmisikan Frame (N_r)

No	BER	N_r				
		STM-1	STM-4	STM-16	STM-64	E1
1	10^{-3}	~	~	~	~	2
2	10^{-4}	7	2384	~	~	1
3	10^{-5}	2	2	22	1	1
4	10^{-6}	1	1	2	4	1
5	10^{-7}	1	1	1	1	1
6	10^{-8}	1	1	1	1	1
7	10^{-9}	1	1	1	1	1

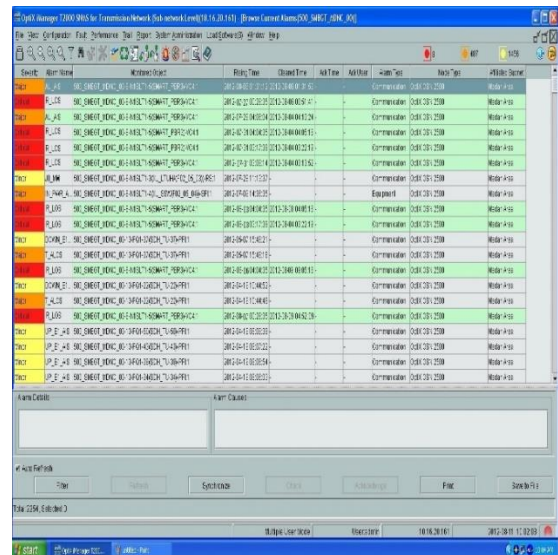
Telah didapatkan hasil perhitungan probabilitas frame rusak ketika diterima sebesar P_f dan perhitung usaha yang diperlukan untuk mentransmisikan frame sebesar N_r ketika ada bit error rate yang dapat di ketahui dari dua tabel di atas (Tabel 5 dan Tabel 6). Dari Tabel 5 didapatkan informasi bahwa pada frame STM1-1 yang mengalami BER 10^{-3} maka nilai probabilitas frame mengalami kerusakan pada saat diterima adalah 1 atau 100%, jadi frame tidak akan dapat diterima sama sekali. Usaha yang dibutuhkan untuk mentransmisikan frame tersebut adalah tak terhingga artinya berapa kali pun frame ditransmisikan maka tidak akan berhasil.

Berdasarkan pengamatan pada dua lokasi diperoleh data alarm yang akan di tampilkan hanya NE yang akan di analisa. Pada window Root pada software NMS terlihat semua lokasi

NE. Kemudian masing – masing lokasi NE tersebut dapat dianalisa dan ditunjukkan sinyal-sinyal alarm pada NE yang dipilih seperti ditunjukkan pada Gambar 14 dan Gambar 15.



Gambar 14. Alarm Status Lokasi Medan Centrum



Gambar 15. Alarm Status Lokasi Pulo Brayan

Data Gangguan

Data gangguan yang diperoleh merupakan jenis gangguan yang diperoleh merupakan jenis gangguan sinyal alarm “critical” yang bertanda warna merah, sinyal alarm tersebut menandakan “LOS” yaitu terputusnya jaringan pada port/bearer yang terdapat sinyal pada NE. Maka port/bearer tersebut mengalami gangguan/kerusakan. Berdasarkan data tersebut diperoleh bahwa jumlah gangguan pada bagian MDNC dan PBR adalah masing masing 7 dan 8. Oleh karena itu, maka nilai CoS dapat

diuraikan untuk masing masing titik adalah sebagai berikut:

Untuk wilayah MDNC, diperoleh data bahwa $\sum N = 7 \text{ E1}$, $\sum B = 8325 \text{ E1}$ dan dengan Pengamatan selama 17 hari maka:

$$\begin{aligned} \text{Continuity of Service (\% CoS)} &= 100\% - \% \text{Gangguan} \\ &= 100\% - \left(\frac{\sum N}{\sum B \times \text{Hari}} \times 100\% \right) \\ &= 100\% - \left(\frac{7 \text{ E1}}{8325 \text{ E1} \times 17} \times 100\% \right) \\ &= 100\% - 0,0049461\% \\ &= 99,995054\% \end{aligned}$$

Untuk wilayah MDNC, diperoleh data bahwa $\sum N = 8 \text{ E1}$ $\sum B = 7862 \text{ E1}$ dan dengan Pengamatan selama 17 hari maka PBR Continuity of Service (% CoS)

$$\begin{aligned} &= 100\% - \% \text{Gangguan} \\ &= 100\% - \left(\frac{\sum N}{\sum B \times \text{Hari}} \times 100\% \right) \\ &= 100\% - \left(\frac{8 \text{ E1}}{7862 \text{ E1} \times 17} \times 100\% \right) \\ &= 100\% - 0,00599\% \\ &= 99,999401\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan nilai CoS jaringan *backbone* selama pengamatan di dua lokasi letak NE yaitu MDNC dan PBR dapat di lihat bahwa kedua lokasi NE tersebut nilai CoS-nya sesuai dengan standar dan ketetapan, dimana nilai CoS yang telah ditetapkan yaitu 99,98%, dan nilai CoS dari kedua lokasi NE tersebut yaitu, untuk MDNC nilai CoS-nya sebesar 99,995054% , dan untuk PBR nilai CoS-nya sebesar 99,999401%

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai probabilitas frame SDH error ketika diterima P_f , dan hasil perhitungan usaha yang diperlukan untuk mentransmisikan frame SDH N_r , ketika ada bit error rate (BER), diketahui bahwa ketika bit error rate suatu line melebihi ketentuan ambang batas pada nilai 10^{-3} sampai 10^{-5} , maka akan mengalami signal fail (sinyal gagal). Jika bit

error rate suatu line melebihi ketentuan ambang batas pada nilai 10^{-5} sampai 10^{-9} maka akan mengalami degradasi sinyal.

2. Standard nilai Continuity of Service (CoS) adalah sebesar 99,98%. Berdasarkan data dan hasil analisa, diperoleh pemahaman bahwa sistem yang digelar antara Medan Centrum (MDNC) dan Pulo Brayan (PBR) kinerjanya baik karena nilai CoS eksisting adalah untuk MDNC nilai CoS-nya sebesar 99,995054% , dan untuk PBR nilai CoS-nya sebesar 99,999401% , nilai ini masih belum melewati nilai CoS yang telah ditetapkan yaitu 99,98%

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asmarnovira, 2009."MULTIPLEXING", <http://asmarnovira.blogspot.com/2009/11/multiplexing-pembagian-suatu-saluran.html> , (2012, 12 mei).
- [2] F.Susianto.,2006.Logika matematika untuk ilmu komputer.CV ANDI OFFSET.Yogyakarta.
- [3] Horaki,Ray.,2007.TELECOMMUNICATIONS AND DATA COMMUNICATIONS HANDBOOK.WILEY-INTERSCIENCE.United States of America.
- [4] Hill,McGraw.,1991.OPTICAL FIBER COMMUNICATIONS.Second Edition.McGraw.Hill Book Co,Singapore.
- [5] INDONESIA,ELEKTRO,1998."Synchronous Digital Hierarchy", <http://www.elektroindonesia.com/elektro/telkom11a.html> , (2012, 16 mei).
- [6] Inung,2011."Apa itu teknologi SDH (Synchronous Digital Hierarchy)?" , <http://inung.wordpress.com/2011/09/27/apa-itu-teknologi-sdh-synchronous-digital-hierarchy/> , (2012, 12 mei).
- [7] Neibauer,Alan.,2000.*Small Business Solutions For Networking*. PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Anggota IKKAPI, Jakarta.
- [8] NAVIS.2006. OMS(Optical Management System) Documentation Release 4.2
- [9] PT. Telekomunikasi Indonesia, 2006. *Buku-3 overview SDH*. PT.Telekomunikasi Indonesia,Tbk Medan.
- [10] Strangio, Cristpher E.,1980."Digital Electronic Fundamental Concept And Application", Prentice Hall,Inc.Englewood Cliffs,NJThermes, Santa Fe, New Mexic.