

Muhamad Husni Lafif

muhamadhusnilafif@yahoo.com

http://royalclaas.blogspot.com

Sekilas Tentang SDH

Lisensi Dokumen:

Copyright © 2003-2007 IlmuKomputer.Com

Seluruh dokumen di IlmuKomputer.Com dapat digunakan, dimodifikasi dan disebarkan secara bebas untuk tujuan bukan komersial (nonprofit), dengan syarat tidak menghapus atau merubah atribut penulis dan pernyataan copyright yang disertakan dalam setiap dokumen. Tidak diperbolehkan melakukan penulisan ulang, kecuali mendapatkan ijin terlebih dahulu dari IlmuKomputer.Com.

Synchronous Digital Hierarchy

Synchronous Digital Hierarchy (SDH) merupakan hirarki pemultiplekan yang berbasis pada transmisi sinkron yang telah ditetapkan oleh CCITT (ITU-T). Dalam dunia telekomunikasi, rentetan pemultiplekan sinyal-sinyal dalam transmisi menimbulkan masalah dalam hal pencabangan dan penyisipan (*drop and insert*) yang tidak mudah serta keterbatasan untuk memonitor dan mengendalikan jaringan transmisinya.

Sebelum kemunculan SDH, standar transmisi yang ada dikenal dengan PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*) yang sudah lama ditetapkan oleh CCITT. Suatu jaringan *plesiochronous* tidak menyinkronkan jaringan tetapi hanya menggunakan pulsa-pulsa detak (*clock*) yang sangat akurat di seluruh simpul penyakelarnya (*switching node*) sehingga laju slip di antara berbagai simpul tersebut cukup kecil dan masih bisa diterima (misalnya plus/minus 50 bit atau 5×10^{-5} untuk jaringan/kanal 2,048 atau 1,544 Mbps). Mode operasi seperti ini barangkali memang merupakan suatu implementasi yang paling sederhana karena bersifat menghindari pendistribusian pewaktuan di seluruh jaringan.

Ternyata bahwa PDH tidak begitu cocok untuk mendukung perkembangan teknik pengendalian dan pemrosesan sinyal untuk masa kini yang makin banyak dibutuhkan oleh perusahaan-perusahaan penyedia layanan telekomunikasi. Dalam PDH, sebuah peralatan transmisi tertentu umumnya hanya menangani dengan baik satu fungsi tertentu saja dalam jaringan, sementara dalam SDH, ada integrasi dari berbagai tipe peralatan yang berbeda-beda yang mampu memberikan kebebasan baru dalam perancangan jaringan. Sudah bukan merupakan berita baru bahwa SDH dapat dipergunakan untuk transmisi optik kapasitas besar, pengaturan lalu lintas komunikasi dan restorasi jaringan.

SDH memiliki dua keuntungan pokok : fleksibilitas yang demikian tinggi dalam hal konfigurasi-konfigurasi kanal pada simpul-simpul jaringan dan meningkatkan kemampuan-kemampuan manajemen jaringan baik untuk *payload traffic*-nya maupun elemen-elemen jaringan. Secara bersama-sama, kondisi ini akan memungkinkan jaringannya untuk dikembangkan dari struktur transport yang

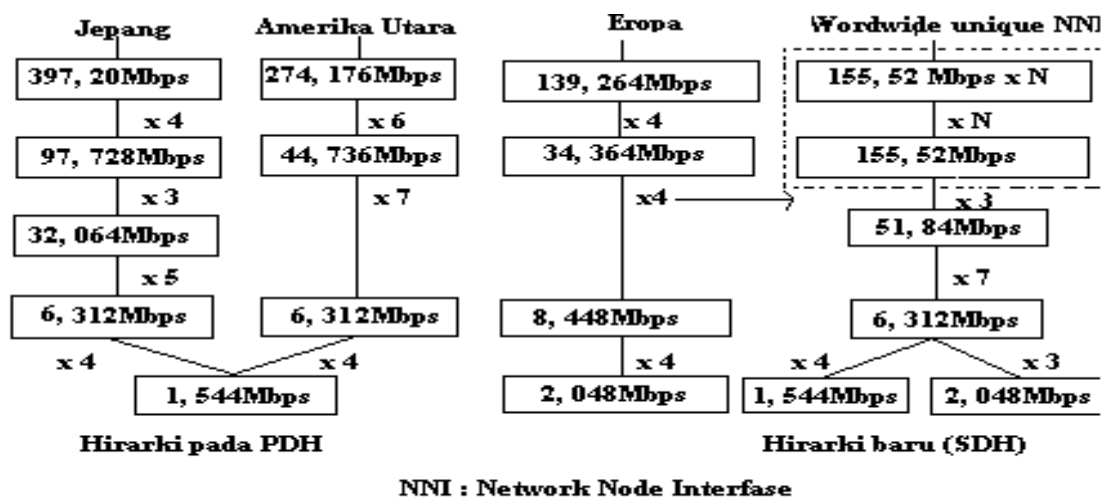
bersifat pasif pada PDH ke dalam jaringan lain yang secara aktif mentransportasikan dan mengatur informasi.

Tawaran-tawaran spesifik yang diciptakan oleh SDH diantaranya termasuk:

- *Self-healing*; yakni pengarahannya ulang (*rerouting*) lalu lintas komunikasi secara otomatis tanpa interupsi layanan.
- *Service on demand*; provisi yang cepat *end-to-end customer services on demand*.
- Akses yang fleksibel; manajemen yang fleksibel dari berbagai lebarpita tetap ke tempat-tempat pelanggan.

Standar SDH juga membantu kreasi struktur jaringan yang terbuka, sangat dibutuhkan dalam lingkup yang kompetitif sekarang ini bagi perusahaan-perusahaan penyedia layanan telekomunikasi.

Hirarki dan Komponen pada SDH



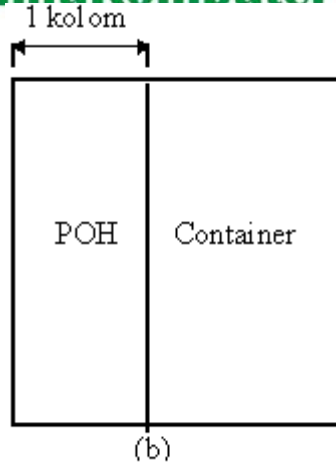
Gambar 1. Perbandingan Hirarki Antara PDH dengan SDH

Sebelum munculnya SDH, hirarki pemultiplekan sinyal digital untuk Amerika/Kanada, Jepang dan Eropa berbeda-beda seperti dinyatakan pada tabel 1. Dengan adanya SDH, hirarkinya diseragamkan menjadi seperti terlihat pada Gambar 1.

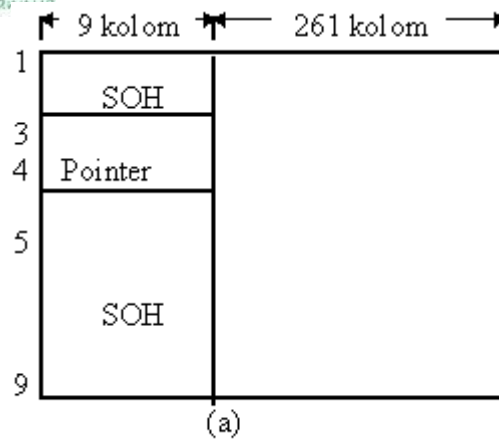
Level hirarki ke:	Amerika/kanada (Mbps)	Jepang (Mbps)	Eropa (Mbps)
1	1,544	1,544	2,048
2	6,312	6,312	2,442
3	44,736	32,064	34,368
4	274,176	97,728	139,264
5	-	397,200	560,840

Dari Gambar 1 tersebut terlihat bahwa pada level atau tingkat yang paling tinggi, jaringan transport SDH adalah jaringan $n \times \text{STM-1}$ ($n \times 155 \text{ Mbps}$).

STM-1 (*Synchronous Transport Module*) adalah modul transport sinkron level-1 . Sebuah frame tunggal STM-1 dinyatakan dengan sebuah matriks yang terdiri dari sembilan baris dan 270 kolom. Frame ini dibentuk dari 2430 byte, setiap byte terdiri dari 8 bit. Frame STM-1 berisi dua bagian, bagian SOH (*Section Overhead*) dan bagian VC (*Virtual Container*) yang merupakan *payload*-nya. [Gambar 2](#) menyatakan struktur frame STM-1, [Gambar 3](#) menyatakan struktur VC-nya, sedang [Gambar 4](#) menyatakan alokasi byte pada SOH.

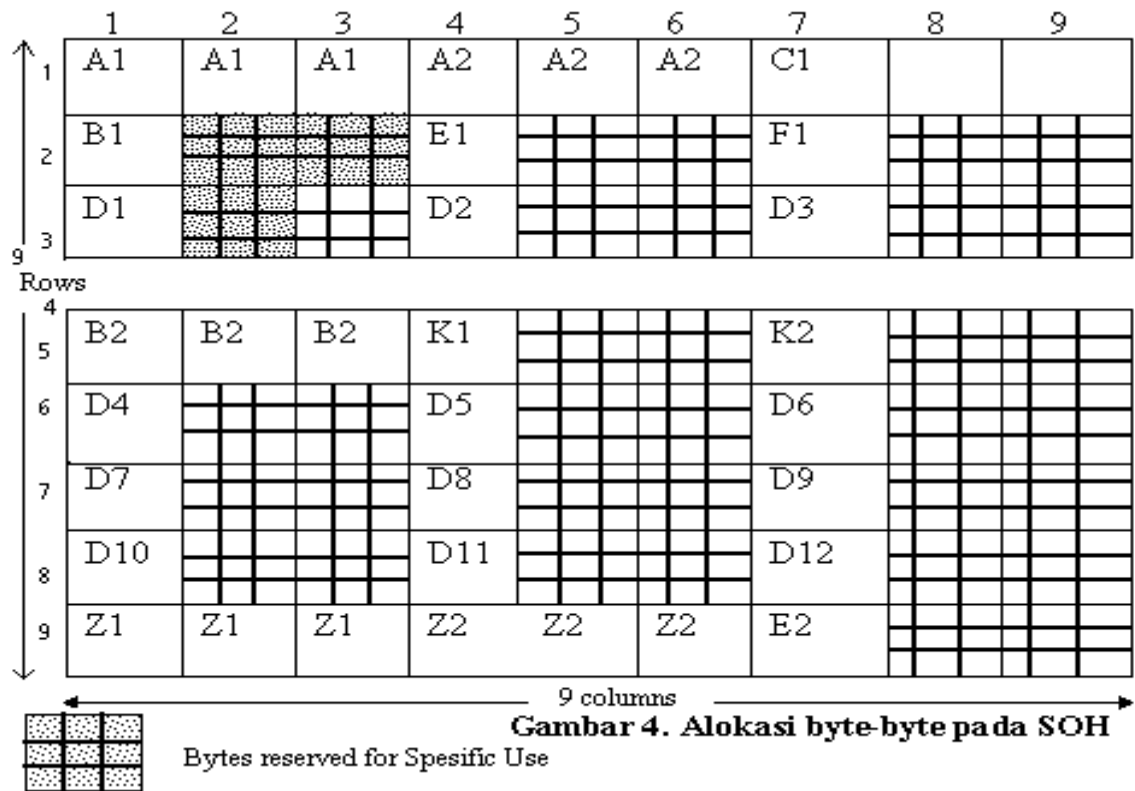


Gambar 3. Struktur VC

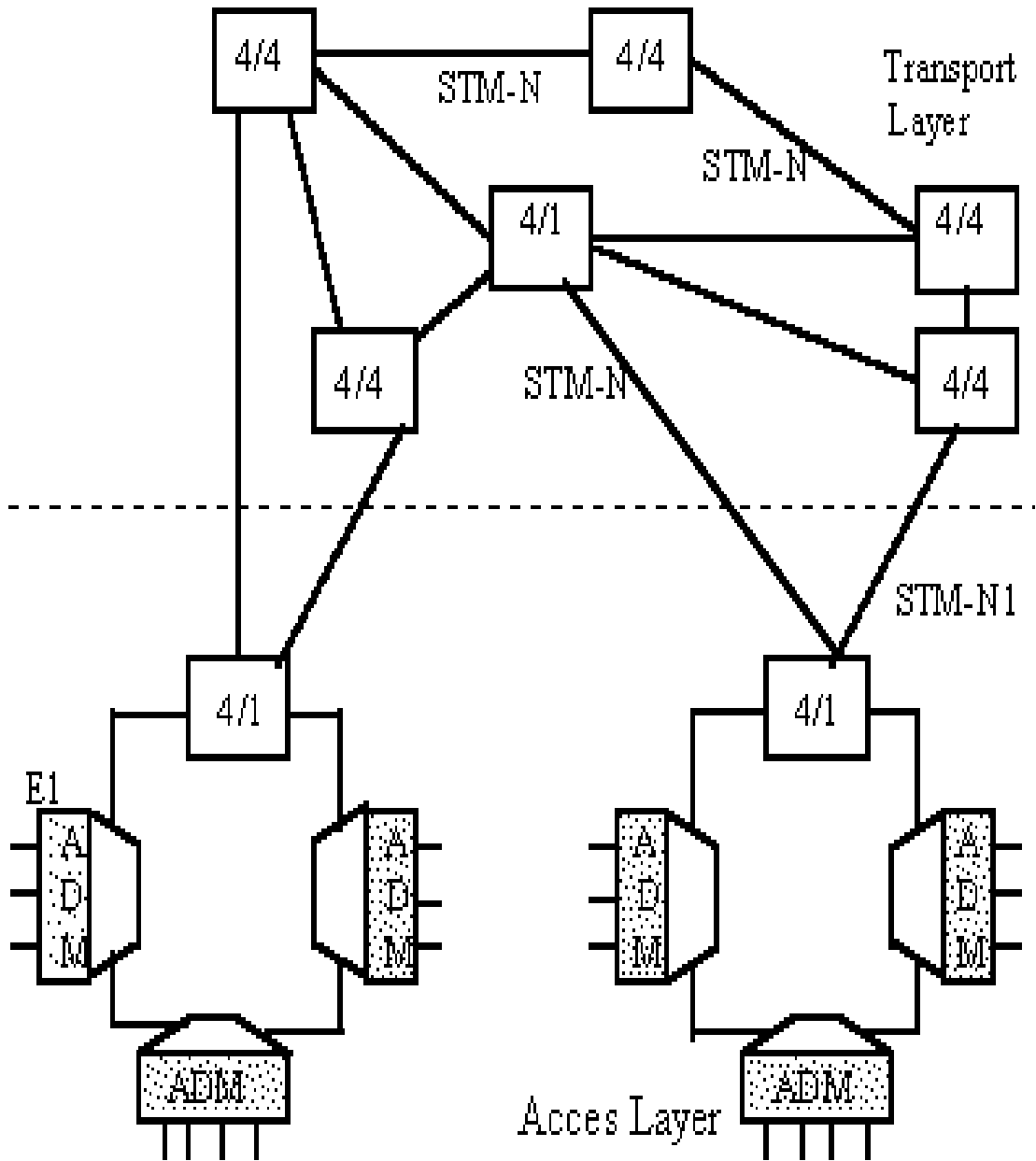


Gambar 2. Struktur Frame STM-1

SOH menyediakan informasi antara dua buah LTE (*Line Terminating Equipment*) tentang frame alignment, pemantauan BER (*Bit Error Rate*) dan transfer informasi antara dua buah LTE dan sebagainya. Sedangkan VC digunakan untuk mentransportasikan sinyal-sinyal *tributary*-nya (sinyal masukan individual yang diumpankan ke multiplexer) melalui sebuah jalur. Setiap VC terdiri dari sebuah POH (*Path Overhead*) dan sebuah Container. POH seperti tercantum dalam Gambar 2 membawa informasi antara titik-titik *assembly* dan *disassembly* seperti pemeriksaan paritas, pelabelan jalur, pemantauan alarm, dan monitoring kinerja. Sebuah Container membawa sinyal *tributary*, sedang pointer menunjukkan lokasi dari bit pertama pada VC-nya.



Arsitektur umum Jaringan SDH



Gambar 5. Arsitektur umum jaringan SDH

Arsitektur jaringan SDH secara umum adalah seperti terlihat pada Gambar 5. Level yang paling tinggi, jaringan transport SDH adalah $n \times \text{STM-1}$ ($n \times 155$ Mbps), yang dihubungkan secara bersilangan oleh peralatan DXC 4/4 (*Digital Cross Connect*). Penjelasan singkat mengenai DXC ini adalah sebagai berikut; pada telekomunikasi digital, sinyal-sinyal digital diarahkan atau dirutekan ke

lokasi sentral-sentral telepon yang disebut DXC ini. DXC ini berfungsi untuk menyediakan tempat bagi interkoneksi hubungan-hubungan jalur kawatnya (*hardwire*) serta pemeliharaan rutin maupun *troubleshooting*-nya. Setiap tipe sinyal digital ini memiliki penyakelar digitalnya sendiri-sendiri, misalnya pada sinyal digital DS-1 pada 1,544 Mbps disebut DXC-1, DS-4 pada 274,176 Mbps disebut DXC-4. DXC 4/4 berarti merupakan penghubung antar sesama jaringan pada pemultiplekan hirarki ke 4.

Tugas utama jaringannya adalah menyediakan *trunk* kapasitas besar antara sentral-sentral telepon dengan DXC 4/4 untuk memungkinkan restorasi yang cepat terhadap koneksi-koneksi jika sebuah simpul jatuh atau gagal berfungsi (mengalami gangguan).

Dengan menggunakan DXC 4/4 dan peralatan terminal jalur untuk $n \times$ STM-1 ($n \times$ 155 Mbps), lebarpita yang paling kecil ditangani oleh jaringan transport, granularitasnya (salah satu bagian kanal sebelum pemultiplekan) adalah STM-1 (ekivalen dengan kanal-kanal 63×2 Mbps atau 1890×64 kbps). Hirarki jaringan turun lebih bawah, DXC 4/1 (penghubung hirarki ke 4 dengan hirarki ke 1) memecah lebarpita STM-1 menjadi level VC-12 (yang membawa E1). Setiap VC-12 dapat dirutekan secara individual ke simpul DXC 4/1 lainnya atau ke dalam jaringan akses.

Melalui suatu kombinasi DXC 4/4 dan 4/1, granularitas dari jaringan transport menjadi E1 atau 2 Mbps (untuk Amerika T1 = 1,544Mbps). Sebuah DXC 4/1 digunakan untuk menyediakan granularitas VC-12 (E1) di antara lapisan-lapisan transport dan lapisan akses.

Jaringan akses SDH umumnya tersusun dalam ring-ring (bentuk-bentuk cincin) STM-1. ADM 4/1 (*Add and Drop Multiplexer*) untuk mendemultiplek aliran STM-1 ke aliran E1, atau memultiplek aliran E1 ke dalam aliran STM-1 (hirarki ke 4 dengan hirarki ke 1). Sedang aliran-aliran E1 disediakan bagi para pengguna akhir melalui antarmuka standar G.703.

Mengacu pada gambar 5 tersebut, seperti telah disinggung di atas, jaringan SDH dibagi menjadi dua lapisan (layer); lapisan transport dan lapisan akses. Lapisan transport terdiri dari peralatan-peralatan DXC yang berlokasi di sentral-sentral telepon serta koneksi-koneksi kapasitas tinggi di antara sentral-sentral telepon. Sedang lapisan akses terdiri dari peralatan ADM yang berlokasi di sentral-sentral telepon atau kabinet-kabinet di jalanan, yang merupakan penyedia lebarpita saluran bagi para pengguna akhir.

Evolusi Jaringan PDH ke SDH

Karena format transmisi SDH dirancang untuk mengatasi keterbatasan PDH, maka semua perusahaan telekomunikasi memang ditantang untuk memperkenalkan transmisi SDH ke dalam jaringan-jaringan PDH yang sudah mereka bangun lebih dulu. Isu yang penting adalah masalah keseimbangan antara keuntungan-keuntungan yang ditawarkan oleh SDH dan hambatan biaya dalam investasi jaringan. Untuk itu diperlukan strategi mengenai evolusi jaringan dari PDH ke SDH.

Ada tiga alternatif utama, yang masing-masing memiliki keuntungan dan kerugian. Perusahaan telekomunikasi mungkin perlu untuk mengadopsi suatu strategi campuran sebagai jawaban yang terbaik bagi kondisi lingkungannya masing-masing.

Tiga alternatif tersebut adalah :

- *Top-down* (metode level atau *layer*)
- *Bottom-up* (metode pulau atau *branch*)
- *Paralel* (Metode *overlay*)

Metode lapisan teristimewa relevan dengan perusahaan layanan telekomunikasi yang masih memperkenalkan digitalisasi pada level *trunk* dari jaringan yang dimilikinya atau bagi yang membutuhkan untuk mendukung layanan-layanan baru pada lapisan-lapisan yang lebih atas dari jaringan-jaringan antar urban (sebagai contoh untuk koneksi MAN-MAN)

Tujuan pokoknya adalah penghematan biaya untuk transportasi kapasitas besar dalam menangani pertumbuhan lalu lintas komunikasi. Dalam strategi ini introduksi untuk SDH dimulai pada level tulangpunggung/*supernode level* dengan sedikit simpul-simpul yang dihubungkan dengan sistem-sistem STM-16 atau STM-4 SDH. Interkoneksi ke suatu jaringan PDH adalah dengan sebuah *gateway* (gerbang penghubung), umumnya pada port-port *cross connect* dan persediaan port-port *cross connect* yang memadai untuk mendukung semua fungsionalitas PDH dan SDH yang diperlukan. Ini merupakan suatu aspek yang penting dari perencanaan jaringan.

Langkah berikut adalah mengubah lapisan-lapisan berikutnya yang lebih rendah ke SDH, dan memindahkan *gateway*-nya ke titik dimana keuntungan-keuntungan SDH paling dapat dijamin. Dengan demikian SDH memberikan keuntungan secara penuh bagi lapisan-lapisan yang lebih tinggi dan secara selektif pada lapisan-lapisan yang lebih rendah.

Strategi dengan metode pulau adalah memasang SDH pada simpul-simpul jaringan pada level tengahan maupun level bawah, yakni menyediakan pulau-pulau SDH untuk komunitas tertentu (sebagai contoh pusat-pusat perdagangan dan finansial). Dengan pendekatan lapisan, dibutuhkan *gateway-gateway* untuk jaringan PDH.

Pada level ini, beberapa *cross-connect* utamanya akan menjadi produk-produk pitalebar (*wideband*), menginterkoneksi sistem-sistem transport STM-1 melalui antarmuka-antarmuka 155 Mbps (atau 140 Mbps melalui sebuah antarmuka *gateway*), dengan menyalurkan dan memadukan fasilitas pada VC level 1, 2 dan 3 yang dibawa dalam kecepatan 2 Mbps atau 1,5 Mbps.

Melalui metode paralel, SDH diinstalasi dalam sebuah jaringan *overlay* (yang ditumpang-tindihkan) di samping jaringan PDH nya dalam beberapa simpul. Tujuannya adalah untuk mengimplementasikan layanan-layanan baru tertentu (seperti *videoconferencing* dan interkoneksi LAN/LAN) serta memperoleh keuntungan dari semua fungsi SDH sesegera mungkin, dan menyediakan perbaikan-perbaikan dalam hal kualitasnya.

Gateway bagi jaringan PDH masih dibutuhkan, meskipun ada segregasi (pemisahan) antara layanan-layanan lama dan baru antara fasilitas-fasilitas SDH dan PDH. Penting juga bahwa semua peralatan yang diperlukan untuk menyediakan fungsionalitas SDH secara penuh dalam SDH yang ditumpang-tindihkan ini sudah dipasang.

Strategi ini menarik bagi perusahaan telekomunikasi dengan pertumbuhan lalu lintas komunikasi yang cepat, dan bagi yang berharap untuk menambahkan fungsionalitas SDH (sebagai contoh, untuk menawarkan *premium services*; yakni pemanggil/penelpon yang ditarik biaya pulsa dengan tarif khusus, yang biasanya diterapkan pada layanan-layanan informasi) selagi mereka menambah kapasitas jaringannya.

Implikasi Layanan

Untuk memaksimalkan keuntungan-keuntungan teknologi SDH yang dapat diraih, sangatlah perlu untuk mempertimbangkan lapisan-lapisan yang berbeda yang ada dalam suatu jaringan telekomunikasi. Ada dua lapisan jaringan layanan di atas jaringan transport multiguna, yang mana SDH menyediakan suatu layanan transportasi aliran bit yang sifatnya transparan. Artinya bahwa jaringan transport itu sendiri tidak menyadari isi dari *payload* yang dibawa dari A ke B (sebagai contoh, apakah suatu jalur telekomunikasi sedang membawa suara atau data).

Aplikasi-aplikasi pelanggan yang baru dan layanan-layanan dengan nilai tambah muncul pada lapisan jaringan layanan pada level yang lebih tinggi dan dapat mengambil bentuk yang sulit untuk diramalkan (seperti aplikasi-aplikasi multimedia). Bagian bawah dari kedua lapisan layanan ini umumnya mencakup jaringan-jaringan layanan dasar dan jaringan-jaringan *overlay* layanan khusus. jaringan-jaringan layanan-merupakan suatu area dari evolusi yang lebih dapat diprediksi. Jaringan-jaringan layanan dasar mencakup aplikasi-aplikasi suara, ISDN dan radio bergerak (*mobile*), seperti GSM, mengingat jaringan-jaringan *overlay* untuk layanan-layanan khusus (sebagai contoh jalur sewa 64 kbps yang disediakan untuk pelanggan-pelanggan kelompok perusahaan/industri). Pola-pola pertumbuhan lalu lintas suara (telepon) umumnya stabil, tetapi layanan-layanan

yang berkembang dengan pesat seperti GSM dalam beberapa kasus mengharuskan pembangunan dari jaringan transport *overlay* sepanjang maupun di atas jaringan multiguna. Dalam kondisi normal, karakteristik yang memang sudah menjadi sifat dari suatu jaringan yang sudah ada seyogyanya harus membuat *overlay* ini, yang sifatnya lebih merupakan suatu perkecualian daripada suatu keharusan.

Ketika sebuah layanan baru diperkenalkan melalui area geografis yang luas, hal ini tentunya tidak diperlukan untuk menggandakan jaringan-jaringan *overlay* untuk dirancang dan diimplementasikan. Perencanaan jaringan yang tepat pada tingkat-tingkat awal dari suatu proyek dapat menjamin bahwa jaringan transport multiguna dari awalnya akan dapat menghubungkan sebagian besar pelanggan-pelanggan potensial.

Layanan-layanan barunya dapat juga dikaitkan dengan aplikasi-aplikasi jaringan cerdas (IN; *Intelligent Network*), jaringan data atau jaringan bergerak (*mobile*). Tak seperti lapisan-lapisan layanan, evolusi dari lapisan jaringan transport agak sulit diprediksi, tetapi umumnya dapat dicirikan dengan kondisi pertumbuhan keseluruhan yang perlahan-lahan, dengan fase yang bersifat periodik terhadap pertumbuhan yang cepat.

Akses dalam Kenyataan

Untuk menyediakan lebarpita tingkat bawah sub-2Mbps dalam lingkup SDH, beberapa pabrik menyediakan akses frekuensi suara pada ADM 4/1 mereka untuk memultipleks dan mendemultipleks aliran E1. Ini bukan merupakan bagian dari hirarki SDH dan sifatnya memang tidak berbeda dengan pemultipleksan dan pendemultipleksan suatu aliran E1 yang diberikan oleh peralatan PDH.

Jika diinginkan adanya pemultipleksan orde pertama untuk membuat kanal 64 kbps selalu tersedia bagi penggunaanya, beberapa ADM 4/1 sebenarnya mempunyai keterbatasan kemampuan *cross connect* 1/0 (hubungan hirarki ke 0 atau 64 kbps ke hirarki pertama atau E1) untuk menyalurkan dan memadukan kanal-kanal ke dalam aliran-aliran E1 sebelum mengemasnya ke dalam struktur VC-12.

Banyak rekayasawan (*engineer*) jaringan menganggap bahwa DXC-DXC 1/0 tidak lagi dibutuhkan, bila *cross connection* 1/0 dapat dibuat dalam ADM-nya. Jika ADM-ADM nya dimungkinkan dapat memenuhi dalam skala kecil provisi rangkaian 64 kbps, sedang mereka tidak mempunyai kemampuan *cross connection* maupun pengaturan terhadap DXC 1/0, maka ketergantungan semata-mata pada ADM-ADM untuk *cross connection* dapat menimbulkan banyak masalah bagi para operator jaringan SDH yang menyediakan layanan-layanan sub E-1.

Dalam merencanakan migrasi ke SDH secara penuh, para operator jaringan harus mempertimbangkan dua peran yang dibawa oleh DXC 1/0 dalam memberikan layanan $n \times 64$ kbps secara efisien sepanjang jaringan campuran SDH/PDH: yakni menyalurkan dan memadukan layanan $n \times 64$ kbps tersebut ke dalam akses jaringan dan memusatkannya (*hubbing*) ke dalam jaringan transportasi inti.

Kapasitas tinggi yang dimiliki DXC 1/0 membuatnya sangat efisien untuk menyalurkan dan memadukan lalu lintas komunikasi 64 kbps maupun $n \times 64$ kbps sebelum menuju ke jaringan SDH. *Hubbing* dengan DXC -DXC 1/0 dalam jaringan transport meniadakan kebutuhan untuk suatu *meshing* yang lengkap di jalur *highway* E1 melalui transport jaringan SDH untuk memberikan layanan-layanan sub-E1. DXC 1/0 dapat digunakan untuk memecah-mecah fasilitas E1 menjadi sebuah level 64 kbps DXC dan mengemas kembali mereka untuk transmisi berikutnya. Strategi penyebaran DXC 1/0 dengan cara ini juga akan memungkinkan suatu sistem manajemen jaringan "sub-E1" yang dihamparkan secara paralel dengan keseluruhan sistem manajemen SDH.

Hubungan ADM secara ring (bentuk cincin) pada lapisan akses SDH dapat dipandang sebagai suatu entiti dengan antarmuka antara E1 dengan saluran 64 kbps dengan kemampuan *cross connect*, namun demikian dapatkah cincin ADM ini dipandang sebagai sebuah DXC 1/0?

Betapapun kunci perbedaan antara cincin ADM yang memiliki kemampuan 1/0 dan sebuah DXC 1/0 yang benar adalah dalam hal kapasitas maksimum. Antarmuka STM-1 (atau STM-4, jika tersedia) akan membentuk hambatan yang

bersifat *bottle neck* untuk mentransportasikan kanal-kanal 64 kbps melalui ring atau cincin tersebut. Batasannya adalah 1890 kanal atau 63 E1. Selagi cincinnya bersifat *unidirectional*, kondisi ini tidak dapat dibuat untuk yang keduakalinya.

Bagaimana jika sebuah *flexmux* dengan kemampuan terintegrasi 1/0 digunakan dalam kombinasi dengan sebuah ADM 4/1? Sebuah *flexmux* umumnya memultipleks laju bit rendah dan kanal-kanal frekuensi suara ke dalam beberapa aliran E1 dan mungkin juga dihubungkan dengan port-port E1 dari sebuah ADM 4/1. Selama sejumlah saluran keluar (*outgoing*) E1 dalam sebuah *flexmux* dibatasi pada dua atau tiga, mereka harus diisi selengkap mungkin. Pemaduan ini mungkin dibentuk dengan menggunakan kemampuan *cross connection* dari *flexmux*-nya, yakni sebuah kanal masuk (frekuensi suara) ditempatkan ke dalam aliran E1 yang diberikan ke ADM 4/1.

Kemampuan 1/0 dalam ADM 4/1 dan *flexmux*nya digunakan untuk memadukan lalu lintas komunikasi menuju sisi *high end* jaringannya. Namun demikian, ring ADM 4/1 akan bertindak sebagai sebuah DXC 1/0 hanya dalam kasus berikut ini:

- ADM 4/1 mempunyai kemampuan DXC 1/0 *non-blocking* antara tributary E1 dan aliran 63 E1 yang dikemas dalam aliran STM-1 yang dikerjakan melalui ADM 4/1-nya.
- Sejumlah *tributary* E1 dalam *virtual cross connect* tidak melampaui 63.
- Kemampuan 1/0 digunakan untuk memadukan lalu lintas pada level akses ditinjau dari arah jaringannya.

Radio Gelombang Mikro SDH

Walaupun optik fiber secara prinsip telah menjadi medium pilihan untuk transmisi *long-haul* maupun dari sudut pandang kapasitasnya, radio gelombang mikro SDH masih dibutuhkan oleh banyak perencana jaringan. Alasan pokoknya adalah berkaitan dengan masalah ekonomi, kecepatan penyebaran dan keamanannya.

Dari segi ekonomi, radio SDH menyediakan solusi yang paling ekonomis bagi para perencana jaringan jika infrastruktur yang ada (sebagai contoh menara,

shelter, *power-plant* dan sistem-sistem pengumpan antena) yang sudah ada dapat dimanfaatkan lagi ketika ijin melintasi suatu daerah memang telah dimiliki lebih dulu. Juga daerah yang tidak cocok medannya (seperti bergunung-gunung atau melintasi bangunan-bangunan air/bendungan) membuat penyebaran fiber sangatlah mahal. Pertimbangannya adalah bahwa untuk implementasi sebuah jaringan fiber, bagian terbesar pengeluaran modal awalnya untuk intalasi kabel-kabel fiber, yang sifatnya tidak tergantung pada kapasitasnya.

Hasil studi ekonomi gabungan yang dilakukan oleh *Northern Telecom* (Nortel) dan *Stentor* (aliansi dari perusahaan-perusahaan operator telepon di Kanada), yang bertujuan menentukan perancangan jaringan transmisi paling hemat biaya untuk pemasangan rute sepanjang 2000 km, yang berbasis pada kapasitas yang dibutuhkan maupun kondisi-kondisi lapangan, menunjukkan bahwa untuk kondisi lingkungan yang sulit, radio lebih hemat biaya untuk kapasitas sampai 2,5 Gbps (setara dengan 16 x STM-1). Untuk kondisi lingkungan medan yang tidak berat, jaringan fiber menjadi lebih hemat biaya untuk kapasitas yang lebih besar daripada 310 Mbps (setara dengan 2 x STM-1). Berdasar pada studi ini, *Stentor* dapat mengoptimalkan perancangannya sepanjang 6500 km jaringan sinkron kapasitas besar *Trans Canadian* secara ekonomis dengan penyebaran baik melalui fiber maupun radio.

Yang perlu dicatat di sini ialah bahwa studi perbandingan biaya tersebut berbasis pada rute fiber dan radio yang bersifat tunggal. Betapapun untuk memenuhi tujuan-tujuan ketersediaan yang bersifat *long-haul* dari ITU-T, sebuah rute ganda (*dual*) fiber (yang berarti difersitas rute) dibutuhkan, yang umumnya untuk mengkompensasi penyusutan/pengurangan kabel, yang terjadi secara rata-rata dua sampai tiga kali pertahun per rute sepanjang 1000 km. Harap dicatat bahwa dalam mendesain jaringan telekomunikasi selalu ada istilah degradasi/penurunan kualitas kerja kabel maupun berbagai peralatannya karena faktor usia, tak terkecuali pada optik fiber. Setiap pemotongan kabel dapat membutuhkan sampai 12 jam untuk reparasi. Dibanding dengan rute-rute radio *long-haul* yang dapat dirancang sebesar 99,98 persen ketersediannya untuk jarak sampai dengan 6500 km, yang jika dikonversikan menjadi kurang dari dua jam *down time* per tahun dengan

menggunakan sebuah rute tunggal. Oleh sebab itu, jika studi ini diperuntukkan bagi perbandingan rute radio tunggal versus rute fiber ganda, yang memberikan ketersediaan jaringan yang sama, radio akan memiliki keuntungan dalam hal biaya bahkan dalam kapasitas yang lebih besar maupun kondisi-kondisi lingkungan yang disebutkan di atas.

Dari segi kecepatan penyebaran, radio SDH menawarkan penyebaran yang lebih cepat dan menghasilkan pendapatan yang lebih cepat pula daripada fiber, terutama ketika infrastruktur yang ada dapat digunakan kembali.

Konsekuensinya, strategi penyebaran yang praktis bagi para perencana jaringan adalah menyebarkan jaringan radio SDH pada awalnya. Kemudian, ketika pendapatan/pemasukan bagi perusahaan telah diperoleh, dan kapasitas yang dibutuhkan naik, sebuah rute fiber lalu disebarkan supaya diperoleh bermacam-macam rute dan media jaringan maupun untuk mendudukkan fiber bagi kapasitas yang lebih tinggi yang bersifat potensial (sekitar 10 Gbps) jika memang dikehendaki dan memungkinkan.

Dari segi keamanan, jaringan radio, yang terdiri dari *sheltered radio site* yang berjarak setiap 40 sampai 60 km, adalah lebih mudah untuk diamankan daripada jaringan fiber. Jaringan-jaringan fiber lebih sulit untuk diamankan karena keseluruhan rute fiber memang harus dilindungi dari berbagai macam gangguan alam dan tangan usil.

Integrasi Radio SDH dengan Elemen-elemen Jaringan Fiber

Untuk memaksimalkan keuntungan-keuntungan radio SDH, radio harus dapat berfungsi sebagai pelengkap bagi suatu jaringan fiber sinkron. Betapapun, supaya radio SDH dapat diinteroperasikan dan diintegrasikan dengan elemen-elemen jaringan optik fiber, rancangannya harus mengarah pada beberapa parameter, termasuk kapasitas dan pertumbuhannya, manajemen jaringan, penyesuaian terhadap evolusi standar-standar SDH, antarmuka dan kinerjanya.



Penulis : Muhamad Husni Lafif

Email : muhamadhusnilafif@yahoo.com atau lanthing.25@gmail.com

Riwayat Hidup : saya anak pertama lahir di kebumen pada tanggal 20 Oktober 1990 tahun 2006 lulus SMP 06 kebumen dan melanjutkan di SMK telkom shandy putra purwokerto mengambil jurusan jaringan komputer, pada tahun 2009 melanjutkan D4 Telekomunikasi di Politeknik Negeri Semarang sampai sekarang.