

BAB II

TEORI PENUNJANG DIGITAL CROSS CONNECT PADA JARINGAN E1/T1

2.1 Latar Belakang

Selama 100 tahun yang lalu transmisi analog telah mendominasi komunikasi. Khususnya system telepon pada awalnya secara keseluruhan berupa pensignalan analog. Sementara sebagian besar kabel jarak jauh di negara maju menggunakan teknik digital, loop lokal masih tetap analog dan tetap akan seperti itu paling tidak dalam satu atau dua dekade mendatang. Hal ini disebabkan oleh tingginya biaya yang diperlukan untuk mengganti peralatan. Akibatnya pada saat komputer ingin mengirimkan data digital melalui kabel dial-up, data harus dikonversikan terlebih dulu ke dalam bentuk analog dengan menggunakan modem untuk transmisi melalui loop lokal. Kemudian data di konversikan lagi menjadi bentuk digital untuk transmisi jarak jauh, dan konversi kembali menjadi analog untuk bisa diterima oleh loop local penerima, dan akhirnya dikonversikan lagi menjadi digital oleh sebuah modem dikomputer yang dituju.

Sementara situasi seperti ini tidak benar – benar ideal, seperti itulah keadaannya sampai saat ini, dan mahasiswa – mahasiswa yang belajar jaringan harus mempunyai pengertian tentang transmisi analog dan digital, dan juga bagaimana konversi – konversi yang saling berganti itu terjadi. Leased line memungkinkan untuk

melaksanakan proses digital sejak awal hingga akhir prosesnya. Tetapi jaringan ini sangat mahal biayanya dan hanya bermanfaat bagi pembuat jaringan pribadi dan intra-perusahaan.

2.2 Multiplexing

Jaringan komunikasi jarak jauh merupakan jaringan yang mahal, tergantung apakah menggunakan leased-line atau dial-up. Seringkali terminal-terminal dipergunakan secara maksimum untuk komunikasi, sehingga suatu diperlukan untuk menaikkan lalu-lintas jalur. Ada dua cara untuk mengatasi masalah ini ; multiplexing dan konsentrasi. Kedua cara ini seringkali mengoperasikan teknik kompresi data.

Multiplexing adalah proses untuk mengkombinasi aliran-aliran data yang berasal dari sejumlah kanal data kecepatan rendah untuk membentuk aliran bit gabungan berkecepatan tinggi. Teknik multiplexing dapat dibagi menjadi dua kategori dasar; FDM (Frekuensi Division Multiplexing), dan TDM (Time Division Multiplexing). Pada FDM spectrum frekuensi dibagi menjadi beberapa saluran logic, dimana setiap pelanggan mempunyai hak pemilikan secara eksklusif beberapa pita frekuensi. Pada TDM, pelanggan frekuensi mendapat giliran (secara round robin), dimana setiap pelanggan secara periodik mendapatkan semua bandwidth pada burst time yang singkat. Siaran radio AM dapat menjelaskan kedua macam kedua jenis multiplexing tersebut. Spektrum yang dialokasikan adalah 1 Mhz, kira-kira mulai 500

Khz sampai 1500 Khz. Frekuensi yang berbeda dialokasikan ke saluran (satsiun) logic yang berlainan, masing-masing beroperasi pada porsi spectrum, dengan pembatasan antar saluran yang sangat cukup untuk mencegah terjadinya interferensi. Sistem ini merupakan sebuah contoh FDM. Selain itu (di beberapa negara), masing-masing stasiun memiliki dua buah sub-saluran logic; musik dan iklan. Kemudian musik lagi, dan seterusnya, situasi seperti ini disebut TDM.

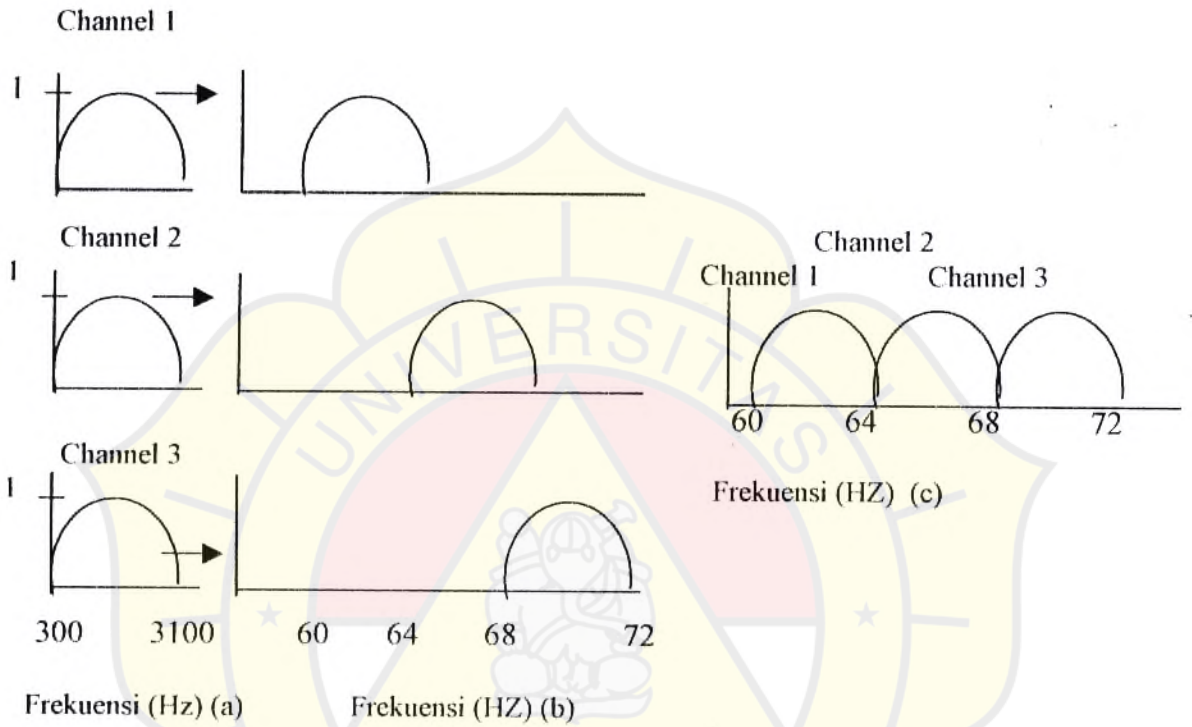
Dibawah ini akan dibahas FDM, setelah itu juga akan melihat bagaimana FDM dapat diterapkan ke serat optik (Wavelength Division Multiplexing). Kemudian akan kembali ke TDM, dan diakhiri dengan system TDM tingkat lanjut yang digunakan untuk serat optik (SONET)

2.2.1 Frekuensi Division Multiplexing

Gambar 2.1 menjelaskan bagaimana tiga buah saluran telepon voice-grade dimultiplex-kan dengan menggunakan FDM. Filter membatasi bandwidth yang biasa dipakai kira-kira 3000 Hz per-saluran voice-grade. Ketika jumlah saluran dimultiplex-kan secara bersamaan, 4000 Hz dialokasikan ke setiap saluran untuk menjaga saluran-saluran itu tetap terpisah dengan baik. Pertama saluran suara dinaikkan frekuensinya, masing-masing dengan jumlah yang berbeda. Kemudian saluran-saluran itu dikombinasikan, karena sekarang tidak ada dua saluran yang mengisi bagian spectrum yang sama. Perlu dicatat bahwa walaupun terdapat gap (pita terjaga) antara dua buah saluran, terdapat pula overlap antara dua saluran yang berdampingan, karena filter tidak mempunyai ujung yang tajam. Overlap ini berarti

bahwa paku yang kuat pada ujung sebuah saluran akan dirasakan pada saluran sebelahnya sebagai noise non-thermal.

Factor atenuasi



Gambar 2-1 Frekuensi Division Multiplexing
 (a) bandwidth orisinal (b) Bandwidth yang frekuensinya dinaikkan (c) Saluran yang di-multiplex-kan.

Teknik FDM digunakan di seluruh dunia dengan standar tertentu. Standar yang banyak dipakai adalah 12 saluran suara 4000 Hz (3000 Hz untuk pelanggan, ditambah dua pita penjaga yang masing-masing 500 Hz) yang di-multiplex-kan menjadi pita-pita mulai dari 60 sampai 108 KHz. Satuan tersebut disebut **Group**. Dua belah pita 60 KHz kadang-kadang dipakai oleh group lainnya. Banyak perusahaan

telekomunikasi yang menawarkan 48 layanan saluran sewa 56 Kbps kepada para pelanggan-pelanggannya. Lima group (60 saluran suara) dapat di-multiplex-kan untuk membentuk **supergroup**. Satuan berikutnya adalah **Mastergroup**, yang merupakan lima buah supergroup (standar CCITT) atau sepuluh buah supergroup (system Bell). Standar lainnya 23.000 saluran suara juga tersedia.

2.2.2 Wavelength Division Multiplexing

Untuk saluran serap optik, dapat digunakan bermacam-macam FDM. Metoda ini disebut WDM (Wavelength Division Multiplexing). Cara sederhana untuk mendapatkan FDM pada serat optik digambarkan pada gambar 2-2. Disini dua buah serat optik bersama-sama menuju sebuah prisma yang masing-masing dengan energi yang berbeda. Kedua sinar itu dilewatkan melalui prisma atau kisi, dan dikombinasikan menjadi sebuah serat gabungan untuk transmisi ke jarak tertentu, dimana keduanya akan terpecah kembali.



Gambar 2-2 . Wavelength Division Multiplexing (WDM).

Sepanjang sebuah saluran memiliki range frekuensinya sendiri, dan seluruh rangnya tidak tergabung, saluran-saluran tersebut dapat di-multiplex-kan pada serat optik yang

panjang. Satu-satunya perbedaan dengan FDM secara elektrik adalah bahwa sebuah system optik yang menggunakan system difraksi adalah sepenuhnya pasif, dan sangat reliable. Perlu dicatat bahwa yang menjadi alasan WDM populer adalah bahwa tidak mungkin saat ini untuk mengubah antara media listrik dan optik lebih cepat lagi. Karena bandwidth serat tunggal adalah 25.000 GHz, terdapat keuntungan untuk pemultiplex-an sejumlah saluran bersama-sama sepanjang route yang cukup jauh. Akan tetapi, persyaratan yang harus dipenuhi, adalah bahwa saluran masuk menggunakan frekuensi-frekuensi yang berbeda.

Aplikasi penting WDM adalah dalam system FTTC (Fiber To The Curb). Pada awalnya perusahaan telepon harus menggunakan serat tunggal dari end office ke kotak pertemuan terakhir (neighbourhood junction box) dimana serat itu bertemu dengan twisted pair yang berasal dari rumah-rumah. Beberapa tahun mendatang, ketika harga serat optik lebih rendah dan keperluan serat optik menjadi lebih tinggi, maka twisted pair akan digantikan oleh serat dan semua local loop akan digabungkan menjadi serat yang beroperasi sampai end-office dengan menggunakan WDM. Pada gambar 2-1. kita memiliki panjang gelombang tetap. Bit-bit dari serat 1 pindah ke serat 3, dan bit dari serat 2 pindah ke serat 4. Tidaklah mungkin bit pindah dari serat 1 ke serat 4. Akan tetapi, adalah mungkin untuk membangun system WDM yang di switch-kan. Dalam peralatan semacam itu, terdapat banyak serat input dan output, dan data dari sembarang serat output. Biasanya penghubungnya berupa star (hubungan) pasif, dengan cahaya dari setiap serat input yang mengiluminasi penghubung bintang. Walaupun penyebaran melalui n buah output mengalirnya dengan factor n , system

seperti ini pada prakteknya untuk ratusan buah saluran. Tentu saja bila cahaya dari satu serat masuk berpanjang gelombang 1,50206 mikron dan berkemungkinan besar dapat pergi ke sembarang serat output memerlukan filter yang dapat di-tune, sehingga saluran output yang terpilih dapat dipilih sendiri menjadi 1,50206 mikron. Filter tunable seperti itu dapat dibuat dari interferometer Fabry-perot atau interferometer Mach-Zehnder. Demikian pula, serat input dapat tunable dan outputnya yang dibuang tetap. Dengan membuat keduanya tunable merupakan pengeluaran biaya yang tidak perlu dan jarang digunakan.

2.2.3 Time Division Multiplexing

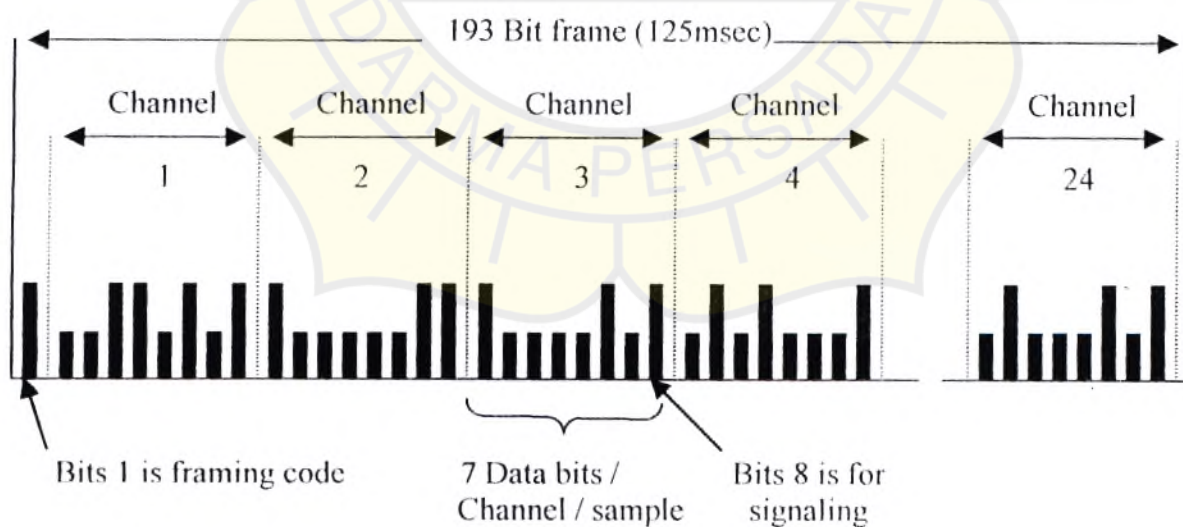
Walaupun masih digunakan pada kabel tembaga atau saluran gelombang mikro, ia memerlukan sirkuit analog dan hal ini tidak dapat dilaksanakan dengan menggunakan komputer. Sebaliknya, TDM dapat ditangani sepenuhnya oleh elektronika digital, sehingga dalam tahun-tahun terakhir ini jauh lebih luas tersebar. Sayangnya TDM hanya dapat digunakan untuk data digital. Karena loop local menghasilkan signal analog, maka diperlukan suatu konversi dari analog ke digital pada end office, tempat semua loop-loop local masuk bergabung kedalam trunk keluar. Singnal-signal analog ini didigitalisasi di end office oleh suatu alat yang dinamakan codec (codec-decoder), yang menghasilkan suatu angka 7- atau 8- bit. Codec ini menghasilkan 8000 sampel perdetik (125 mdetik/sample) karena menurut teori Nyquist bahwa sedemikianlah jumlah sampel yang mencukupi untuk menangkap informasi dari bandwidth saluran telepon 4 KHz. Pada laju sampling

yang lebih rendah, informasi mungkin ada yang hilang ; pada yang lebih tinggi, tidak akan ada informasi tambahan yang akan diperoleh. Teknik ini disebut PCM (Pulse Code Modulation). PCM merupakan inti dari system telepon modern, sebagai konsekwensinya, boleh dikatakan semua interval waktu didalam system telepon merupakan kelipatan dari 125 mdetik.

Sewaktu transmisi digital mulai tumbuh sebagai teknologi yang feasible, CCITT tidak mampu mencapai kesepakatan mengenai standar internasional untuk PCM. Konsekuensinya, kini ada skema yang incompatible satu sama lain yang digunakan di berbagai negara didunia. *Sambungan (hookup) internasional antar negara-negara yang tidak kompatibel ini memerlukan (seringkali mahal) "black box" untuk mengkonversi sistem negara asal ke system negara penerima.*

Salah satu metode yang tersebar luas diamerika utara dan kanada adalah **T1 carrier** seperti di tunjukkan pada gambar 2-3.(secara teknis, format ini disebut DS1 dan carriernya disebut T1.) Carrier T1 terdiri dari 24 saluran suara yang di-multiplex-kan bersama-sama. Biasanya, signal analog dicuplik dengan suatu basis round-robin yang aliran analog yang dihasilkannya dipasokkan pada codec dan bukannya dengan jalan mendapatkan 24 codec yang terpisah dan lalu menggabungkan output digitalnya. Masing-masing channel dari ke-24 saluran ini, secara bergiliran, akan menyisipkan 8 bit kedalam aliran output. Tujuh bit diantaranya adalah data sedangkan yang satunya untuk kontrol, sehinga menghasilkan $7 \times 8000 = 56.000$ bps data, dan $1 \times 8000 = 8000$ bps informasi signaling persaluran. Sebuah frame terdiri dari $24 \times 8 = 192$ bit, ditambah satu bit tambahan untuk pembuatan frame, yang menghasilkan 193 bit

setiap 125mdetik. Ini memberikan laju data sebesar 1,544 Mbps. Bit ke 193 dipakai untuk sinkronisasi frame. Bit itu mempunyai pola 0101010101..... Biasanya, receiver selalu melakukan pengecekan terhadap bit ini untuk meyakinkan bahwa bit tersebut tidak kehilangan sinkronisasinya. Bila terjadi ketidak-sinkronan, receiver akan melakukan pelacakan terhadap pola ini untuk sinkronisasi ulang. Pelanggan analog tidak menghasilkan pola bit yang sama sekali, karena pola bit ini berhubungan dengan gelombang sinus 4000 Hz, yang mungkin telah dibuang filter. Tentu saja pelanggan digital dapat menghasilkan pola bit, akan tetapi bit-bit bernomor ganjil menolak adanya pola bit tersebut ketika frame tergelincir. Pada saat system T1 digunakan sepenuhnya untuk data, hanya 23 buah saluran saja yang digunakannya. Saluran yang ke-24 dipakai untuk pola sinkronisasi khusus, untuk memungkinkan pemulihan kembali yang lebih cepat bila terjadi tergelincirnya frame.



Gambar 2-3. Carrier T1 (1,544 Mbps)

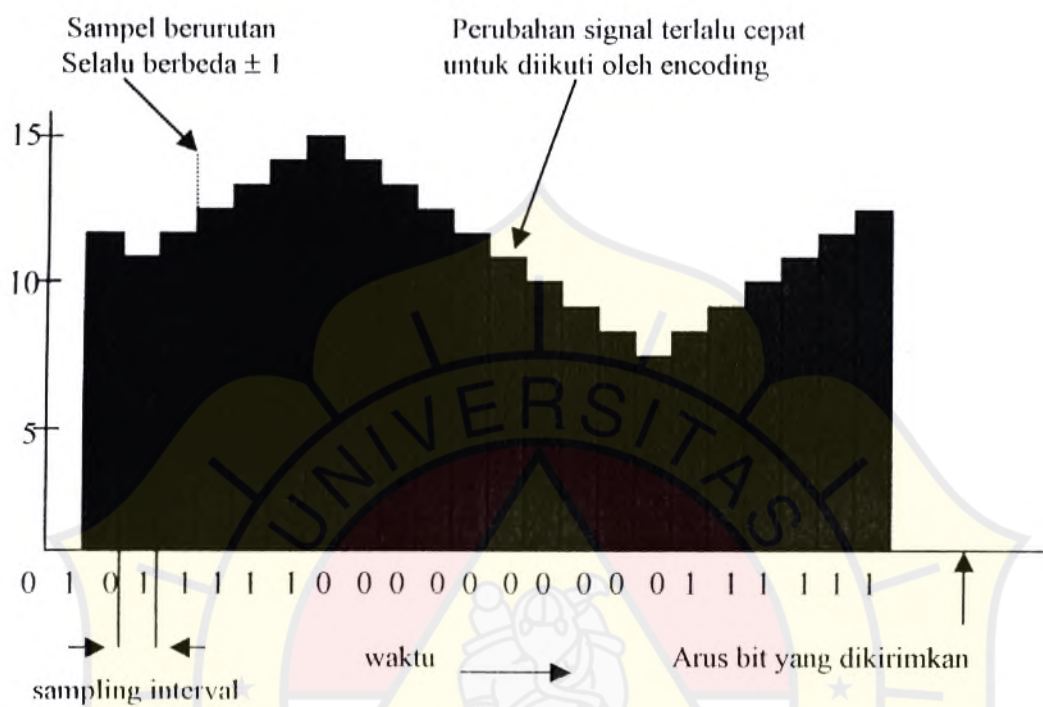
Ketika CCITT mencapai kesepakatan, mereka merasakan bahwa kecepatan 8000 bps pensignalan informasi sangat jauh dari cukup. Karena itu standar 1,544 Mbps lebih banyak didasarkan pada item data 8 bit dibanding 7 bit; itu berarti bahwa signal analog lebih sering dikuantisasi menjadi 256 tingkat diskrit dibanding menjadi 128 tingkat. Dua variasi (yang tidak kompatibel) ini disediakan. Dalam **common-channel signaling**, bit ekstra (yang ditambahkan ke bagian belakang frame 193 bit) mempunyai nilai 10101010.....pada frame bernomor ganjil dan berisi informasi pensignalan bagi seluruh saluran pada frame bernomor genap. Dalam variasi lainnya, **channel associated signaling**, setiap saluran mempunyai sub-saluran pensignalan pribadi. Sub-saluran diatur berdasarkan pengalokasian satu dari delapan bit pengguna dalam setiap frame keenam untuk keperluan pensignalan. Sehingga lima dari enam sampel mempunyai lebar pita 8 bit, sedangkan sampel lainnya hanya 7 bit. CCITT juga mempunyai rekomendasi untuk carrier PCM pada kecepatan 2,048 Mbps yang disebut **E1**. Carrier ini mempunyai 32 buah data sampel dan 8 bit yang dikemas ke dalam frame 125ms. Tiga puluh buah saluran dipakai untuk informasi dan dua saluran lainnya untuk pensignalan. Setiap kelompok mempunyai empat frame yang menyediakan 64 bit pensignalan, yang separuhnya digunakan bagi saluran yang berkaitan dengan pensignalan dan separuh lainnya digunakan untuk sinkronisasi frame atau dicadangkan untuk digunakan oleh negara pengguna sesuai dengan kebutuhan. Carrier 2,048 Mbps banyak digunakan di luar Amerika Utara dan Jepang. Sekali signal suara telah didigitasi, maka akan terduga memakai teknik statistik untuk mengurangi jumlah-jumlah bit yang diperlukan per-saluran. Teknik ini tidak saja

bermanfaat meng-encode pembicaraan, tetapi juga untuk mendigitasi signal-signal analog. Semua metoda pemadatan signal berdasarkan prinsip bahwa signal berubah relatif lambat dibanding dengan pembuatan sample frekuensi, karena itu banyak informasi pada tingkat digital 7- atau 8-bit redundant.

Sebuah metoda, disebut **modulasi kode pulsa differensial**, terdiri dari peng-output-an perbedaan antara nilai saat ini dan nilai sebelumnya, bukan peng-output-an amplitudo terdigitasi. Karena meloncat 6 tingkat dalam skala 128 tidaklah mungkin, maka lima bit kan cukup; tidak perlu 7 bit lagi. Bila signal sering meloncat-loncat dengan tidak teratur, maka untuk mendapat signal tersebut logic encoding memerlukan beberapa periode sampling. Untuk pembicaraan, error yang terjadi bias diabaikan. Berbagai metoda pemadatan ini membutuhkan setiap nilai sampel yang berbeda dengan nilai sebelumnya, baik dengan +1 atau -1. Bit tunggal ditransmisikan menyatakan apakah sampel baru diatas atau dibawah sampel sebelumnya. Teknik ini disebut **modulasi delta**, dijelaskan dengan gambar 2-4. Seperti teknik pemadatan lainnya yang mengasumsikan perubahan dalam tingkat yang kecil antara dua sampel yang berurutan, encoding delta bias mendapatkan kesulitan bila signal berubah terlalu cepat, seperti dalam gambar. Ketika hal ini terjadi, maka informasi akan hilang.

Suatu kemajuan bagi PCM differensial adalah kemampuan mengekstrapolasi beberapa nilai yang sebelumnya untuk memprediksi nilai berikutnya yang akan terjadi dan kemudian meng-encode perbedaan antara signal aktual dan signal yang diprediksi. Tentu saja transmitter dan receiver harus memakai algoritma prediksi yang sama. Teknik ini disebut **predictive encoding**. Teknik-teknik ini bermanfaat karena

mampu mengurangi jumlah sampel yang harus di-encode, sehingga akan lebih banyak bit yang dapat dikirim.



Gambar 2-4. Modulasi Delta

Walaupun PCM cukup luas dipakai pada interoffice trunk, pengguna komputer mendapatkan relatif sedikit manfaatnya bila seluruh data harus dikirimkan ke end office dalam bentuk gelombang sinus analog yang dimodulasi pada frekuensi 28,8 Kbps. Akan baik sekali bila perusahaan telepon mau memasang loop lokal secara langsung dengan system trunk PCM, sehingga komputer dapat mengeluarkan data digital secara langsung ke loop lokal pada kecepatan 1,544 atau 2,048 Mbps.

Sayangnya, untuk jarak yang relatif jauh looplokal tidak akan mampu beroperasi pada kecepatan ini.

Metoda Time Division Multiplexing mengujjinkan beberapa carrier T1 untuk di-multiplexing-kan menjadi sebuah saluran T2. Multiplexing pada T2 dan diatasnya dilakukan secara bit per bit daripada Byte per Byte dengan memakai 24 saluran suara yang menyusun sebuah frame T1. Empat buah aliran T1 pada kecepatan 1,544 Mbps akan menghasilkan 6,176 Mbps, tapi T2 sebenarnya adalah 6,312 Mbps. Bit-bit ekstra digunakan untuk pembuatan frame dan recovery bila terjadi sleep pada carrier. Pada tingkat berikutnya, enam buah aliran T2 bergabung untuk membentuk aliran T3. Kemudian tujuh T3 akan membentuk aliran T4. Pada setiap langkah penggabungan itu overhead akan bertambah dalam jumlah terkecil untuk keperluan pembuatan frame dan recovery.★

Baru terjadi persetujuan kecil antara Amerika Serikat dengan negara-negara lainnya mengenai carrier dasar. Juga terdapat kesamaan pendapat tentang cara bagaimana suatu carrier di-multiplex-kan menjadi carrier yang ber-Bandwidth lebih tinggi. Teknik-teknik Amerika Serikat dalam meingkatkan 4, 6 dan 7 carrier tidak mengganggu orang lain sebagai cara melaksanakan PCM. Karena itu standar CCITT untuk 32, 128, 512, 2048 dan 8192 saluran yang beroperasi pada kecepatan 2,048, 8,848, 34,304, dan 565,148 Mbps.

2.3 SONET / SDH

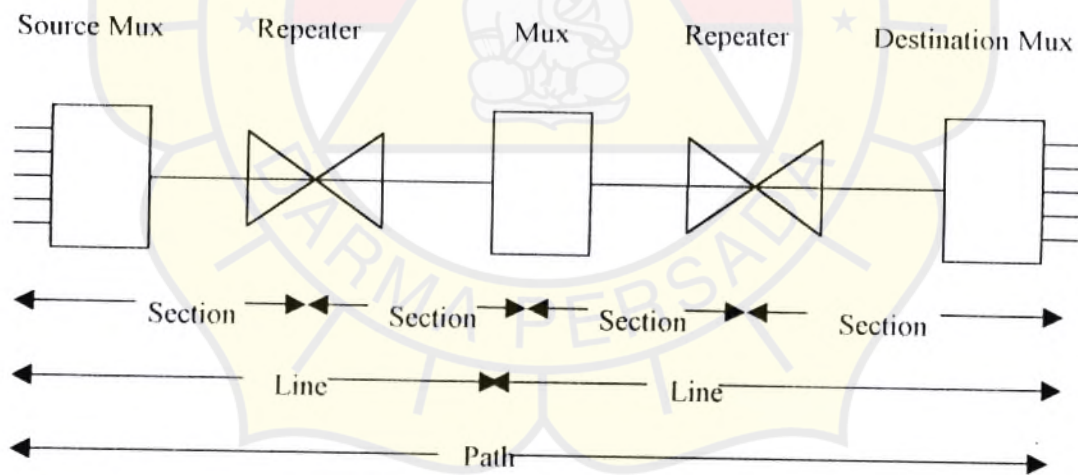
Pada awal kelahiran serat optik, setiap perusahaan telekomunikasi memiliki sistem TDM –nya sendiri-sendiri. Setelah AT&T pecah pada tahun 1984, perusahaan telepon lokal harus terhubung ke berbagi carrier jarak jauh, yang semuanya mempunyai system TDM optik yang berlainan. Karena itu jelas-jelas diperlukan standarisasi yang disebut SONET (Synchronous Optical NETwork), kemudian CCITT menggabungkan keinginannya dalam membuat standarisasi, yang akhirnya memiliki standar SONET dan sekumpulan rekomendasi CCITT (G.707, G.708, G.709) pada tahun 1989. Rekomendasi ini disebut SDH (Synchronous Digital Hierarchy) yang hanya berbeda sedikit dengan SONET. Sebenarnya semua lalu-lintas telepon interlokal di Amerika Serikat dan negara-negara lainnya sekarang menggunakan trunk-trunk yang mengoperasikan SONET pada physical layer. Dengan semakin murah nya harga chip SONET, meja papan interface SONET untuk komputer akan semakin banyak dipakai. Karena itu akan semakin mudah bagi perusahaan untuk memasang komputer-komputer mereka ke langsung jantung jaringan telepon melalui leased line khusus.

Rancangan SONET memiliki empat tujuan utama. Yang pertama dan sekaligus yang terpenting, SONET harus mampu memungkinkan carrier yang berbeda ke interwork. Untuk mencapai tujuan ini memerlukan penentuan standar pensignalan yang berkaitan dengan frekuensi, pewaktuan struktur pembuatan frame, dan lain-lain. Kedua, diperlakukan alat untuk menggabungkan system digital

Amerika Serikat, negara-negara Eropa dan Jepang, yang semuanya semuanya didasarkan pada saluran PCM 64 Kbps, akan tetapi kesemuanya juga menggunakan cara yang berbeda (tidak kompatibel). Ketiga SONET harus mampu menyediakan cara untuk melakukan multiplex berbagai saluran digital bersama-sama. Pada saat SONET dipasang sebenarnya carrier digital berkecepatan paling tinggi yang banyak digunakan di Amerika Serikat adalah T3 dengan kecepatan 44,736 Mbps. T4 sudah ada namun masih jarang dipakai, dan belum ada kecepatan di atas T4 diciptakan. Bagian dari tugas SONET adalah melanjutkan hierarki menjadi gigabit/detik dan lebih cepat lagi. Juga masih diperlukan cara standar untuk melakukan multiplex saluran-saluran yang berkecepatan lebih rendah. Keempat, SONET harus menyediakan bantuan untuk operasi, administrasi, dan pemeliharaan. Sistem sebelumnya tidak dapat melaksanakan tugas-tugas ini dengan baik.

Keputusan awal adalah untuk membuat SONET sebagai sebuah sistem TDM tradisional dengan seluruh bandwidth serat yang dimiliki oleh sebuah saluran yang berisi slot-slot waktu dari berbagai sub-saluran. Dengan demikian SONET merupakan sistem synchronous. SONET dikirim keluar dengan interval yang tepat sekali, yang mana dikontrol oleh master clock dengan tingkat akurasi sekitar 1 bagian 10¹⁰. Bit-bit pada saluran SONET dikirim keluar dengan interval yang tepat sekali, yang mana dikontrol oleh master clock. Ketika switching diajukan kemudian untuk dijadikan landasan broadband ISDN, ternyata broadband ISDN mengizinkan kedatangan tidak menentu dari sel yang disebut asynchronous transfer mode (ATM) untuk membedakannya dengan operasi sinkronnya SONET.

Sistem SONET terdiri dari switch, multiplexer, dan repeater, yang kesemuanya dihubungkan dengan serat optik. Lintasan dari sumber ke tempat tujuan dengan sebuah multiplexer menengah dan sebuah repeater menengah ditunjukkan pada gambar 2-5. Dalam terminology SONET, serat yang terhubung langsung dari sebuah alat ke peralatan lainnya dengan tanpa ada sesuatupun diantara keduanya disebut seksi (section). Garis antara dua buah multiplexer (mungkin dengan satu repeater atau lebih ditengan) disebut saluran (line). Terakhir hubungan antara sumber dengan tempat tujuan (mungkin dengan satu multiplexer dan repeater atau lebih) disebut lintasan (path). Topologi SONET dapat menjadi rumit, tapi seringnya merupakan dual ring.



Gambar 2-5. Sebuah lintasan SONET

Frame SONET dasar merupakan sebuah blok 810 byte yang dilepaskan setiap 125 *mdetik*. Karena SONET system yang sinkron, maka frame dilepaskan terus menerus,

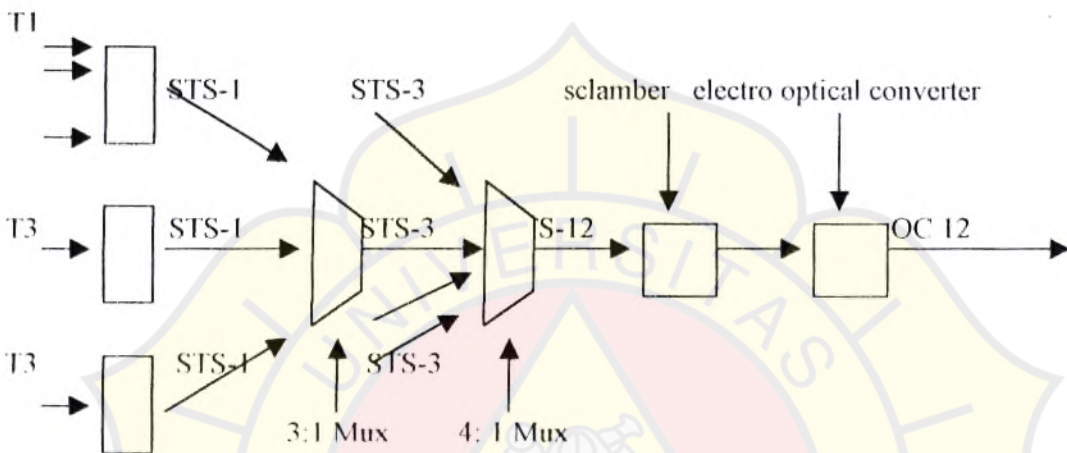
baik ada atau tidak ada data yang perlu dikirimkan. Dengan 8000 frame/detik, SONET benar-benar pas dengan laju pembuatan sampel saluran PCM yang digunakan semua system telepon digital.

Frame 810-bit SONET dapat digambar dengan baik sebagai persegi panjang byte, dengan lebar kolom 90 kolom dan tinggi 9 kolom. Jadi $8 \times 810 = 6480$ bit ditransmisikan sebanyak 8000 kali perdetik, untuk laju data 51,84 Mbps. Ini adalah saluran SONET dasar dan di sebut STS-1 (Synchronous Transport Signal-1). Semua trunk SONET terdiri dari banyak STS-1. Tiga kolom pertama pada setiap frame dicadangkan untuk informasi manajemen system, seperti dijelaskan pada gambar 2-5. Tiga baris pertama terdiri dari overhead seksi; enam baris berikutnya berisi overhead saluran. Overhead seksi dibuat dan dicek pada setiap awal dan akhir masing-masing seksi, sementara overhead saluran dibuat dan dicek pada awal dan akhir masing-masing saluran. 87 kolom yang tersisa berisi $87 \times 9 \times 8 \times 8000 = 50,112$ Mbps data pengguna. Akan tetapi data pengguna yang disebut SPE (Synchronous Payload Envelope) tidak selalu berawal pada baris 1, kolom 4. SPE dapat berawal dimana saja didalam sebuah frame. Pointer ke byte pertama terletak pada baris pertama overhead saluran. Kolom pertama SPE adalah overhead lintasan (yaitu, header untuk sublayer protocol lintasan end-to-end). Kemampuan untuk mengijinkan SPE berawal dimana saja dalam frame SONET, dan bahkan sampai rentang dua frame, memberikan fleksibilitas tambahan ke system. Misalnya, bila payload tiba pada sumber sementara frame SONET dummy sedang dibuat, maka payload tersebut dapat disisipkan ke frame saat itu, daripada tetap ditahan sampai dimulainya lagi

frame berikutnya. Feature ini juga berguna ketika payload tidak benar-benar pas dalam sebuah frame, seperti halnya dalam dalam urutan sel ATM 52-byte. Baris pertama overhead saluran kemudian dapat menunjuk ke awal sel penuh pertama, untuk membuat sinkronisasi. Overhead seksi, saluran, dan lintasan berisi limpahan byte yang dipakai untuk operasi, administrasi dan pemeliharaan. Karena masing-masing byte terjadi 8000 kali perdetik, maka ini mempresentasikan saluran PCM. Kenyataannya ketiganya digunakan untuk menyediakan saluran suara bagi seksi, saluran dan pemeliharaan lintasan. Byte-byte lainnya digunakan untuk framing, parity dan pengawasan error, ID, pewaktuan, sinkronisasi dan fungsi-fungsi yang lainnya, Bellamy (1991) menerangkan semua field tersebut dengan mendalam.

Multiplexing aliran data yang banyak disebut tributary. Memainkan peranan penting dalam SONET. Multiplexing dijelaskan pada gambar 2-6. Disebelah kiri kita awali dengan berbagai aliran input berkecepatan rendah, yang dikonversikan menjadi laju SONET STS-1 dasar. Umumnya hal ini dilakukan dengan menambah filter untuk mencapai 51,84 Mbps. Berikutnya tiga tributary STS-1 di-multiplex-kan menjadi sebuah aliran output STS-3 155,52 Mbps. Pada gilirannya aliran ini di-multiplex-kan lagi dengan tiga lainnya menjadi aliran output akhir yang memiliki 12 kali kapasitas aliran STS-1. Disini signal diaduk untuk mencegah proses yang berlangsung lama dan 1 terganggu oleh pewaktuan an dikonversikan dari signal listrik menjadi signal optik. Multiplexing dikerjakan secara byte per byte misalnya tributary STS-1 apabila 51,84 Mbps digabungkan menjadi sebuah aliran STS-3 pada 155,52 Mbps, pertama multiplexer menghasilkan 1 byte dan tributary 1, kemudian 1 dari tributary 2 dan

kemudian 1 dari tributary 3, sebelum kembali ke 1. Bentuk STS-3 dengan kolom-kolom tributary 1, 2, dan 3. Dengan urutan tadi dan ketiga lainnya, dan seterusnya sampai mencapai kolom 270. satu dari frame 270 x 9 byte ini dikirim setiap 123 mdetik, yang memberikan laju data 1552,52 Mbps.



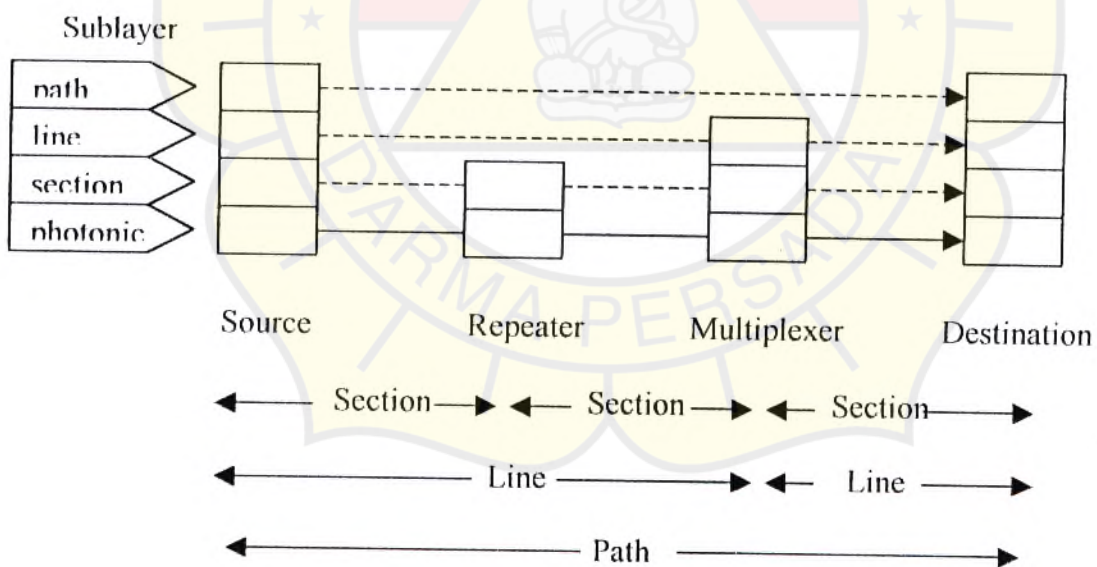
Gambar 2-6. Multiplexing pada SONET

Hierarki multiplexing SONET dijelaskan pada gambar 2-6. Laju mulai STS-1 sampai STS-48 telah ditentukan. Carrier optis yang berkaitan dengan STS-n disebut OC-n yang sama merupakan bit untuk bit kecuali untuk pengadukan yang ditunjukkan pada gambar 2-5. Nama SDH-nya berbeda dan SDH dimulai pada OC-3, karena system dasar CCITT tidak mempunyai kejelasan yang dekat dengan 51,84 Mbps. Terdapat carrier OC-9 karena sangat pas dengan kecepatan kebanyakan trunk berkecepatan tinggi yang banyak digunakan di Jepang. OC-18 dan OC-36 akan digunakan di Jepang di masa yang akan datang. Laju data kotor meliputi semua

overhead. Laju data SPE tidak mencakup overhead saluran dan seksi. Laju data pengguna tidak mencakup semua overhead kecuali hanya menghitung 86 kolom yang bias dipakai untuk payload. Terlepas dari semua itu, pada saat carrier, misalnya OC-3 tidak di-multiplex-kan, tetapi membawa data yang hanya berasal sumber tunggal, huruf c (consatenate = gabungan) ditambah sebagai tanda. Sehingga OC-3 mengindikasikan sebuah carrier 155,52 Mbps yang terdiri dari tiga OC-1 yang terpisah, tapi OC-3c mengindikasikan sebuah aliran data dari sumber tunggal pada 155,52 Mbps. Ketiga aliran OC-1 didalam aliran OC-3c disela oleh kolom 1 dari aliran 1, kemudian kolom 1 dari aliran 2, kolom 1 dari aliran 3, diikuti oleh 2 dari aliran 1, hingga frame dengan lebar 270 kolom dan tinggi 9 baris.

Jumlah data pengguna actual pada aliran OC-3c agak lebih tinggi dari aliran OC-3 (149,760Mbps vs 148,608 Mbps) karena kolom lintasan overhead dimaukan kedalam SPE hanya satu kali saja, daripada tiga kali yang akan merupakan tiga aliran OC-3 yang independen. Dengan kata lain, 260 dari 270 kolom dapat digunakan untuk data pengguna dalam OC-3c, dimana hanya 258 kolom bias dipakai oleh data pengguna pada OC-3. Frame gabungan dengan tingkat yang lebih tinggi (misalnya OC-12) juga sudah ada. Hingga disini dijelaskan kenapa ATM beroperasi pada 155 Mbps; maksudnya adalah untuk membawa cell-sel ATM ke trunk OC-3c. Juga jelas bahwa figure 155 Mbps yang banyak digunakan itu merupakan laju kotor. Termasuk Overhead SONET. Selain itu sering terjadi kesalahan sebagian orang dalam membulatkan kecepatan 155,52 Mbps menjadi 155 Mbps dan sekarang semua orang telah membuat kesalahan yang sama juga.

Physical layer SONET dibagi menjadi empat sublayer, seperti dijelaskan pada gambar 2-7. Sublayer paling bawah adalah photonic sublayer. Sublayer ini berhubungan dengan spesifikasi sifat-sifat fisika cahaya dan serat yang digunakan. Tiga sublayer lainnya berhubungan dengan seksi, saluran dan lintasan. Section sublayer menangani operasi serat point-to-point tunggal, yang menghasilkan frame standar pada sebuah ujung dan memprosesnya diujung lainnya. Seksi-seksi ini dapat berawal dan berakhir pada repeater, yang menguatkan dan meregenerasi bit-bit, tetapi tidak merubah atau memproses bit-bit itu. Line sublayer berkaitan dengan pe-multiplex-kan sejumlah tributary menjadi sebuah saluran tunggal dan me-multiplex-kan tributart tersebut ke ujung lainnya. Bagi line sublayer, repeater bersifat transparan.



Gambar 2-7. Arsitektur SONET

- b. Megastream yang bekerja pada laju 2 Mbps, 8 Mbps, 34 Mbps dan 140 Mbps untuk menyediakan sambungan yang digunakan, misalnya untuk menghubungi PABX digital, atau aplikasi berkecepatan tinggi seperti konferensi jarak jauh, ATM, ISDN dan sebagainya.
- c. Satsream yang menawarkan sirkit digital berkecepatan tinggi lewat komunikasi satelit ke tujuan di negara lain ; dan
- d. Switchstream yang merupakan switched service yang menggunakan pensaklaran packet.

Dua alternatif yang tersedia adalah digunakannya system pensaklaran pesan dan pensaklaran paket. Dalam system pensaklaran pesan sebuah pesan dikirimkan oleh terminal pusat pembagi (Switching Center) tanpa harus menunggu sambungan ke terminal ke terminal tujuan. Pesan ini akan disimpan dalam pusat pembagi sampai diteruskan ke pusat pembagi berikutnya yang paling dekat dengan terminal tujuan, dan seterusnya. Pada suatu saat pesan akan sampai di pusat pembagi yang paling dekat dengan terminal tujuan ; disini pesan juga akan disimpan sementara sampai terminal tujuan siap untuk menerimanya.

Cara lain adalah pensaklaran paket. Dalam system pensaklaran paket, data dibagi menjadi sejumlah paket dan setiap paket diberi suatu label untuk mengenalinya melalui sambungan lewat jaringan . Suatu sambungan hanya menggunakan lebar pita bila membawa paket data, jika tidak maka lebar pita digunakan oleh pemakai lain, secara langsung melalui PAD, ke PSE (Packet Switching Exchange). Sebelum pesan dikirim lewat system pensaklaran paket, pesan tersebut harus dibagi menjadi

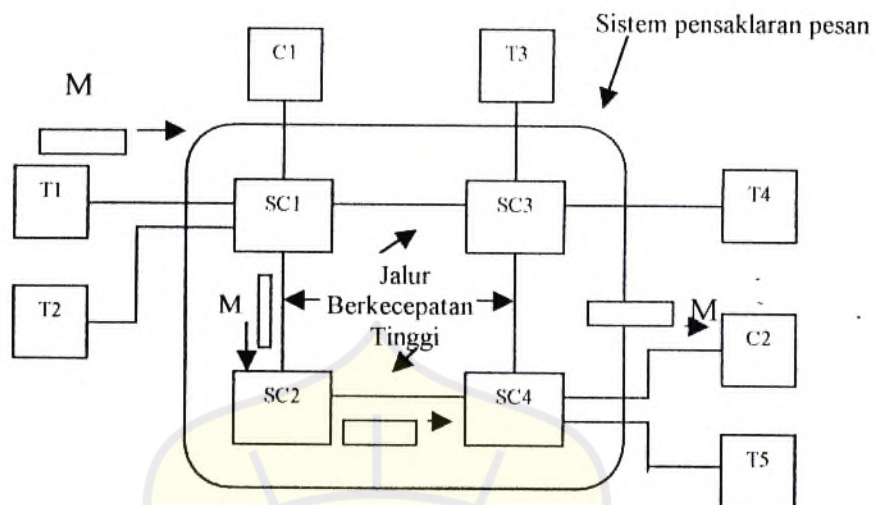
sejumlah blok – blok yang lebih pendek yang disebut paket. Setiap paket memuat informasi pengamatan sehingga pesan sampai di terminal tujuan yang benar. Disini paket – paket akan di gabungkan kembali untuk mendapatkan pesan yang asli ; penggabungan ini di lakukan oleh terminal tujuan atau oleh PAD jarak jauh. Di Inggris, jaringan PSDN disediakan oleh British Telecom dengan nama Packet Switchstream (PSS) dan melalui International Packet Switchstream (IPSS) pengguna dapat mengakses PSDN di beberapa negara lain. Selain itu juga terdapat sejumlah system pensklaran paket pribadi, baik sebagai WAN maupun sebagai alternatif ke LAN dan jaringan – jaringan seperti ini sering mempunyai fasisiltas untuk mengakses PSS.

2.4.1 Message Switching (Pensaklaran Pesan)

Pada suatu saat terminal mempunyai pesan untuk dikirim pesan tersebut dapat segera dikirimkan ke system pensaklaran pesan; dalam hal ini tidak diperlukan adanya penginisialisasian sambungan ke terminal tujuan atau keadaan dimana terminal tujuan dalam keadaan siap untuk menerima data. Perbedaan kecepatan operasi juga tidak menjadi masalah ; system akan secara otomatis mengubah kecepatan operasi sesuai dengan kecepatan terminal penerima Pesan akan dikirimkan kesistem dengan ditambah header yang antara lain berisi alamat alamat dari terminal asal dan tujuan dan beberapa informasi kendali yang lain. Sistem akan memeriksa adanya kesalahan pada pesan tersebut, dan jika perlu meminta pengiriman ulang ; kesalahan mungkin terjadi pada terminal asal, terminal tujuan, format pesan atau didalam pesan

itu sendiri. Pesan akan di simpan pada suatu pusat pembagi berikutnya yang kosong (Switching Center) sementara pusat pembagi berikutnya yang kosong. Pesan tersebut akan diambil dari pusat pembagi dan diteruskan ke pusat pembagi berikutnya. Biasanya pusat pembagi akan mempunyai alternatif jalur. Sebuah pusat pembagi harus menerima dan menyimpan semua pesan sebelum diteruskan ke pusat. Ini disebut system simpan dan teruskan (Store and Forward System). Setelah diteruskan ke pusat pembagi berikutnya, pesan tetap tersimpan di pusat pembagi untuk mengetahui apakah ada kesalahan selama pengiriman pesan tersebut. Prosedur ini akan diulang sebanyak diperlukan sampai pesan sampai ke pusat pembagi yang terdekat dengan terminal tujuan. Disini pesan akan diteruskan ke pesan tersebut kecuali jika terminal yang dimaksud sedang sibuk atau tidak bekerja ; dalam hal ini pesan akan tetap disimpan di pusat pembagi selama beberapa jam atau beberapa hari sampai pesan tersebut dapat di teruskan ketterminal yang dimaksud. Sistem ini juga dapat diberitahu adanya terminal lain yang dapat menerima pesan tersebut.

Segera setelah suatu pesan dapat dilewatkan pada sebuah kanal pesan yang lain, biasanya di kirimkan oleh dua terminal yang berbeda, dapat dilewatkan pada kanal yang sama. Hal ini akan memberikan tingkat pemakaian kanal yang tinggi. Konsep dasar dari pusat pensklaran pesan dapat dilihat pada gambar 2-8.



Gambar 2.8 pensaklaran pesan

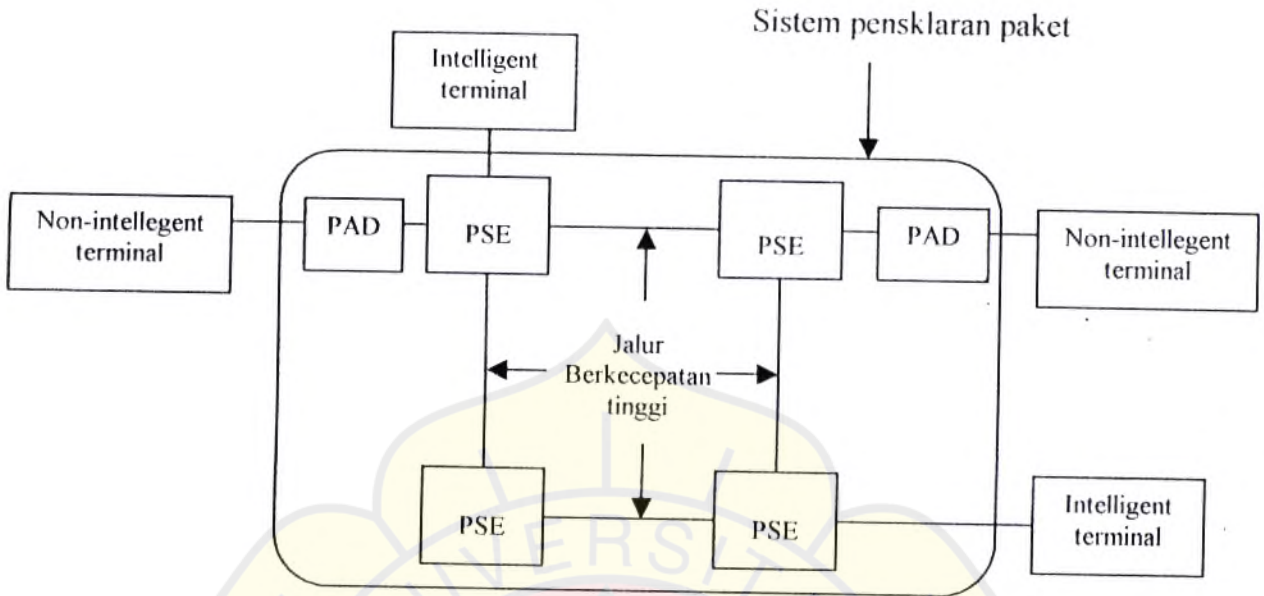
Pesan M akan dikirim melalui terminal T1, terhubung ke pusat pembagi SC1, ke komputer C2, tersambung ke pusat pembagi SC4. Pesan pertama kali akan dilewatkan dari T1 ke SC1 dan di SC1 pesan akan disimpan sampai tersedia kanal bebas SC2 atau SC3. Dalam gambar diatas dianggap bahwa kanal kearah SC2 akan tersedia, sehingga pesan akan diteruskan ke SC2. Pada pusat pembagi SC2 pesan akan disimpan kembali sampai kanal kearah SC4 bebas. Pada saat kanal ke SC4 bebas, pesan akan diteruskan ke SC4 dan pada SC4 pesan juga akan disimpan sampai terminal C2 siap menerimanya.

2.4.2 Pensaklaran paket (Paket Switching)

Jaringan pensaklaran paket terdiri dari sejumlah pembagi pensaklaran paket (Packet Switching Exchange, PSE) yang dihubungkan ke TDM ke jalur berkecepatan tinggi. Setiap pengguna jaringan dapat mempunyai terminal yang jenisnya bervariasi di mulai dari terminal *dumb*, ke ujung *processor,router*, dan PAD, dan dihubungkan

ke PSE terdekat dengan suatu data line. Setiap pesan yang dikirimkan ke jaringan pertama kali harus dipecah menjadi sejumlah paket sebelum dimasukkan ke jaringan. Jika terminalnya *intelligent*, seperti PC misalnya dan disebut terminal paket (packet terminal), terminal ini akan mampu melakukan pembentukan kembali paket dan akan dihubungkan langsung ke jaringan. Terminal *non intelligent* seperti pencetak, yang disebut terminal karakter, tidak dapat mengubah pesan ke dalam sejumlah paket sehingga terminal - terminal ini harus di hubungkan ke jaringan melalui penggabung / pengurai paket (*packet assembler / disassembler* atau PAD).

PAD memungkinkan terminal – terminal yang tidak mempunyai antarmuka yang memadai untuk berhubungan langsung ke PSS untuk mendapatkan akses ke jaringan tersebut. Gambar 2-9, menunjukkan *paket switched network* yang mempunyai 4 pembagi pensaklaran paket yang masing – masing dihubungkan ke sejumlah komputer, terminal *intelligent*, dan terminal *non intelligent*. Pembagi pensaklaran paket dihubungkan ke jalur berkecepatan tinggi yang dapat berupa jalur analog 48 Kbit/detik yang masing – masing ujungnya dipasang modem, atau jalur digital menggunakan sirkuit Megastream berkecepatan tinggi.



Gambar 2.9 pensaklaran paket

Setiap pesan yang dikirimkan ke packet switched network sebelumnya harus dipecah menjadi sejumlah paket. Setiap paket mempunyai format yang khusus dan dapat mempunyai panjang sampai 1024 bit, dan akan dikirimkan lewat jaringan secara terpisah. Bila suatu paket sampai di PSE, paket itu dilengkapi dengan header dan trailer. Semua paket dapat mengikuti rute yang sama tetapi masing – masing dapat juga melewati rute yang berlainan. Cara yang terakhir inilah yang sekarang lebih banyak digunakan, dan disebut panggilan maya (virtual call) dan telah distandarisasi sesuai rekomendasi X25 dari ITU-T. Istilah panggilan berarti pertukaran data diantara dua terminal lewat jaringan pensaklaran paket dan setiap paket merupakan bagian data yang dibawa oleh panggilan. Pada saat setiap paket datang di suatu PSE alamat tujuannya akan akan diperiksa dan jika terminal tujuan

dihubungkan ke PSE tersebut paket akan segera di teruskan ke terminal tersebut (kecuali jika terminal ini sedang sibuk atau tidak bekerja). Jika paket akan dilewatkan ke PSE yang lain paket ini akan ditempatkan kdalam antrian – kecuali jika mempunyai prioritas lebih tinggi – bersama-sama dengan paket-paket dari terminal-terminal lain. Pada saat paket mencapai ujung atas antrian , paket ini akan diteruskan ke kanal bebas yang sesuai. Jika semua paket yang membentuk suatu pesan telah sampai ke PSE akhir, paket-paket tersebut harus diuraikan untuk mendapat pesan yang asli. Penguraian ini dilakukan oleh terminal (jika berupa terminal intelligent) atau PAD.

2.5 Full Duplex dan Half Duplex

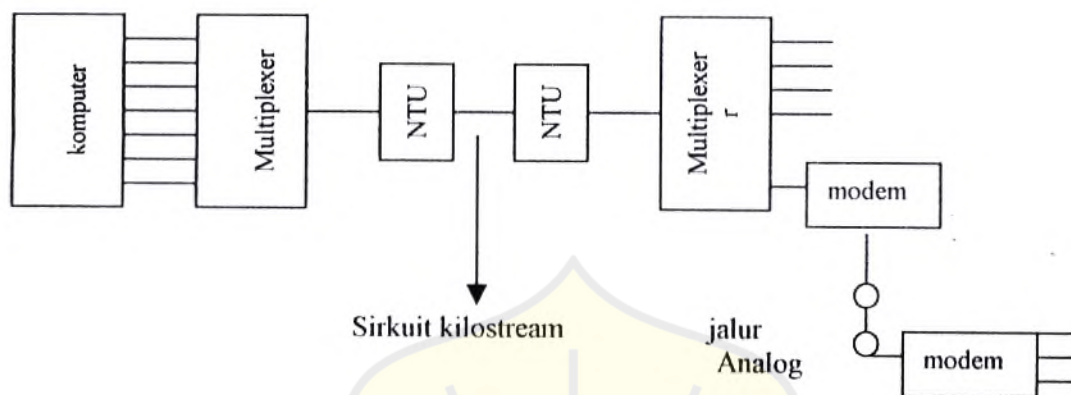
Hampir sebagian besar komunikasi beroperasi dengan cara half-duplex atau full duplex. Sistem komunikasi half-duplex dapat mengirimkan data secara bolak-balik (dua arah), tetapi pada satu saat hanya dapat mengirimkan data pada satu arah saja. Proses untuk mengubah arah pengiriman memerlukan tambahan perangkat lunak, dan memerlukan waktu yang disebut turn around time. Dalam beberapa hal, turn around time berkisar sampai beberapa mili detik, apabila sering terjadi maka akan menurunkan unjuk kerja rangkaian.

Rangkaian full-Duplex adalah rangkaian yang dapat mengirimkan data dalam dua arah pada waktu yang bersamaan. Dalam beberapa hal, dua kanal yang terpisah digunakan untuk pengiriman pada masing-masing arah. Seringkali komunikasi full-

duplex digunakan untuk mengirimkan data meskipun sesungguhnya tidak perlu pengiriman data secara serempak pada kedua arah tersebut. Ini dilakukan untuk memperkecil turn-around time yang berakibat menurunnya waktu tanggapan dari komputer yang digunakan. Jaringan-jaringan komputer yang menggunakan komputer mini, atau mikro, juga sering menggunakan operasi full-duplex agar biaya tetap rendah.

2.6 Jaringan Menggunakan Rangkaian Digital

Rangkaian digital oleh British Telecom yang disebut kilostream dan Megastream, menyediakan rangkaian titik ke titik berkecepatan tinggi sebagai bagian dari jaringan data pribadi. Jaringan sederhana yang menggunakan kilostream ditunjukkan pada gambar 2-10. Kanal-kanal keluaran komputer digabung membentuk aliran data berkecepatan tinggi dan kemudian dikirimkan ke sirkit kolostream menggunakan network terminating unit (NTU). NTU merupakan penggerak jalur sinkron jarak pendek yang mengubah pulsa-pulsa PCM yang digunakan pada jalur Kilostream ke dalam tegangan standar V24 ITU-T (EIA 232) yang digunakan oleh antar muka komputer atau terminal. NTU mengirimkan isyarat digital lewat jalur lokal empat kawat pada laju 12.8 atau 64 Kbps menggunakan penyandian WAL2. Antarmuka antara NTU dan peralatan pelanggan mengikuti rekomendasi X.21 atau X.21bis dan bekerja pada laju 2.4, 4.8, 9.6, 48 atau 64 Kbps.



Gambar 2-10. Penggunaan kilostream pada jaringan data

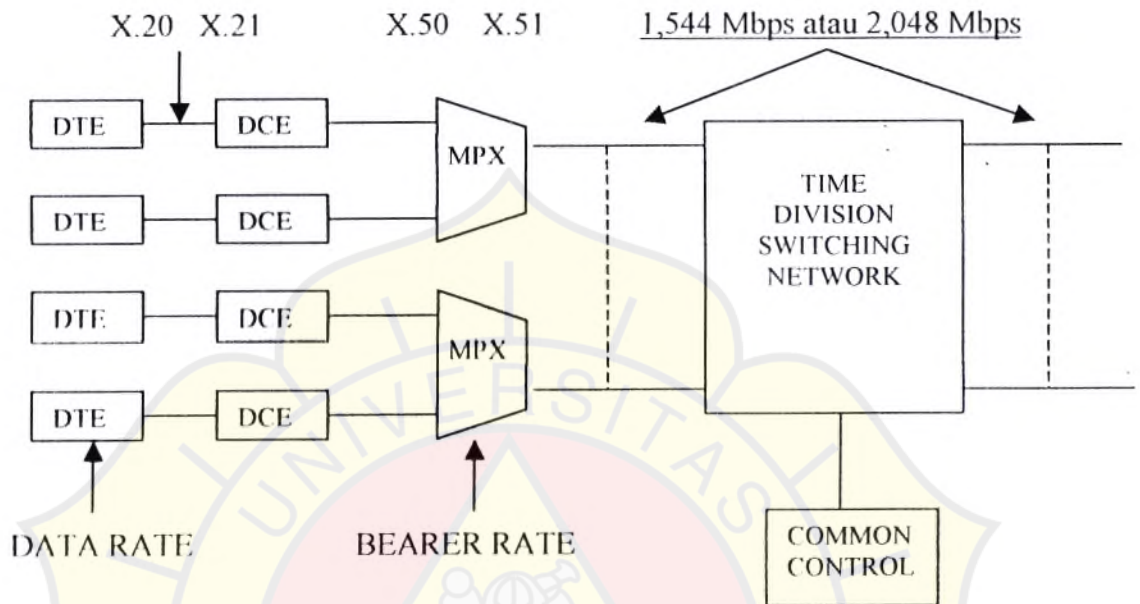
Pada ujung lainnya, isyarat akan digabung kembali dan setiap kanal diteruskan ke terminal tujuan. Terminal-terminal ini dapat berupa terminal sinkron maupun terminal tak sinkron, atau campuran keduanya. Penggunaan Multiplexer dengan pelayanan kilostream yang berkapasitas lalu-lintas tinggi memungkinkan penggabungan jaringan pribadi yang lebih ekonomis. Unit pembagi digital (digital sharing unit, DSU) adalah suatu piranti yang memungkinkan sejumlah terminal data untuk berbagi sebuah sirkuit kilostream, yang biasanya berdasarkan polled. isyarat data over voice dapat juga dikirimkan dengan mudah lewat kilostream. Laju bit gabungan dari PABX suara dan masing-masing komputer adalah 32 Kbps dan akan menghasilkan laju bit maksimum sampai 64 Kbps. Laju bit lebih tinggi yang disediakan oleh Megastream dapat digunakan untuk menghubungkan dua buah PABX digital, atau dapat digabungkan untuk menyediakan sejumlah kanal berkecepatan lebih rendah.

2.7 Teknik Digital Circuit Switching

Dasar dari framework untuk switching telepon atau telex telah digantikan oleh sistem circuit switching digital, seperti ditunjukkan pada gambar 2 - 11. Bagaimanapun juga kemampuannya telah diakui, sebagai contoh pada kasus PCM switching telepon dengan menggunakan link digital dan teknologi switching yang canggih dan modern. Sistem dapat menampung beberapa macam terminal dengan kecepatan diatas 48 Kbps. Error rate seperti noise dan interupsi spontan, yang mana ada satu dari berjuta-juta atau lebih, adalah mengurangi sekurang-kurangnya satu dalam sepuluh juta bit. Panggilan set up dan release time, yang mana mempunyai beberapa detik dalam pensaklaran jaringan telepon, adalah mengurangi sebagian kecil waktu yang digunakan. Pada penggunaannya sesuai dengan CCITT rekomendasi X.21 menyederhanakan hardware interface DTE-DCE sedangkan mempertinggi performa dengan menggunakan karakter dialing, bermacam-macam pada call progress sinyal, dan lain sebagainya. Diatas semua itu circuit-switched digital network mempunyai kelemahan dan tidak kentara delay transmisi setelah sambungan di setup. User dapat mentransmit beberapa tipe pendigitalan informasi dengan beberapa prosedur transmisi control. Jaringan memberikan kanal real time untuk kemampuan pengkodean, telemetring data digital, remote control commands dan lain sebagainya, sesuai dengan transmisi yang diinginkan.

Standarisasi seperti rekomendasi X.20 dan X.20 bis mengenai interface DTE-DCE untuk terminal asynchronous, X.21 dan X.21 bis mengenai interface terminal

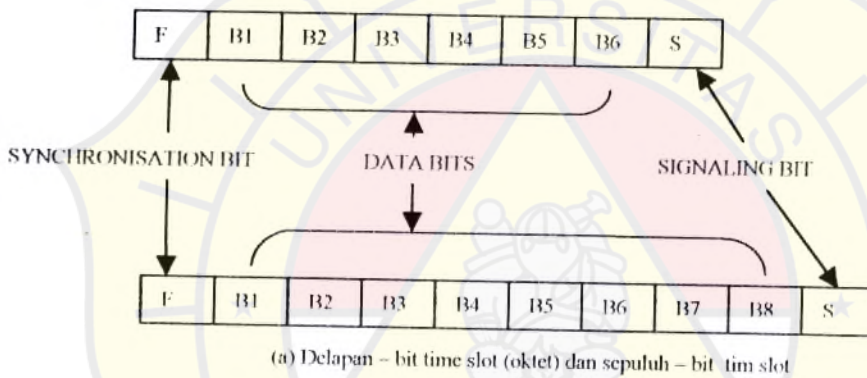
Synchronous dan X.50 dan X.51 mengenai bagian multiplexing untuk jaringan synchronous.



Gambar 2 – 11 Sistem digital circuit switching dan data dan bearer ratenya

Diantaranya, yang paling controversial adalah bagian multiplexing. Kontroversi difokuskan disekitar posisi pada serangkaian frame. Pada penambahan bit data, satu frame diminta membawa bit sinkronisasi yang mana digunakan untuk memisahkan karakter dan pensinyalan bit yang digunakan untuk mengontrol jaringan. Jika sebuah time slot yang kompatibel dengan PCM, kecepatan komunikasi menjadi sangat berarti. Enam bit dalam satu time slot dapat digunakan untuk sinkronisasi dan pensinyalan yang disebut satu oktet. Sebagai contoh kita menggunakan satu time slot pada masing-masing frame PCM untuk pentransmisi oktet, data speed menyediakan 48 Kbps lebih dari 64 Kbps. Untuk membedakannya, yang pertama disebut data rate, kemudian disebut bearer rate.

Bagaimanapun juga enam bit per time slot adalah nomor yang tidak cocok dari beberapa point komunikasi data engineers yang menggunakan karakter delapan-bit (tujuh bit ditambah satu vertical bit). Untuk lebih jelasnya lihat CCITT Alfabet No. 5 Dan apapun juga untuk menggunakan ftime slot sepuluh bit yang berisi delapan bit untuk data ditambah dua bit untuk sinkronisasi dan pensinyalan. Sebagai kesepakatan group, empat oktet ditunjukkan pada gambar 2 – 12 yang diusulkan untuk membawa tiga karakter pada masing-masing delapan bit.



F1	B11	B12	B13	B14	B15	B16	S1
F2	B17	B18	B21	B22	B23	B24	S2
F3	B25	B26	B27	B28	B31	B32	S3
F4	B33	B34	B35	B36	B37	B38	S4

(b) Kelompok Empat – Oktet

Gambar 2 – 12 Format time slot

Sistem switching data mengerjakan time slot delapan bit yang lain atau sepuluh bit time slot telah dirancang bangun, yang terutama-tama di Jepang, Perancis,

Italian, Belanda, Swiss, USA, dan kemudian di Inggris, Swedia dan negara eropa lainnya. Sebagai contoh pada digital circuit switch sistem switching data yang akan di cut over untuk pelayanan komersial. Bagaimanapun juga beberapa prosedur pengontrolan transmisi dapat digunakan setelah sambungan diset up langsung pada sistem digital circuit switch frame work pada hierarki protocol.

2.8 Simple Network Management Protokol (SNMP Management)

Fungsi SNMP Management DXC adalah untuk memberikan saluran atau penyerantara, yang mana digunakan sebagai komunikasi in-band dan out-band. Penggunaan SNMP Management ini disebut User Datagram Protokol (UDP), yang mana tidak tersambung-mode transport protokol, bagian dari perangkat protocol pada Internet Protokol (IP). Prinsip kerja SNMP Management Protokol adalah mengatur atau menanggapi reaksi protocol : dari semua traffik manajemen yang terdeteksi oleh SNMP – based network management station, yang mana adresnya memengatur dengan teliti didalam daerah manajemen tersebut. Hanya adres yang ada yang dijawab oleh management station.(kecuali untuk pesan yang menjebak).

Pengaturan yang ada termasuk sebuah fungsi yang dinamakan “SNMP Agent”, yang mana bertanggung jawab untuk menerjemahkan dan menangani dari pada permintaan management station untuk mengatur entity, dan pembangkit yang sama

sekali terformat pada management station. SNMP protocol mempunyai empat tipe pengoperasian, yaitu :

- ***getRequest*** mengatur untuk memperbaiki secara spesifik management information dari control entity. Sehingga pengaturan entity menjawab dengan sebuah ***getResponse message***.
- ***getNextRequest*** mengatur untuk memperbaiki secara sequential spesifik management informasi dari pengaturan entity. Sehingga pengaturan entity menjawab dengan sebuah ***getResponse message***.
- ***setRequest*** Mengatur untuk memanipulasi spesifik management information dalam pengaturan entity. Sehingga pengaturan entity menjawab dengan sebuah ***setResponse message***.
- ***trap*** Pengaturan message membawa unsolicited information pada keadaan yang luar biasa (e.g. alarm) melaporkan dengan pengaturan entity.

2.8.1 Management Information Base (MIB)

Management Information Base (MIB) termasuk sebuah kumpulan dari *managed object* . Sebuah pengaturan object adalah mendefinisikan sebagai sebuah parameter yang dapat mengatur, seperti pada sebuah pembuatan statistic value. MIB termasuk definisi dari relevant pengontrolan object. Beberapa MIB's dapat didefinisikan untuk bermacam tujuan manajemen, tipe pada equipment, dan

sebagainya. Sebuah object mendefinisikan termasuk range of values dan "aces" rights, yaitu :

- Read only** Object value dapat dibaca, tetapi tidak dapat di set.
- Read-Write** Object value dapat dibaca dan di set.
- Write-only** Object value dapat di set, tetapi tidak dapat di baca.
- Not accessible** Object tidak dapat dibaca,dan tidak dapat di set.

MIB mempunyai sebuah inverted tree-seperti struktur, dengan macam-macam definisi dari sebuah pengontrolan object dalam bentuk satu lembaran, terlokasi pada akhir dari cabang pada pohon (tree). Masing-masing "leaf" dalam MIB menjangkau dengan sebuah path yang unik, sebab itulah penomeran dengan secara urutan. Sebagai Penjelasan yang resmi untuk pengontrolan object dan struktur MIB adalah memberikan spesial format standarisasi, disebut Abstract Syntax Notation 1 (ASN 1). Saat kumpulan umum pada MIB's dapat juga diatur pada struktur yang sama, dibawah pengawasan dari Internet Active Board (IAB), beberapa parameter termasuk dalam sebuah MIB yang dikenalnya dengan IAB adalah penjelasannya dengan khas. Untuk memberikan kepentingan yang fleksibel dalam struk global, MIB's diklasifikasikan dalam bermacam-macam kelas (cabang), Satu diantaranya menjadi cabang percobaan, dan group lainnya cabang tersendiri. Dibawah cabang tersendiri dari MIB's masing-masing enterprise (para pembuat pabrik) dapat menunjukkan ketetapan diatas dari sub-tree pada enterprise spesifik yang bukan standar MIB's dalam konteks. RAD telah menetapkan penomer pada enterprise adalah 164. Oleh

sebab itu usaha MIB's yang diterbitkan oleh RAD dapat ditemukan nomor dibawahnya. 1, 3, 6, 1, 4, 1 ..164. yang ada pada tujuan primer.

Bagian dari MIB's adalah menerbitkan IAB dalam bentuk sebuah Request For Comment (RFC) dokumen. Saat ini MIB's juga ditunjuk sebagai nama yang tidak resmi yang menunjukkan tujuan utama. Perusahaan-khususnya MIB's diterbitkan dan disalurkan oleh pembuatnya sendiri.

2.8.2 MIB 's didukung oleh DXC SNMP Agent

Penafsiran yang berhubungan dengan MIB's adalah fungsi dari SNMP agent pada masing-masing entity yang dikontrol. Umumnya MIB's didukung oleh DXC SNMP agent adalah sebagai berikut :

- RFC 1213 (standard MIB II)
- RFC 1406 (standar E1/T1 MIB)

Selain dari itu, DXC SNMP agent mendukung RAD-private (enterprise-specific)MIB dikenal sebagai :

Iso (1). Org (3). Dod (6). Internet (1). Private (4). Enterprises(1). Rad (164). Radgen (6). Systems (1). RadsysWAN (3). x, dimana x berarti spesifikasi DXC versi :

DXC – 30 21

DXC – 10A 22

DXC – 8 R 23

Pada prinsipnya, SNMP menyediakan beberapa tempat pengaturan yang dikenal nya sebagai MIB's supported, oleh sebuah alat yang melakukan semua operasi manajemen yang tersedia pada alat tersebut. Bagaimanapun juga, ini tidak menguntungkan pada situasi yang peraktis, jadi ini sangat pentinga untuk memberikan batasan untuk kegiatan manajemen.

2.8.3 Pengelompokkan SNMP

Untuk menyediakan batasan pada pengerjaan manajemen, SNMP menggunakan "Pengelompokkan". Masing-masing kelompok di identikasi dengan sebuah nama, yang mana urutan alphabet sampai dengan 255 karakter yang diberikan oleh user. Beberapa entity SNMP (hal ini termasuk pengontrolan kedua entity dan letak manajemen) yang ditunjuk oleh nama kelompok user.

2.8.4 Acces Restriction menggunakan pengelompokan SNMP

Pada umumnya SNMP agent mendukung dua tipe akses yang ada, yaitu :

- **Read-Only** : yaitu SNMP agent hanya menerima dan memproses SNMP getRequest dan getNextRequest dari stasiun manajemen yang mana mempunyai nama kelompok Read-Only yang sama.
- **Read-Write** : SNMP agent menerima dan memproses semua perintah SNMP yang diterima dari stasiun manajemen dengan penulisan pengelompokan yang sama.

Dari masing-masing SNMP dimungkinkan memberikan daftar pada kelompok yang mana telah tertulis didalamnya, dan gabungan akses pada masing-masing kelompok

(disini dinamakan daftar pada SNMP). Sebagai contoh, daftar nama kelompok SNMP pada SNMP agent pada DXC termasuk tiga nama kelompok.

Ini termasuk dalam SNMP protocol, kelompok SNMP pada entity pertama dikirim dalam masing-masing pesan. Ketika pesan SNMP diterima oleh address entity, pertama-taman akan diperiksa pembuat kelompoknya. Jika nama kelompok pertama pada pesan berbeda dengan nama kelompok yang ditetapkan untuk tipe pesan pada agent, maka pesan tersebut akan dibuang (SNMP agent pada pengontrolan entity melaporkan bahwa ada kesalahan atau failure trap).

2.8.5 Sistem Pengelompokan DXC

SNMP agent pada system DXC diprogram untuk mengenali tipe kelompok dibawah ini, yaitu :

- Read** Kelompok SNMP hanya mempunyai read-only , SNMP agent akan hanya menerima perintah `getRequest` dan `getNextRequest` dari manajemen stasiun dengan menggunakan pengelompokan.
- Write** Kelompok SNMP hanya mempunyai read-write , SNMP agent juga hanya menerima perintah `getRequest` dari stasiun manajemen dengan menggunakan pengelompokan.
- Trap** Kelompok SNMP yang mana SNMP agent akan mengirim pesan trap.