

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 ISDN (*Integrated Service Digital Network*)

Telekomunikasi sudah menjadi suatu kebutuhan yang semakin lama semakin vital bagi siapapun yang tidak ingin ketinggalan informasi. Hingga saat ini setiap layanan telekomunikasi mempunyai jaringan yang berbeda-beda.

Lebih dari satu abad infrastruktur telekomunikasi primer berupa sistem *public switch telepon network* (PSTN), sistem ini dirancang untuk transmisi suara analog dan tidak diperkuat untuk keperluan komunikasi modern. Dalam mengantisipasi kebutuhan bagi layanan digital *end to end*, perusahaan-perusahaan telepon sedunia dan PTT bekerja sama pada tahun 1984 dengan bantuan CCITT, memiliki tujuan utamanya untuk mengintegrasikan layanan suara dan bukan suara. ISDN sudah bisa didapat diberbagai tempat dengan pemakaian yang berkembang secara perlahan.

Pengintegrasian transmisi digital dan *switching network* yang digunakan di Inggris dikenal dengan *Integrated Digital Network* (IDN). IDN memungkinkan sambungan 64 kbit/det dibentuk menggunakan *circuit switching*.

Apabila suatu jaringan local terdigit maka disebut *Integrated Digital Access* (IDA). Kombinasi IDN & IDA akan memberikan pelayanan *Integrated Service Digital Network* (ISDN).

Digital exchange dihubungkan melalui jaringan *switching digital* dan setiap pertukaran dihubungkan kepemakainya melalui jalur lokal digital. Setiap jalur local diakhiri pada NTE (*Network Terminating Equipment*) yang berfungsi merubah sandi jalur menjadi sandi yang digunakan oleh antar muka standar EIA 232E.

2.1.1 Akses ISDN

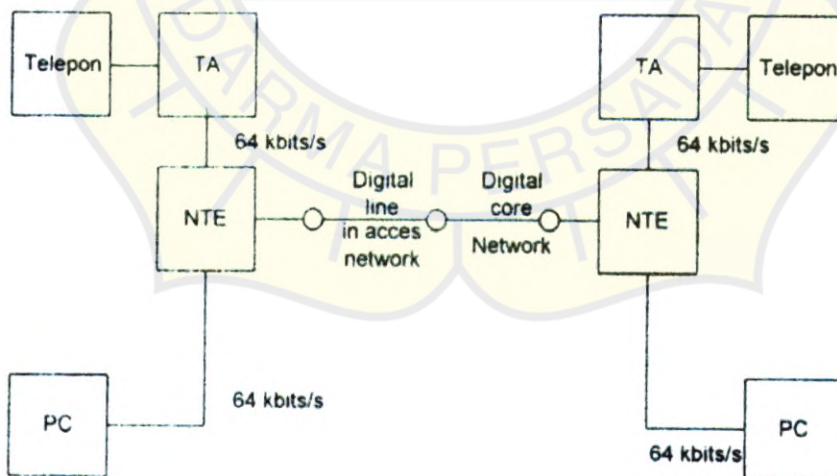
Pada ISDN terdapat dua macam akses kepelanggan yang dikenal dengan nama *Basic Rate Access* (BRA) dan *Primary Rate Access* (PRA)

Layanan kecepatan standar disediakan untuk bisnis kecil dan pemakai pribadi di rumah yang layanannya dikenal sebagai ISDN-2 atau 2B + D. 2B (*two bearer circuit*), setiap sirkit dialokasi pada nomer yang terpisah pada pertukaran telepon lokal dan D adalah data circuit. Layanan 2B + D diperlihatkan pada Gambar 2.1. Layanan ini terdiri dari dua kanal B 64 kbit/det dan satu kanal D 16 bit/det sehingga keseluruhannya 144 kbit/det. Kanal 64 kbit/det dapat digunakan untuk membawa isyarat data atau suara sedangkan fungsi kanal D adalah untuk membawa informasi pengisyaratan, untuk mengendalikan setting up dan menyiapkan kedua kanal B, dan menyediakan sinkronisasi ujung ke ujung. Kanal D juga dapat digunakan untuk mengirimkan data menggunakan pensaklaran paket X25.

Gambar 2.2 menunjukkan bagaimana suatu sambungan dapat dibentuk antara dua PC lewat sambungan ISDN. Karena jalur ISDN dipasang dengan dua bearer sirkuit dan satu jalur kendali, kemampuan masing-masing dapat digabung sehingga diperoleh sirkuit tunggal 128 kbit/det. Proses penggabungan ini, disebut *reverse multiplexing*. Kedua kanal B masing-masing dialokasi pada nomer yang berbeda pada pertukaran telepon lokal.



Gambar 2.1 Layanan ISDN 2B+D

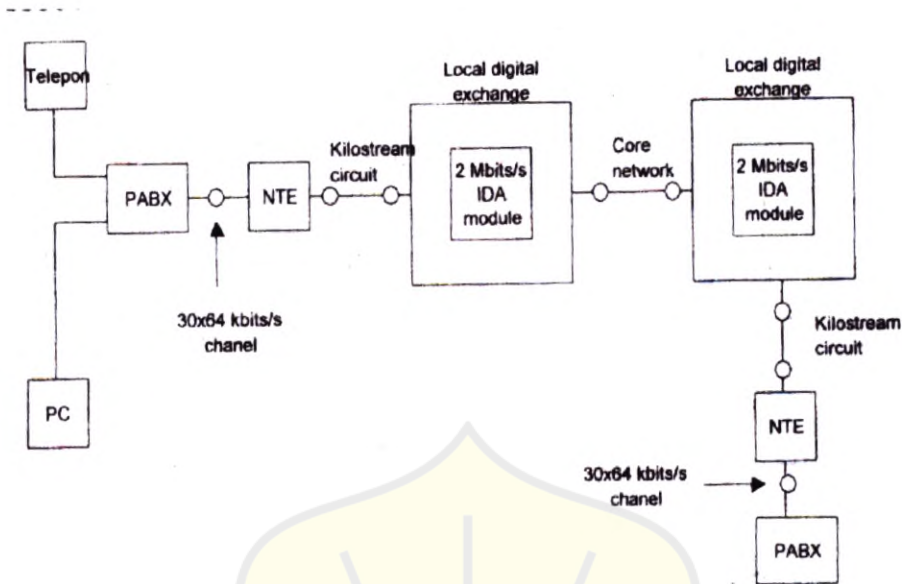


Gambar 2.2 Sambungan 2 PC melalui ISDN

Layanan *primary-rate* dikenal sebagai ISDN 30 atau 30B+D yang menyediakan 30 kanal data 64 kbit/det dan kanal kendali 16 kbit/det yang terpisah bagi pengguna. *Primary rate Access* digunakan untuk bisnis, dan dihubungkan langsung ke *PABX* digital seperti diperlihatkan pada Gambar 2.3 *PABX* kemudian digunakan untuk mengalihkan sirkuit berkecepatan bit lebih rendah ke tujuannya, yang bisa berupa telepon, terminal data atau komputer.

Jika suatu terminal mendukung protocol komunikasi ISDN terminal tersebut dapat dihubungkan langsung ke NTE, terminal seperti itu bisa berupa PC (disesuaikan dengan kartu ISDN), komputer mainframe atau router Lan. Apabila suatu terminal tidak mendukung protokol komunikasi ISDN maka diperlukan suatu terminal adaptor. Terminal adaptor dicocokkan antara terminal dan NTE dan berfungsi untuk mengubah protokol komunikasi yang didukung oleh peralatan bukan ISDN, ke protokol yang diperlukan oleh ISDN.

Pemakaian ISDN untuk pengiriman data mempunyai beberapa keuntungan dibanding pemakaian modem dan *PSTN* keuntungan pertama adalah bahwa kecepatan bit yang tersedia jauh lebih tinggi yaitu pada 64 kbit/det, dan kedua waktu set-up jauh lebih cepat. Selain itu, pada umumnya PC tidak dapat mengirim data pada 64 kbit/det karena diperlukan UART yang cepat seperti 16550



Gambar 2.3 PABX digital menggunakan PRA

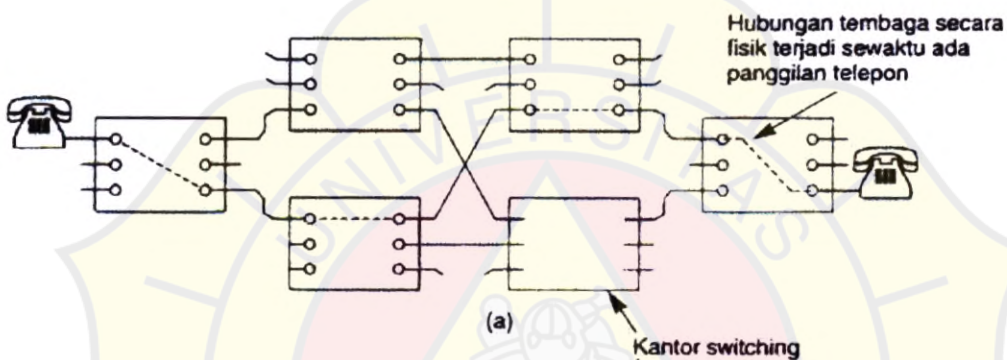
Layanan yang ditawarkan kepada setiap pelanggan *ISDN* termasuk diantaranya telepon, data dan video berkecepatan tinggi. Setiap pelanggan akan dilayani dengan pelayanan data tersaklar yang tidak memerlukan modem dan dapat digunakan pada aplikasi-aplikasi tertentu seperti FAX, *Teletext*, *Datel*, *Video confrensi* dan lain sebagainya. Akses akan diberikan pada semua pelanggan *ISDN* melalui jaringan digital.

2.2 Switching

Tiga teknik switching yang berlainan digunakan didalam sistim telepon adalah; *circuit switching*, *Message swiching* dan *packet switching*. Sistim *circuit switching* masih digunakan dalam sistim telepon sampai sekarang, sedangkan *packet swiching* digunakan oleh *Broadband ISDN*.

2.2.1 Circuit Switching

Pada sistem ini hubungan komunikasi antar pemakai tidak dihubungkan secara permanen, tetapi melalui saluran yang secara fisik harus disambungkan terlebih dahulu barulah terjadi hubungan. Karena mungkin ada lebih dari satu saluran yang dapat menghubungkan dua buah pemakai, maka mekanisme dari *switching* harus dapat memilih saluran mana yang sedang tidak dipergunakan.



Gambar 2.4 Circuit Switching

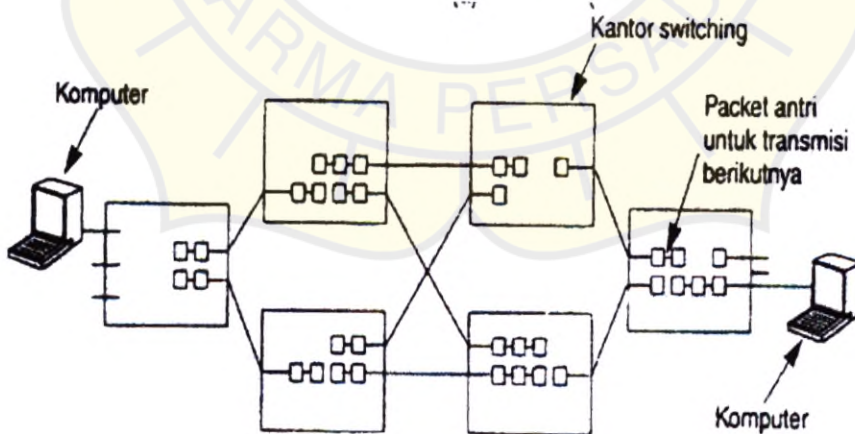
2.2.2 Message Switching

Message switching menggunakan sistem *store and forward* dimana berita diterima, lalu disimpan dan kemudian dikirimkan, sehingga berbeda dengan *Circuit Switching*, pada *message switching* tidak diperlukan hubungan fisik yang langsung antara sipengirim dan sipenerima, akan tetapi message disimpan dulu pada *switching center* sampai pada saat dimana tempat tujuan siap menerimanya barulah diteruskan. Pada *Message switching* tidak dikenal adanya tanda sibuk

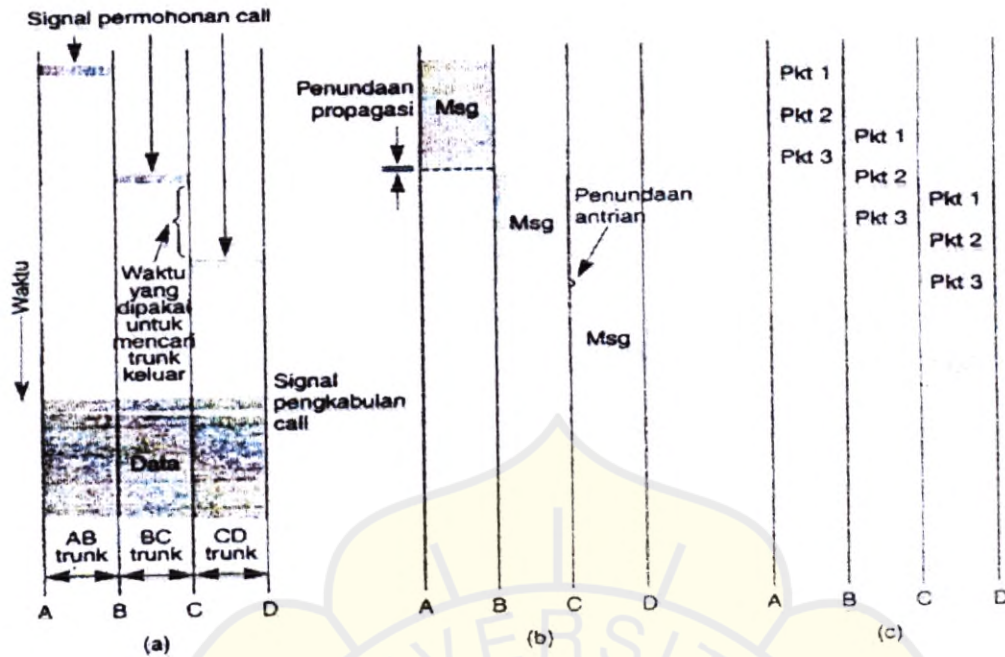
seperti pada *circuit switching* bila saluran sudah penuh. Jika saluran sudah penuh hanya berakibat terhadap lamanya pengiriman berita.

2.2.3 Packet Switching

Packet switching juga menggunakan *store and forward system*, akan tetapi *message* atau berita disini dipotong-potong menjadi beberapa paket yang mempunyai format serta ukuran tertentu. Tiap paket mempunyai *address* sehingga untuk mengirimkan berita yang panjangnya beberapa paket, tiap paket dapat dikirimkan sendiri-sendiri melalui jalan yang berbeda. Pada tempat tujuan, paket tersebut disusun kembali sehingga membentuk suatu berita yang sama seperti pada saat dikirimkan. Jaringan *Packet switching* sangat tepat sekali untuk menangani lalu-lintas interaktif. Paket pertama dari pesan *multipacket* dapat diteruskan sebelum paket kedua telah tiba seluruhnya. Jadi *Packet switching* dapat mengurangi *delay* dan meningkatkan *throughput*.



Gambar 2.5 Packet Switching



Gambar 2.6 Event pewaktuan pada pada masing-masing switching

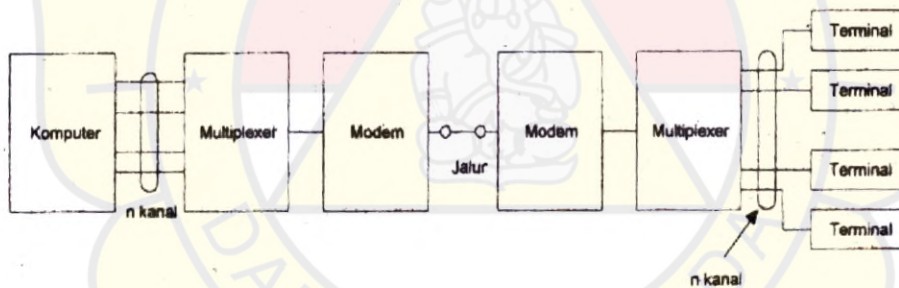
- (a) Circuit Switching
- (b) Message Switching
- (c) Packet Switching

2.3 Time Division Multiplexer

jaringan telepon jarak jauh merupakan jaringan yang mahal, tak bergantung apakah menggunakan *leased-line* atau *dial-up*. Seringkali terminal-terminal dipergunakan secara maksimum untuk berkomunikasi, sehingga sesuatu diperlukan untuk menaikkan lalu lintas jalur. Ada dua cara untuk mengatasi permasalahan ini: *multiplexing* dan konsentrasi. Kedua cara ini seringkali mengoperasikan teknik kompresi data.

Multiplexing adalah proses untuk mengkombinasikan aliran-aliran data yang berasal dari sejumlah kanal data berkecepatan rendah untuk membentuk aliran bit gabungan berkecepatan tinggi. Konsep

dasar *multiplexing* diilustrasikan pada Gambar 2.7. Kanal data sebanyak n buah dikombinasikan bersama-sama menggunakan *frequency-division multiple (FDM)* atau *time division multiplex (TDM)*. Pada sisi pengirim dari sistem FDM, setiap kanal data digeser ke bagian yang berbeda dari spektrum frekuensi yang tersedia pada jalur telepon. Pita frekuensi tertentu yang dialokasikan untuk setiap kanal ditentukan oleh frekuensi gelombang pembawa yang akan dimodulasi oleh kanal tersebut. Pada sisi penerima, kanal-kanal akan didemodulasi untuk memperoleh kembali masing-masing pita frekuensi. Aplikasi teknik FDM saat ini dibatasi pada V22, *data-over-voice* dan sistem LAN pita lebar.

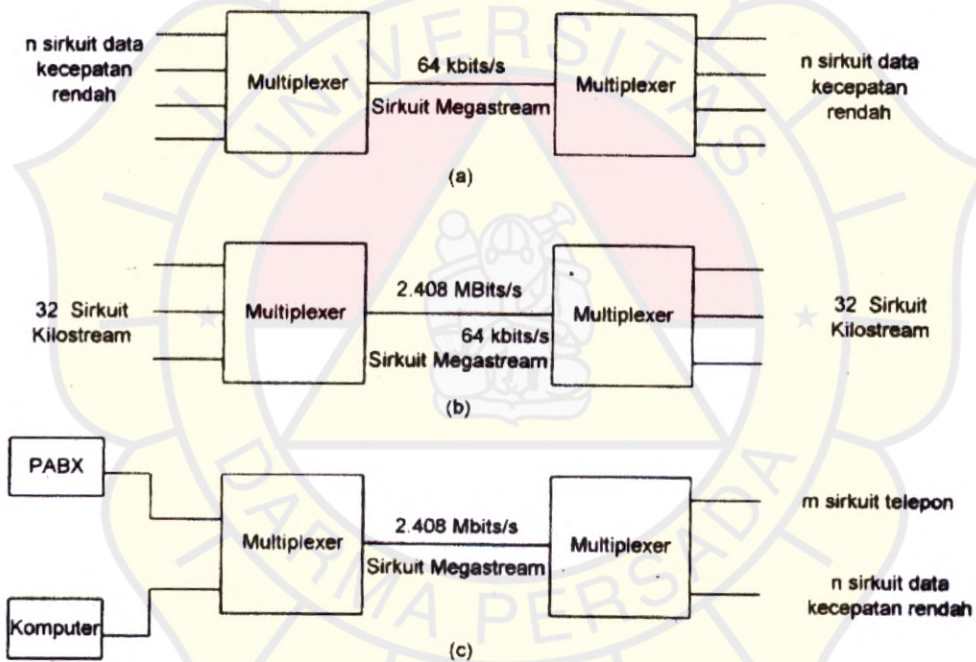


Gambar 2.7 Prinsip dasar Multiplexing

Sistem TDM adalah teknik digital yang mengumpulkan data yang datang dari sejumlah terminal dan mengirimkan sekelompok aliran data secara serial melewati jalur telepon berkecepatan tinggi. Pada sisi penerima, data akan didemultiplex untuk memisahkan kanal-kanalnya dan masing-masing isyarat data diteruskan ke tujuannya. Data dikirimkan melewati sirkuit pembawa dalam bentuk bingkai pesan (*message frame*)

yang terdiri dari sejumlah slot waktu yang masing-masing berisi data untuk kanal yang berbeda.

Keluaran multiplexer dapat diumpangkan ke modem untuk mengkonversikan isyarat data digital komposit ke dalam frekuensi suara yang cocok untuk pengiriman melewati jaringan telepon, seperti pada Gambar 2.8 atau diumpangkan ke sirkuit Kilostream atau Megastream (Gambar 2.8).



Gambar 2.8 penggunaan multiplexing pada sirkuit Kilostream dan Megastream

Gambar 2.8 (a) menunjukkan sirkuit Kilostream 64 kbit/ detik dapat dibagi menjadi sejumlah n kanal data berkecepatan rendah, sementara Gambar 2.8(b) menunjukkan sirkuit Megastream digunakan untuk 32×64 kbit/detik

kanal. Setiap slot waktu 64 kbit/detik dapat dimultiplex dalam berbagai cara: masukan sinkron antara 48 kbit/detik sampai 64 kbit/detik masing-masing diberikan satu slot waktu; masukan-masukan yang lebih besar dari 64 kbit/detik diberikan 2, 4 atau bahkan 8 slot waktu, dan masukan pada 19.2 kbit/detik ke bawah juga diberikan satu slot waktu. Gambar 2.8(c) menunjukkan sirkuit Megastream dan dua multiplexer yang digunakan untuk sirkuit data dan suara. Multiplexer dapat memultiplex sampai 30 kanal suara dengan menggunakan PCM (pulse code modulation) 64 kbit/detik atau sampai 32 buah kanal data 64 kbit/detik atau kombinasi yang lain. Dari setiap gambar pada Gambar 2.8. kanal-kanal data dapat dimultiplex lebih lanjut untuk memperoleh kanal-kanal berkecepatan rendah yang lebih banyak.

2.3.1 Multiplexer Statistik

Sistem TDM konvensional mengalokasikan slot-slot waktu pada sirkuit pembawa berkecepatan tinggi ke setiap kanal masukan. Penggunaan jalur tidak efisien jika satu atau lebih kanal hanya dibebani secara tidak kontinu. Persoalan ini dapat diatasi dengan penggunaan *multiplexer* statistik (STDM). Operasi STDM didasarkan pada prinsip bahwa pada sembarang slot waktu akan ada beberapa terminal yang tidak mengirimkan datanya. Slot-slot waktu pada jalur berkecepatan tinggi secara dinamis dialokasikan ke kanal-kanal data aktif dan hal ini akan menaikkan efisiensi penggunaan jalur. Dengan bertambahnya *throughput* data di atas sirkuit pembawa, atau pengurangan laju bit pada sirkuit

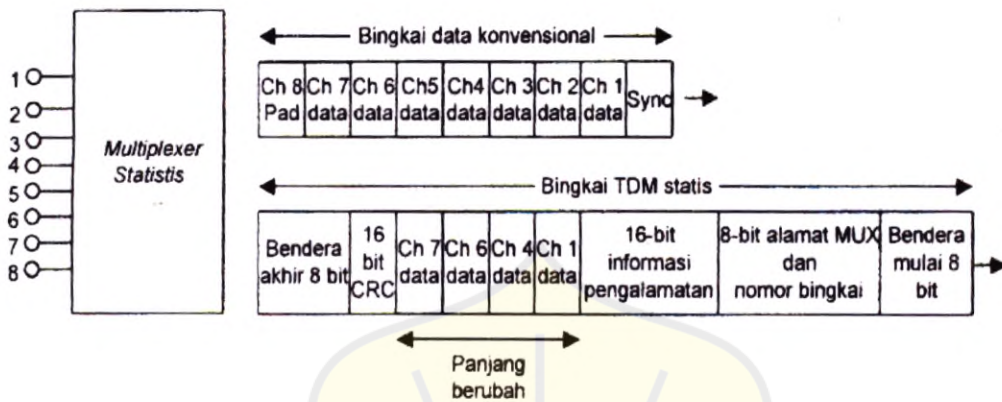
pembawa dapat diperoleh dengan menghemat biaya jalur dan modem. Sekarang kecepatan pengiriman pada sirkit pembawa lebih kecil dibanding jumlah laju bit dari kanal-kanal masukan.

Konsep dasar penggunaan STDM disajikan pada Gambar 2.9. Setiap kanal masukan dipoll secara bergiliran oleh *multiplexer* statistik tetapi slot waktu hanya dialokasikan pada kanal-kanal yang mempunyai data yang siap untuk dikirimkan. Jika sejumlah masukan dikirimkan pada waktu yang bersamaan kemungkinan data tidak segera terkirim karena semua kanal keluaran sedang digunakan. Data kemudian akan disimpan sementara di penyangga (diberi identifikasi khusus untuk menunjukkan kanal asal data tersebut) sementara *multiplexer* menangani data yang diterima lebih dulu. *Multiplexer* mempunyai karakter XON dan XOFF yang digunakan untuk membedakan adanya *overflow* dari penyangga. Karakter XOFF akan memberitahu terminal yang aktif untuk menghentikan sementara pengiriman datanya dan karakter XON digunakan untuk memberitahu terminal bahwa data dapat dikirimkan lagi.

Data dikirimkan lewat untai pembawa dalam bentuk *internodal bingkai* yang dibentuk dengan mengassembling data dari kanal-kanal aktif. Setiap *bingkai* harus diawali dengan beginning flag dan diakhiri dengan ending flag untuk menunjukkan awal dan akhir setiap bingkai. Di dalam setiap *bingkai* juga dimasukkan alamat *multiplexer* tujuan dan nomor *bingkai*, alamat kanal, data, dan bit CRC.

Gambar 2.9 menunjukkan contoh sebuah *bingkai*. Bit-bit CRC merupakan bit-bit untuk mengetahui kesalahan. Alamat-alamat kanal

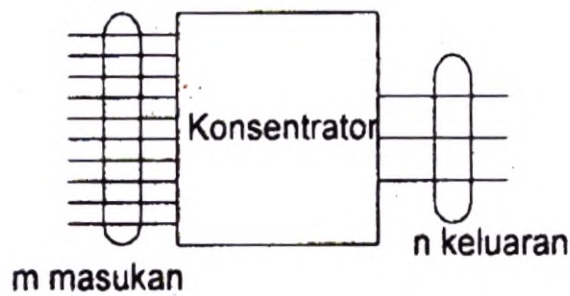
diperlukan untuk memberitahu *multiplexer* penerima bahwa data harus dikirimkan ke tujuan yang benar.



Gambar 2.9. Multiplexer Statistis

2.4 Konsentrator

Konsentrator adalah perangkat yang menggunakan prinsip contention. Artinya sejumlah kanal masukan digabungkan satu sama lain untuk mengakses kanal keluaran yang lebih sedikit. Konsepnya mirip dengan papan *PABX* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.10. Cara ini memanfaatkan kemungkinan kecil dari semua masukan ke konsentrator yang aktif secara bersamaan. Konsentrator akan melakukan polling untuk setiap masukan secara berurutan untuk melihat apakah ada data yang harus dikirimkan. Jika kanalnya aktif, maka kanal ini akan tersambung ke kanal keluaran dan modem jarak jauh akan diberi tanda bahwa akan ada data yang datang. Jika data diterima dari sisi jauh jalur transmisi, konsentrator harus menentukan alamat terminal tujuan dan meneruskan data tersebut dengan benar.



Gambar 2.10. Prinsip dasar suatu Konsentrator

Pada konsentrator laju bit keluaran lebih kecil dari laju bit gabungan dari kanal-kanal masukan. *Contention* mempunyai dua keuntungan dan dua kerugian.

Keuntungan ;

- (a) Memberikan unjuk kerja yang bagus pada kanal-kanal yang mempunyai tunda propagasi panjang.
- (b) Mempunyai sifat cost-effective untuk terminal-terminal dengan kepadatan lalu lintas rendah.

Kerugian ;

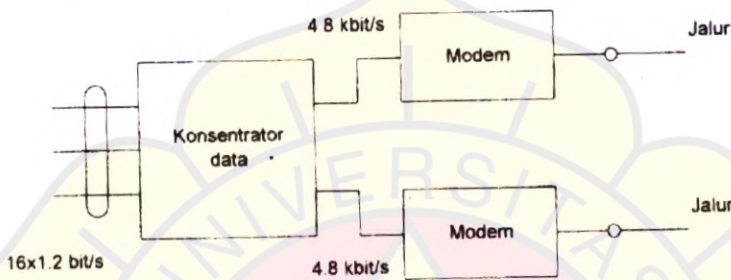
- (a) Tidak efisien untuk digunakan pada terminal yang memerlukan keluaran berkecepatan tinggi.
- (b) Suatu terminal dapat menguasai kanal keluaran tanpa mengirimkan data.

Beberapa konsentrator juga mempunyai satu atau lebih fungsi-fungsi sebagai berikut.

- (a) Pengubahan data. Beberapa konsentrator mampu mengubah sandi-sandi karakter, laju bit, dan/atau protokol.
- (b) Kompresi data.
- (c) Fasilitas *store-and-forward*. Beberapa konsentrator mempunyai kemampuan untuk menyimpan semua pesan sebelum dikirim dan ini merupakan satu keuntungan terutama jika sejumlah masukan dari terminal-terminal yang tidak mempunyai kemampuan menyimpan sementara. Jika pengiriman ke kanal masukan lebih banyak dibanding kanal keluaran yang tersedia, data tersebut dapat disimpan sampai ada kanal keluaran yang bebas. Beberapa konsentrator bertipe *hold-and-forward*; terminal mengirimkan data ke konsentrator hanya jika diberi perintah untuk mengerjakannya, dan ini untuk meyakinkan bahwa laju penerimaan data tidak melebihi laju keluaran maksimum. Pengontrolan kanal-kanal masukan dilakukan dengan *polling*.
- (d) Pensaklaran pesan (*message switching*). Beberapa konsentrator dapat mensaklar data masukan ke salah satu tujuan.
- (e) Pengolahan. Sejumlah konsentrator mempunyai kemampuan untuk melakukan suatu bentuk pengolahan data yang berarti mengurangi jumlah data yang harus dikirimkan ke komputer untuk diolah.
- (f) Koreksi kesalahan.

Konsentrator yang berisi sejumlah kelebihan di atas disebut konsentrator data.

Gambar 2.11 menunjukkan satu cara dimana sebuah konsentrator dapat digunakan. Enam belas terminal 1200 bit/detik dihubungkan ke kanal masukan konsentrator yang mempunyai dua jalur keluaran 4.8 kbit/detik. Data keluaran berbentuk digital, sehingga harus dilewatkan ke modem sebelum dikirim lewat jalur telepon.



Gambar 2.11. Penggunaan Konsentrator

2.5 Efisiensi Laju Data

Seringkali, kanal-kanal *termultiplexed* tidak dioperasikan pada laju bit yang sama. Laju bit gabungan pada sirkit pembawa sama dengan jumlah laju bit pada masing-masing kanal.

Sebagai contoh dapat dituliskan sebagai berikut;

Untai pembawa 9.6 kbit/detik digunakan untuk membawa satu kanal 4.8 kbit/detik ditambah n buah kanal 1200 bit/detik menggunakan TDM. Hitung jumlah kanal 1200 bit/detik yang dapat dikirimkan

Penyelesaian

$$n = (9600 - 4800)/1200 = 4 \text{ buah.}$$

dengan menampilkan analisis matematik yang secara abstrak dan mengidentifikasi tipe dari dari kurva yang ditransmisikan dalam satu set kecil parameter dari penggambaran alami dari kurva suara. Jumlah bit per detik adalah untuk menampilkan ulang, suara dengan metode ini adalah LOW yaitu; 9.6 kbps, 4.8 kbps, 2.4 kbps dan bahkan 1.200 bps semuanya tergantung pada teknologinya. Bagaimanapun juga kualitas suara yang terdegradasikan meningkat seiring kecepatan pendigitalisasian menjadi semakin kecil.

Tabel 3.1 Metode kompresi

METODE	ASPEK
Waveform Coder	Menggunakan algoritma untuk menghasilkan output yang jelas pada input waveform.
PCM	Metode kualitas suara standar untuk semua alat, jenis yang biasa digunakan pada 64 kbps.
ADPCM	Adaptive Coding untuk kecepatan dari 40 kbps, 32 kbps, 24 kbps dan 16 kbps, menggunakan kombinasi dari Adaptive quantization dan Adaptive prediction.
Vocoding	Pendigitalan diskripsi compact dari spectrum suara dalam beberapa band frekuensi termasuk perluasan komponen pitch dari sinyal.
Adaptive subband Coding	Mendukung kecepatan dari 16 kbps dan 8 kbps. Speech dibagi menjadi frekuensi dan setiapnya dikodekan dengan menggunakan strategi yang berbeda. Strategi dipilih untuk menghubungkan pendata pendengaran dan beberapa pengukuran prediksi dan input spectrum.
(Hybrid) Multiple Linear Predictive coding	Mendukung kecepatan dari 8 kbps dan 4 kbps. Jumlah yang sesuai dari pulsa-pulsa digunakan untuk mengoptimalkan informasi yang tepat untuk segmen speech dan suplemen segmen dari Linear predictive.

pengkombinasian dari waveform dan vocoding dengan penggunaan hybrid coder yang menggunakan metode analisis by sintesis yang membandingkan analisis parameter melalui sintesis sedekat mungkin dengan suara waveform asli. Contoh dari sistem ini adalah Code Excited Linear Predictive.

2.6.4 Standar Kompresi

Terdapat banyak standar kompresi yang dikeluarkan oleh ITU (International Telecommunication Union) dengan ragam kecepatan dan banyak digunakan dalam aplikasi telekomunikasi, dari bermacam kompresi yang sering digunakan antara lain adalah;

- G.711 Standar PCM dengan laju bit rate 64 Kbps.
- G.721 Standar ADPCM dengan laju bit rate 32 Kbps.
- G.723.1 Standar untuk versi CELP yang digunakan untuk transmisi melalui packet network, yang beroperasi dengan laju kecepatan 5,3 dan 6,3 Kbps.
- G.728 Standar ITU untuk 16 Kbps versi CELP.
- G.729 Standar ITU untuk Low Bit Rate versi CELP yang beroperasi pada 8 Kbps.

2.6.1 Waveform Coding

Dalam waveform coding terdapat beberapa proses agar sinyal suara analog dapat didigitalisasi yaitu; *Sampling*, *Quantization*, dan *Coding*. *Sampling* dimana sinyal suara *analog* dicuplik sebanyak 8000 kali dengan 2×4000 Hz (frekuensi tertinggi) dimana setiap sample terdiri dari 8 bit selanjutnya dilakukan proses perubahan analog kedigital yaitu proses *quantization* atau pe-level-an jumlah level sebanyak 256 level. Hasil pelevelan lalu di codekan menjadi bentuk *binary*. Contoh pengkode dari sistem *coding* ini adalah PCM dan ADPCM

2.6.2 Vocoding

Metode ke dua yang sering di gunakan pendigitalan kode suara berdasar pada karakteristik suara manusia metode ini disebut *vocoding* atau biasa di sebut sebagai pengkodeaan suara / *voice coding*.

Vocoding berasal dari asumsi bahwa suara di produksi dengan sistem pengadaan suara linear melalui pulsa periodik secara berkala untuk pendengaran suara atau noise secara acak, untuk suara yang terdengar dan tak terdengar. Hasil dari suara yang terdengar adalah penekanan udara dari paru-paru yang dihembuskan melalui bagian vokal yang dapat di modelkan melalui bagian dari noise secara acak.

Hasil dari proses *vocoding* dalam analisa pentransmision dari bentuk yang banyak untuk penyelesaian parameter yang sesuai dari suara dan tingkat kekuatan yang paling berpengaruh dari sumber suara, vocoder juga mendigitalisasi model parameter suara. Termasuk didalamnya

Efisiensi pengiriman data pada *multiplexer* adalah:

$$\frac{\text{laju bit keluaran cepat efektif}}{\text{laju bit gabungan masukan lambat}} \times 100\%$$

2.6 Kompresi Data

Komunikasi suara bertambah dan akan terus bertambah sampai kepada kebutuhan yang akan sangat mendesak bagi perusahaan-perusahaan, untuk dunia ekonomi dan pengguna dirumah. Diawal tahun 1960-an *voice* secara komersil hanyalah berdasarkan kepada sistim analog untuk hampir 40 tahun. Sampai dengan sekarang kompresi *voice* digital belumlah dikembangkan secara signifikan untuk komersialitas.

Voice compression (kompresi suara) bersama dengan pembawa suara melalui jaringan data, penawaran yang mungkin dari penerimaan statis dan dengan biaya rendah. Ada keuntungan dalam pencarian *coding schemes* yang baru, karena implikasi dari yang satu ini dapat menjadi ganda 2 atau ganda 4 dari kapasitas *voice carrier*.

Pada dasarnya ada 2 jenis dari metode untuk digitalisasi suara *Waveform Coding* dan *Vocoding* {juga disebut pengkodean suara atau dapat dikatakan *Low Bit Rate Voice* (LBRV) }. Dalam *waveform coding* bertujuan untuk mengkodekan dan lalu membentuk kembali kurva suara analog dengan memodelkan bentuk fisiknya. Jumlah dari bit per detik untuk menghasilkan suara dengan metode "*High*" yang mana 64 kbps, 32 kbps, 16 kbps atau yang terkecil 9,6 kbps tergantung pada teknologinya. *Vocoding* bermaksud untuk menghasilkan ulang kurva suara analog

pendigitalan sinyal *analog*, *vocoder* mendigitalkan parameter suara dan keberadaan tingkatan yang selanjutnya di transmisikan ke penerimaan *vocoder*. Pada penerimaan *vocoder* model parameter suara dan keberadaan tingkatan digunakan untuk mensintesis suara. Keuntungan utama menggunakan *vocoder* adalah kemampuannya untuk menghasilkan suara yang bagus pada kecepatan bit yang rendah. Contoh dari sistem ini adalah *Vocoder Linear Predictive Coding* (LPC) yang merupakan dasar dari *Low Bit Rate*.

2.6.3 Hybrid Coding

Dalam pengevaluasian operasi dari waveform coder dapat dicatat bahwa hal ini menghasilkan mekanisme untuk merekonstruksi ulang berdasarkan dari sample yang di ambil dari bentuk gelombang yang asli. Teknik ini adalah kunci dari operasi PCM, ADPCM yang mana menghasilkan kualitas yang sangat tinggi dari suara yang di produksi ulang pada kecepatan data pada range PCM 64 kbps ke ADPCM 32 kbps dan bahkan pada kecepatan data di 24 kbps. Sayangnya tidak ada dari teknik diatas yang dapat di gunakan untuk mengkodekan suara pada kecepatan data yang sangat rendah. Dalam perbandingannya *vocoder* mampu untuk melebarkan parameter dari suara yang disintesis. Walaupun *vocoder* dapat di gunakan untuk mentransmisikan suara pada kecepatan bit yang sangat rendah sampai 2 kbps hasil namun hasil dari suara yang dihasilkan sangat sintetis. Untuk mendapatkan jarak dari waveform dan *vocoder*, berbagai metode hybrid *vocoding* dikembangkan seperti metode