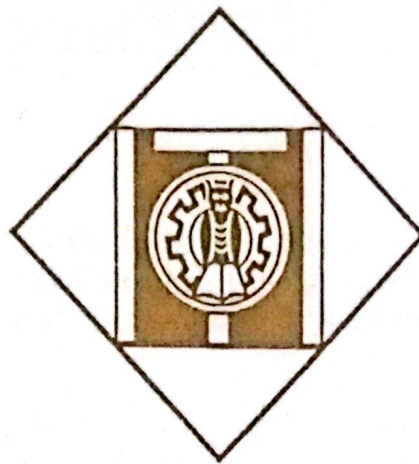


KONTROL KESALAHAN PADA PAKET SWITCHING

TUGAS AKHIR



Disusun oleh :
AGUS ARTI SETIAWAN
011890085

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO-PEMINATAN ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA
SERPONG 1997**

KONTROL KESALAHAN PADA PAKET SWITCHING

TUGAS AKHIR

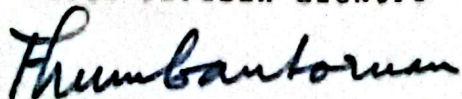
Disusun oleh :
AGUS ARTI SETIAWAN

Jurusan Teknik Elektro-Peminatan Elektronika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Indonesia

Serpong, 10 Juli 1997

Mengetahui

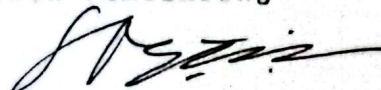
Ketua Jurusan Elektro



DIPL-ING.Th.H. Lumban Toruan

Menyetujui

Dosen Pembimbing



Ir. Sutisno M.Sc

ABSTRAK

Pada saat-saat belakangan ini, dunia sangat membutuhkan suatu sistem telekomunikasi yang akurat dan tidak bisa disadap oleh pihak-pihak yang tidak berkepentingan. Sistem ini sangat dibutuhkan baik bagi militer maupun juga swasta.

Proses yang dilakukan dengan pengkodean sehingga berita tidak dibaca oleh yang tidak berkepentingan. Dimana Transmisi data pada "Paket Switching" mempergunakan paket yang mempunyai alamat, kontrol kesalahan dan kontrol informasi, juga kanal hanya ditempati pada saat dibutuhkan.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang merupakan persyaratan untuk memperoleh gelar Strata I (S I) di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Indonesia.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

- Orang tua, yang telah memberi dukungan moril dan materil sehingga dapat menyelesaikan mata kuliah termasuk Tugas Akhir ini.
- Bapak Ir. Sutisno, Msc. MSTS, sebagai dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya dalam memberikan bimbingan dan petunjuk.
- Bapak Ir. Imam Sugandi, sebagai penasihat Akademik dan Ketua Jurusan Elektro, Institut Teknologi Indonesia.
- Ibu Dr. Ir. Hj. Fatimah Z. Padmadinata, sebagai koordinator tugas akhir Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Indonesia.
- Bapak Adi Wibowo, dari PT. Telkom yang telah banyak

memberikan bantuannya dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

- Rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan dan penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Untuk itu dengan senang hati penulis menerima kritik dan saran demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Harapan penulis semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan salah satu bahan referensi.

Serpong, 10 Juli 1997

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Sejarah	1
1.2. Alasan-alasan Dipakainya Paket Switching	3
BAB II. PAKET SWITCHING, PROTOKOL DAN ANTAR MUKANYA	9
2.1. Paket Switching	9
2.1.1. Jaringan Paket Switching	14
2.1.2. Pengontrolan Pada Paket	22
2.2. Protokol dan Antar Mukanya	27
2.2.1. Tujuan Lapis Model Reperensi ...	34
2.2.2. Prosedur HDLC	45
BAB III. KONTROL KESALAHAN	80
3.1. Pencegahan Terjadinya Kesalahan	63
3.1.1. Metode Transmisi Lebih Lambat ..	63
3.1.2. Metode "Line Conditioning"	65
3.2. Pendekatan Kesalahan Pada Protokol X25/X75	66
3.3. Pengoreksian Kesalahan	71
3.3.1. Penggantian Simbol.....	72
3.3.2. Koreksi Kesalahan Secara Awal ..	72

3.3.3. Transmisi Ulang	73
BAB IV. HASIL PENGAMATAN	74
BAB V. KESIMPULAN	80
5.2. Kesimpulan	80
DAFTAR PUSTAKA ACUAN	84

BAB I

P E N D A H U L U A N

1.1. Sejarahnya

Suatu konsep yang sekarang disebut paket switching pertama kali diperkenalkan oleh Paul Baran dari Rand Corporation pada bulan Agustus 1964. Studi ini dilakukan untuk Angkatan Udara yang ditujukan untuk memperoleh sistem komunikasi bagi militer, baik data maupun "voice" nya. Studi ini juga termasuk sistem microwave yang seluruhnya digital dan kemampuan mengubah data menjadi suatu bentuk apabila tersadap tidak bisa diartikan oleh musuh. Di samping tujuan-tujuan tersebut tercapai juga faktor-faktor ekonomis bagi transmisi data dan "voice" dapat tercapai dengan baik. Sayangnya Angkatan Udara tidak mengadakan langkah-langkah berikutnya dan laporan tersebut diabaikan begitu saja selama bertahun-tahun sampai paket switching ditemukan kembali dan dipergunakan oleh pihak lain.

Pada awal tahun 1970-an, komunikasi data berkembang dengan pesat karena ditemukannya sistem komunikasi paket switching. Pada tahun-tahun sebelumnya semua jaringan telepon. Jaringan sirkuit switching ini menentukan Bandwith sebelum transmisi. Namun karena interaksi lalu lintas data

terjadi dalam "bursts-bursts" yang pendek, maka 90 % Band-
width atau lebih tersia-siakan. Karena itu diperkenalkan
konsep-konsep paket switching dimana dengan sistem ini
para langganan dapat menggunakan bersama-sama suatu
jaringan transmisi yang biasanya hanya dapat dipergunakan
oleh seorang pelanggan. Paket switching tidak hanya
berhasil saja karena ekonomis dalam hal biaya pengiriman
data, tetapi juga dalam hal memperbaiki keandalan serta
kefleksibilitas transmisi data. Selama pertengahan tahun
1970-an jaringan paket switching untuk masyarakat luas
muncul di berbagai negara. Jaringan menyediakan cara yang
multiguna dan sangat efektif dalam mentransfer data
digital antara terminal dan komputer.

Pengenalan diri penggunaan jaringan telah menimbul-
kan masalah nasional dan internasional. Pemecahan masalah
ini akan mempengaruhi para pemakai komputer, pabrik pem-
buatan peralatan komputer, komunikasi "common carrier" dan
komunikasi masyarakat secara umum.

Nama-nama tersebut di bawakan ini adalah nama para pelopor
dalam perkembangan paket switching yaitu :

- Arpa I, pada periode 1962 - 1964 dimana direktornya
adalah J.C.R. Licklider yang mengadakan penelitian
mengenai sistem "computer time sharing".
- D. Davies dari national physical laboratory, pada tahun
1965 memperkenalkan "store and forward" paket switching.

- The societe International de Telecommunications Aeronautiques (SITA) menyediakan fasilitas telekomunikasi penerbangan international. Pada tahun 1969 SITA mulai memperbaharui design jaringannya dengan mengganti node-node dari jaringan message switching dengan node-node "High Level Network" yang dihubungkan dengan "Line Voice Grade". Semua ini diatur sehingga berfungsi seperti jaringan paket switching.
- Cyclades/Cigale di Perancis pada tahun 1973 menghubungkan host komputer ke jaringannya, dimana jaringan ini menghubungkan beberapa pusat penghitungan yang besar di seluruh pelosok Perancis.
- European Informatics Network (EIN), yang jaringannya merupakan jaringan riset dari berbagai negara Eropah mulai beroperasi tahun 1976 walaupun didirikan pada tahun 1971.

1.2. Alasan-alasan Dipakainya Paket Switching

Paket switching dipakai karena paket ini merupakan paket yang terbaik dibandingkan dengan cara switching lainnya yaitu message switching dan circuit switching. Paket switching merupakan perpaduan keunggulan dari "circuit switching" dan "message switching". Selanjutnya akan diuraikan keunggulan-keunggulan dari paket switching.

Circuit Switching

Penggunaan transmisi digital dan switching dalam komunikasi memberikan kelebihan antara lain "error rate" yang rendah, keandalan yang tinggi, panggilan yang cepat dan konversi kode. Pada "circuit switching", "circuit switching" fisik harus dipertahankan antara kedua alat yang berkomunikasi, mulai dari saat diselenggarakannya hubungan sampai selesai. Selama itu saluran tidak dapat dipakai oleh pemakai yang lain, meskipun tidak ada data yang disalurkan.

Keunggulan dari "circuit switching" adalah :

1. Sistem komunikasi digandengkan secara langsung
2. Dapat menyediakan saluran berkecepatan tinggi
3. Sangat cocok untuk volume data yang besar

Kelemahan dari "circuit switching" adalah :

1. Biaya sambungan mahal, karena circuit tersambung terus menerus meskipun tidak ada pertukaran data.
2. Jaringan antar sistem komputer sangat ruwet.

Seperti yang telah disebutkan di atas, "circuit switching" mempunyai beberapa keunggulan di samping kelemahannya. Akan tetapi paket switching mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan "circuit switching" yaitu :

1. Sama halnya dengan "circuit switching", pada paket

switching ada transparency yaitu pegawai mengisi blok informasi (paket) dengan pola bit yang ia pilih. Tetapi pada paket switching jaringan dapat menjamin keutuhan berita yang dikirimkan tanpa perlu adanya "timing" yang mirip dengan "timing" asal. Itulah sebabnya paket switching cocok untuk dipakai pada proses kontrol, sedangkan pada "circuit switching" terdapat "time transparency".

2. Pada "circuit switching", waktu pengiriman dari sumber ke tujuan untuk jarak tertentu adalah tetap, sedangkan pada paket switching dapat bervariasi tergantung dari faktor-faktor seperti beban pada jaringan, route yang dipakai dan kesibukan yang ada pada pusat switching. Hal ini adalah penting karena terdapat perbedaan dalam pemakaian dan response waktu.
3. Karena keterlibatan dan dipergunakan sumber jaringan pada paket switching, maka ia mempunyai keunikan tersendiri yaitu sebagian besar penggunaan sumber jaringan adalah sebagai fungsi dari aliran lalu lintas, sedangkan pada circuit switching penggunaannya sudah tertentu untuk suatu durasi panggilan.
4. Pada jaringan "circuit switching" terdapat hubungan switch yang berarti membuat jalur antara anggota yang berhubungan dengan menggunakan sumber dan rangkaian semata-mata hanya untuk kedua hubungan tersebut. Se-

dangkan pada jaringan paket switching, penggunaan jaringan berhubungan erat dengan aliran lalu lintas. Pada saat interval dimana tidak ada lalu lintas, maka jaringan dapat dipergunakan untuk keperluan lain baik oleh pemakai yang sama maupun pemakai yang berbeda.

Message Switching

Pada message switching, berita yang bervariasi panjangnya diterima seluruhnya oleh jaringan. Tiap-tiap berita membawa header yang berisi alamat asal dan alamat yang dituju dimana alamat alamat yang dituju bisa lebih dari satu bila berita tersebut hendak dipancarkan. Berita tersebut kemudian dikirimkan dari satu "exchange" ke "exchange" berikutnya sepanjang route sampai ke tujuan. Jika link yang dituju sedang sibuk, maka beritanya disimpan dulu di "exchange". Oleh karena itu jaringan ini disebut jaringan "store and forward" (simpan dan salur). Sama halnya dengan penerima, jika ia belum siap untuk meneruskan, berita tersebut akan disimpan terlebih dahulu. Pada "store and forward", sambungan hanya terjadi saat ada pengiriman text atau data, sedangkan waktu senggangnya dapat digunakan oleh pemakai yang lain. Di sini jaringan bertanggung jawab untuk menjaga keutuhan berita dan harus dengan prosedur yang teliti untuk mendapatkan keandalan yang tinggi. Waktu pengiriman untuk jaringan "message

switching" berkisar dari tiga detik sampai dua menit, bisa juga sampai sepuluh jam tergantung dari prioritas yang diberikan.

"Message switching" seperti halnya dengan "circuit switching" mempunyai keunggulan tertentu di samping kelemahannya.

Keunggulan dari "message switching" adalah :

1. Biaya sambungan tergantung pada volume data.
2. Jaringan antar sistem komputer menjadi sederhana dengan adanya "node" switching.
3. Sangat cocok untuk data lalu lintas sporadis.

Kelemahan dari "message switching" adalah :

1. Sistem komputer tidak terdangeng secara langsung sehingga tidak memungkinkan untuk lalu lintas secara "real time".
2. Hanya sesuai untuk volume data yang kecil.

Paket switching juga memakai prinsip "store and forward", namun ada perbedaannya yaitu dalam paket switching berita yang hendak dikirim dipecah ke dalam paket pendek atau blok dengan bentuk yang telah disempurnakan. Tiap paket dikirimkan dengan kecepatan tinggi sebagai kesatuan yang terpisah sehingga awal berita diterima sebelum akhir berita masuk ke dalam jaringan. Paket ber-

gerak dalam jaringan dari switching center yang satu ke yang lainnya berdasarkan prinsip "hold and forward" yaitu setiap switching center setelah menerima sebuah paket lalu menahan informasi tersebut sampai diterima dengan baik oleh switch berikutnya atau telah sampai ke tujuan.

Keuntungan dari paket switching adalah :

1. Dalam switching komputer, penggunaan paket memungkinkan lebih digunakan hardware pada beberapa bagian dari proses (level dua dari X.25) dan mungkin juga software untuk fungsi-fungsi lainnya.
2. Bentuk standard dari paket memungkinkan hardware lebih banyak dipergunakan dari pada software.
3. Karena dalam bentuk paket, maka sistem antri dapat dipercepat. Sebagai akibatnya delay transmisi melalui jaringan paket switching lebih rendah dari pada di dalam "message switching".

BAB II

PAKET SWITCHING, PROTOKOL DAN ANTAR MUKANYA

Dalam menggunakan paket switching diperlukan aturan-aturan tertentu untuk menghubungkan pelanggan dengan jaringan SKDP. Di samping itu diperlukan juga antar muka antara pelanggan dengan jaringan tersebut yang semuanya diatur oleh CCITT dalam rekomendasi-rekomendasinya.

2.1. Paket Switching

Prinsip dasar dari paket switching sebenarnya sama dengan "message switching" tetapi dengan batasan-batasan tertentu dan pengiriman berdasarkan atas penundaan berita serta sistem tunggu (antri).

Dalam sistem komunikasi data, pemindahan hanya menggunakan sebagian kecil dari waktu yang dialokasikan kepada pelanggan dan untuk meningkatkan efisiensi pemakaian saluran suatu circuit harus dialokasikan kepada pelanggan secara dinamik.

Paket switching didefinisikan oleh CCITT (Comite Consultatif Internationale de Telegraphique) sebagai transmisi data dengan paket yang telah diberi alamat, dimana suatu kanal transmisi hanya ditempati selama selang waktu transmisi paket itu saja, kemudian kanal dapat

digunakan oleh paket yang ditransmisikan oleh terminal lainnya.

CCITT mendefinisikan sebuah paket adalah sekumpulan digit-digit biner termasuk data yang akan dikirim dan sinyal kontrol pemanggil yang dibuat menjadi satu kesatuan.

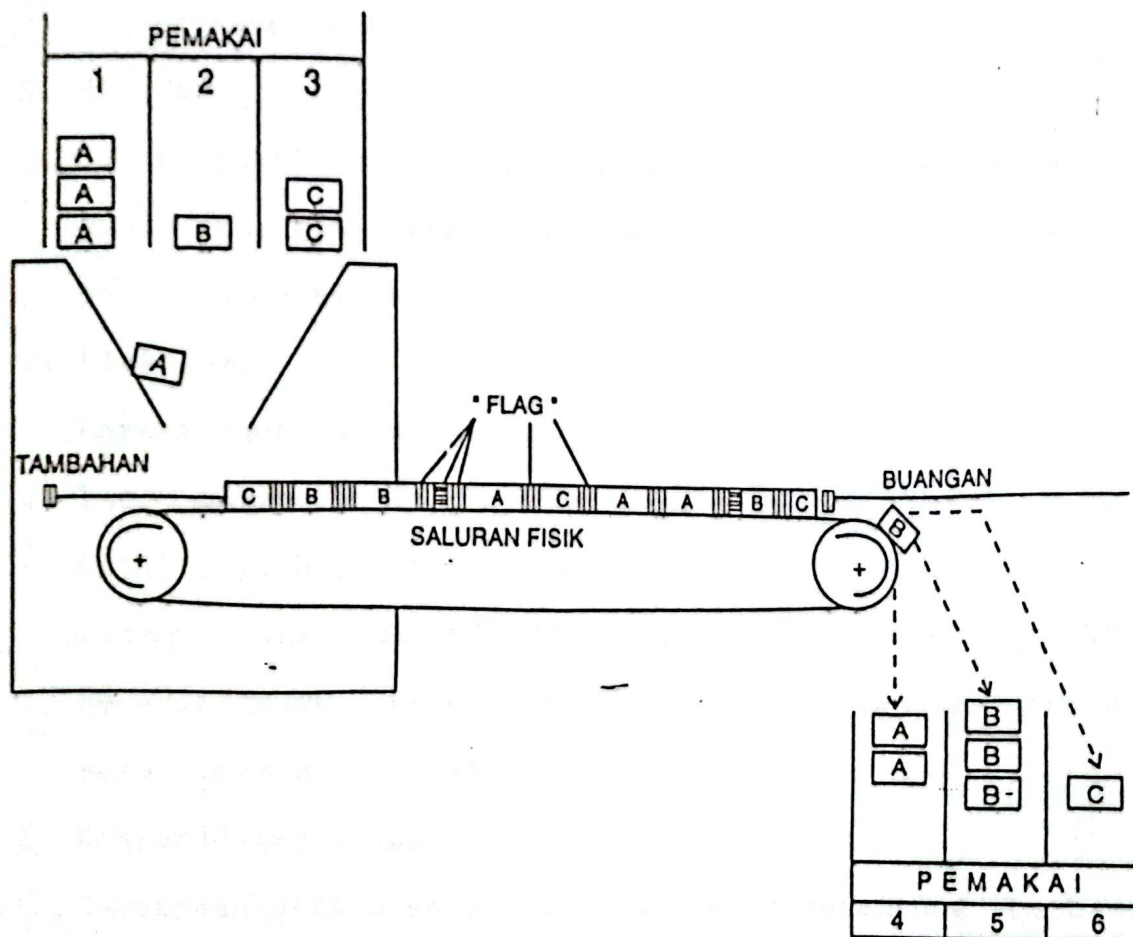
Data dapat diformat dalam paket untuk ditransmisikan dan dimultipleks. Hal ini dilakukan agar kanal tidak lama ditempati yaitu berita panjang yang harus dipotong menjadi paket-paket yang pendek yang mana setelah ditransmisikan akan disusun kembali oleh penerima.

Dengan menggunakan paket switching, maka kanal dapat digunakan secara serentak oleh pelanggan-pelanggan yang berbeda. Paket-paket dari beberapa sambungan digabungkan dalam saluran dengan memberi pemisah antara paket yang satu dengan lainnya.

Pada halaman berikut ini, penulis melampirkan gambar dari prinsip dasar multipleksing paket. Dari gambar ini dapat dilihat bahwa setiap berita dipecah dalam paket dan diberi alamat tersendiri, yang merupakan prinsip dasar dari multipleksing pada paket switching.

Melalui saluran fisik, paket-paket tersebut dikirimkan dengan route yang berpedoman pada alamat yang ada pada setiap paket dan juga berdasarkan pada konfigurasi lalu lintas jaringan, kerudian mengirimkannya ke saluran yang

sesuai.



Gambar II. 1-1 Prinsip dasar multipleksing paket
(Indo '86)

Keuntungan-keuntungan yang diberikan paket switching :

1. Cepat

Karena respons waktunya sangat cepat dalam mendapatkan informasi atau dalam pengolahan data sekalipun dalam volume yang besar.

2. Efisien

Dalam paket switching, para pelanggan dapat memakai suatu circuit yang sama pada waktu yang bersamaan dengan alokasi lebar pita secara dinamis.

3. Fleksibel

Karena dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi

4. Lebih murah

Untuk jumlah pemakaian tertentu, biaya bisa jauh lebih murah jika dibandingkan dengan biaya circuit sewa/langsung, karena pemakai cukup menyediakan suatu antar muka ke jaringan.

5. Kompabilitas tinggi

Kemampuan sistem yang digunakan mampu menampung berbagai jenis terminal.

6. Memakai kontrol kesalahan

Dengan demikian kesalahan dalam paket switching dapat dikontrol.

Paket switching dimaksudkan terutama untuk melayani komunikasi data antara alat-alat komputer dan "intelligent

terminal yang dapat membentuk paket-paket sendiri. Terminal ini juga disebut paket mode DTE ("Data Terminal Equipment").

Di samping itu paket switching juga melayani sambungan dari karakter mode DTE yang tidak mempunyai kemampuan untuk membuat paket sendiri. Untuk penyambungan seperti ini diperlukan sebuah antar muka. Antar muka ini biasanya disebut PAD ("Paket Assembler/Disassembler") yang mempunyai karakter-karakter yang dikirimkan oleh karakter mode DTE, kemudian PAD ini merubahnya menjadi paket untuk disalurkan ke tujuan melalui jaringan. Pada sistem penerima, PAD mengubah kembali paket yang diterima dari jaringan menjadi karakter-karakter individual yang untuk selanjutnya disalurkan ke terminal tujuan.

CCITT telah menetapkan rekomendasi mengenai prosedur pentransferan data jaringan paket switching dengan paket mode DTE maupun karakter mode DTE.

Untuk paket mode DTE : X. 25

Untuk karakter mode DTE : X. 3, X. 28, X. 29

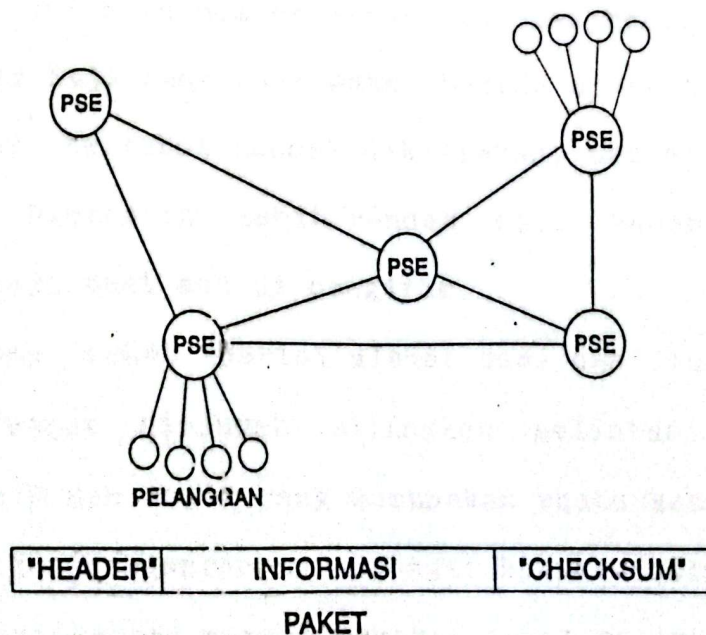
CCITT juga telah menetapkan rekomendasi X. 75 untuk mengatur penyambungan antara 2 jaringan paket switching.

Dengan adanya rekomendasi-rekomendasi tersebut, diharapkan di masa depan akan diperoleh jaringan-jaringan komunikasi paket yang dapat saling dihubungkan, sehingga dapat dilakukan komunikasi data secara umum, seperti yang

telah dilakukan dengan komunikasi telepon.

2.1.1. Jaringan Paket Switching

Dengan adanya jaringan seperti itu, maka pelanggan dengan mudah dapat menghubungi pelanggan lainnya di tempat-tempat yang jauh. Jaringan ini bisa kita lihat pada gambar II.1.1-1 yang memperlihatkan gambar jaringan paket switching sederhana dan format paket secara umum. Para pelanggan baik yang menggunakan komputer atau terminal sederhana dihubungkan dengan Paket Switching Exchange (PSE) dimana di dalamnya bisa terdiri dari satu atau lebih mini komputer. PSE-PSE ini kemudian digabung dengan kecepatan tinggi untuk membentuk jaringan paket switching.



Gambar II. 1-1 Prinsip dasar multipleksing paket (Indo ' 86)

Paket header berisi alamat informasi dan macam-macam kontrol field sedangkan terminal "checksum" digunakan untuk memeriksa kebenaran paket yang diterima. Pada masing-masing PSE sepanjang jalur antara terminal asal dan tujuan, "checksum" dihitung kembali dan paket tidak akan diteruskan sampai shecksum sesuai.

Setelah paket dikirim ke PSE berikutnya, saluran paket tetap ada sampai adanya informasi bahwa paket telah diterima dari PSE sampai adanya informasi bahwa paket telah diterima dari PSE berikutnya, demikian seterusnya sampai paket tiba di tempat tujuan. Jika terjadi kesalahan maka PSE akan meminta pengiriman ulang paket tersebut. Karena keterbatasan dari media simpan yang disediakan oleh switch/node, maka perlu kiranya untuk mencegah terjadinya kepadatan yang dikontrol oleh mekanisme flow kontrol. Mekanisme ini akan memperlambat atau menghentikan pengiriman paket baik pada saat paket berada di switch ataupun jika paket tersebut hendak dikirimkan, media ini harus mempunyai kecepatan lebih rendah dari kecepatan paket tersebut pada saat ada di pengirim.

Karena paket berisi alamat asal dan tujuan, maka paket tersebut dipindah silangkan melintasi jaringan secara fisik dan logik yang merupakan suatu kesatuan yang tidak saling bergantung. Sebagai konsekwensinya, paket yang dipertukarkan antara pemakai dapat saling menyisipi

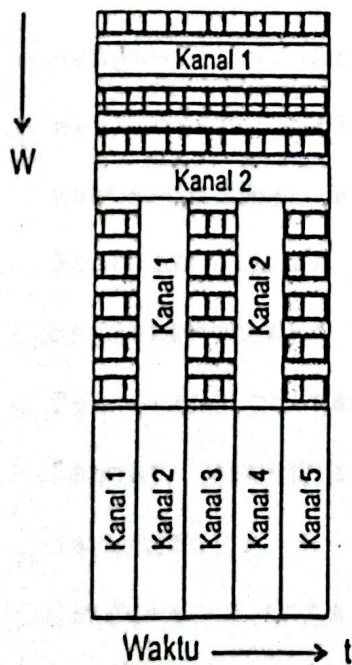
(interviewee). Kemampuan penggabungan data yang disebutkan di atas adalah berdasarkan prinsip multipleksing. Di sini digunakan statistical multipleksing atau dynamic multipleksing yang membagi lebar band total kepada pemakainya tergantung kebutuhan.

Gambar II.1.1-2 menunjukkan konsep dan perbandingan antara statistical time division multipleksing dengan FDM (Frequency Division Multiplexing) dan TDM (Time Division Multiplexing). Karena multipleksing menghubungkan antar muka pemakai ke jaringan, maka sejumlah remote device dapat digabung bersama ke sebuah komputer melalui satu local access circuit yang berarti mempermudah hubungan secara lokal.

(interleave). Kemampuan penggabungan data yang disebutkan di atas adalah berdasarkan prinsip multipleksing. Di sini digunakan statistical multipleksing atau dynamic multipleksing yang membagi lebar band total kepada pemakainya tergantung kebutuhan.

Gambar II.1.1-2 menunjukkan konsep dan perbandingan antara statistical time division multipleksing dengan FDM (Frequency Division Multiplexing) dan TDM (Time Division Multiplexing). Karena multipleksing menghubungkan antar muka pemakai ke jaringan, maka sejumlah remote device dapat digabung bersama ke sebuah komputer melalui satu local access circuit yang berarti mempermudah hubungan secara lokal.

Lebar pita frekwensi (Bandwidth)



Frequency Division Multiplexing

Lebar pita frekwensi di bagi dalam beberapa kanal frekwensi

Time Division Multiplexing

Kapasitas dibagi menjadi 2 kanal, 2 kanal digunakan, sisanya tidak terpakai

Statistical Time Division Multiplexing

Seluruh kapasitas dibagi antar para pemakai. Tidak ada kapasitas yang terbuang.

Gambar II.1.1 -2 Perbandingan teknik multipleksing (Indo '86)

Jaringan paket switching juga menyediakan adaptive routing bila route yang dipakai sudah tidak praktis lagi baik disebabkan oleh penumpukan paket atau karena kegagalan dari link atau switch, maka ada route pilihan yang dapat ditentukan kemudian.

Di Indonesia, struktur jaringan yang mempergunakan teknik paket switching adalah SKDP (Sambungan Komunikasi Data Paket). Di dalam SKDP terdapat NCC dan NNFE. Selanjutnya akan diuraikan mengenai masing-masing tugas mereka.

Tugas NCC (Network Control Center)

Pada prinsipnya, NCC menata dan mengendalikan node-node pada paket switching beserta jaringannya yang meliputi:

- Mengawali program leading terhadap node
- Mengawasi jaringan, yaitu mengendalikan dan memonitor semua modul seperti misalnya kendali konfigurasi dan laporan status jaringan.
- Pengetesan dan lokalisasi gangguan.
- Pendataan biaya pelanggan dan statistik.
- Tempat memasukan semua perintah terhadap sistem dan jaringan.
- Pengubahan data pelanggan dan karakteristik saluran.

Tugas NNFEE (Network Node Front End)

Semua tugas-tugas switching dan komunikasi diatur oleh NNFEE. NNFEE menangani baik protokol X. 25 maupun X.75 (paket mode DTE) maupun protokol X. 28 (non paket DTE).

Tugas-tugasnya meliputi :

- Penyambungan, penggenggaman dan pembubaran dari sambungan fisik dan logik.
- Pengecekan NUI (Network User Identification).
- "Assembly" dan "Disassembly" dari paket-paket.
- Pengetesan langganan seperti misalnya drop dan echo.
- Mengendalikan aliran data.
- Mengendalikan parameter-parameter PAD.
- Pengawasan fasilitas langganan.

Pada halaman berikut ini dilampirkan tabel yang menyajikan beberapa jenis pelanggan yang dibagi berdasarkan cara aksesnya pada paket switching dalam SKDP.

Dari tabel itu terlihat bahwa hubungan paket switching terhadap DTE pelanggan maupun terhadap jaringan telepon/telex dengan menggunakan 2 kawat atau 4 kawat. Untuk itu diperlukan peralatan modern berupa modem yang berfungsi mengubah signal digital menjadi menjadi signal analog dan sebaliknya. Sedangkan untuk menghubungkan jaringan paket switching yang satu terhadap yang lainnya juga digunakan transmisi analog. Oleh karena itu juga diperlukan modem.

cara akses	: Kec. transmisi (baud)	: Protokol
"circuit" sewa (2 kawat)	: 300 1200	: As inkron : (X.28)
"circuit" sewa (4 kawat)	: 2400 4800	: Sinkron : (X. 25)
"dial up phone" (2 kawat)	: 300 1200	: Asinkron : (X. 28)
"dial up telex" (2 kawat)	: 50	: Asinkron : (X.28 based)

Tabel II-1 (indo '86)

Dari tabel ini terlihat bahwa kecepatan transmisi maksimum adalah 9,6 baud dan di Indonesia untuk medium transmisinya digunakan kanal suara.

Dari tabel di atas juga terlihat cara-cara akses SKDP.

Selanjutnya, akan diberikan sedikit penjelasan tentang 3 cara akses ke sentral data yaitu :

1. Dengan cara tersambung langsung (dedicated)

Tersambung langsung maksudnya adalah terminal pelanggan (DTE) melalui modem dihubungkan langsung ke sentral data. Hal ini juga tergantung pada modem yang dipergunakan yaitu untuk modem 300 bps (rekomendasi CCITT V.21) dan modem 1200 bps (V.21) hanya diperlukan 1 pair (2 kawat), tetapi jika modem yang dipergunakan itu

modem 2400 bps ke atas (V.26; V.27; V.29 dst) diperlukan 2 pair (4 kawat) untuk hubungan "full duplex".

2. Dial up (PSTN : Public Switch Telephone Network)

Cara ini adalah yang paling banyak dipakai karena untuk menyambungkan DTE ke sentral data tidak memerlukan saluran khusus melainkan menggunakan jaringan telepon yang sudah ada. Terminal pelanggan (DTE) cukup dihubungkan dengan modem telah disambungkan ke pesawat telepon. Kualitas telepon yang digunakan menentukan kecepatan transmisi, ada yang 300 bps, ada yang 1200 bps. Modem yang digunakan adalah yang sesuai rekomendasi CCITT yaitu V.21 dan V.22. Untuk cara ini, karena sentral data dihubungkan ke jaringan telepon, maka secara teoritis semua terminal pelanggan yang memenuhi syarat teknis dapat mempergunakan fasilitas sentral data. Oleh sebab itu, pelanggan dial up SKDP diberi kode khusus yang disebut NUI (Network user Identification), jadi hanya pelanggan yang mempunyai NUI yang dapat memakai fasilitas SKDP.

3. Melalui jaringan telex

Cara ini tidak banyak berbeda dengan Dial Up PSTN, bedanya hanya jenis terminal dan prosedur penyambungan seperti telex biasa karena line terminator yang ada di sentral data dihubungkan ke jaringan telex yang berarti sentral data mempunyai nomor telex.

Jenis-jenis terminal pelanggan (DTE) yang dapat disambungkan ke sentral data adalah :

1. Terminal sinkron (paket mode terminal X.25) dan terminal IBM (BSC/Binary Synchronous Communication dan SDLC/Synchronous Data Link Control). Terminal sinkron (paket mode terminal X.25) dapat berupa mainframe komputer, intelligent terminal atau concentrator. Khusus untuk terminal IBM (BSC/SDLC) supaya dapat berhubungan ke sentral data diperlukan antar muka khusus yaitu antara lain :
 - Protokol Converter/concentrator (PCC)
 - Advanced Network Processor (ANP)
 - BSC/SDLC - X. 25 converter dan lain-lain.
2. Terminal Asinkron (Character made terminal X. 28)
Terminal ini dapat berupa :
 - a. PC (Personal Computer) yang fungsinya diubah menjadi terminal. Biasanya suatu PC mempunyai kemampuan sebagai terminal disebut RS 232-C antar muka. Sebelum PC dioperasikan sebagai terminal, lebih dahulu diprogram dengan menggunakan paket program khusus.
 - b. ASCII teleprinter
 - c. X. 28 terminal

Walaupun SKDP menggunakan teknologi paket, namun terminal masih dapat dipakai, dan ini dimungkinkan karena CCITT mengeluarkan rekomendasi X.3 yang mengatur

standard parameter dan prosedur berhubungan melalui PAD (Paket Assembler/Disassembler). Dengan melalui PAD maka terminal asinkron dapat saling berhubungan dengan terminal sinkron.

3. Terminal Telek

2.1.2. Pengontrolan Pada Paket

Cara pengontrolan pada jaring paket switching pada waktu ditransmisikan dapat dibedakan atas 3 cara yaitu :

1. Kontrol kesalahan (Error Control)

Fungsi utamanya untuk mendeteksi setiap kesalahan dalam transmisi.

2. Kontrol dalam routing (Routing control)

Kontrol ini berfungsi untuk menentukan route yang mana yang dipakai oleh paket selama ditransmisikan.

3. Kontrol aliran (Flow Control)

Tujuan dari kontrol ini adalah untuk membuat lalu lintas melalui jaring secepat mungkin dan menghindari beban yang berlebihan baik pada jaringan maupun pemakai.

2.1.2.1. Kontrol Kesalahan (Error Control)

Kontrol kesalahan adalah suatu bentuk pengecekan berulang yang dapat dikalkulasikan dengan menggunakan bit-bit kode deteksi kesalahan (error directing code) yang

ditambah pada berita sebelum berita tersebut ditransmisikan. Ketepatan penerimaan pada ujung penerima akan diperiksa dari bit-bit kesalahan yang ditambahkan tadi. Dengan menggunakan kode deteksi kesalahan tadi, maka kesalahan yang tidak terdeteksi selama transmisi dapat dibuat sekecil mungkin.

Jika penerima sudah yakin bahwa paket yang diterima baik, maka hal ini akan diberitahukan kepada pengirim. Pengirim akan tetap menyimpan paket sampai mendapat berita bahwa paket tersebut telah diterima dengan baik. Dalam jangka waktu tertentu, jika tidak ada pemberitahuan apakah paket yang diterima baik atau tidak, maka akan diadakan pengiriman ulang. Jika ternyata masih belum ada pemberitahuan juga, maka akan dikirimkan lagi paket tersebut tetapi melalui route yang lain.

2.1.2.2. Kontrol Dalam Routing (Routing Control)

Pada saat node suatu jaringan menerima paket yang dialamatkan ke node lain maka node tersebut menentukan ke node mana paket tersebut harus dikirimkan. Untuk mengetahui hal ini maka ada beberapa cara routing yang perlu diketahui yaitu :

a. Routing statis

Di sini digunakan tabel routing untuk menuju alamat yang ditunjuk oleh paket melalui jalur-jalur

routing dalam tabel. Tabel dalam routing statis adalah sudah pasti. Seperti yang terlihat pada contoh dalam gambar II.1. Dari tabel terlihat adanya kemungkinan saluran pertama dan saluran kedua. Jika saluran pertama diblok atau tidak beroperasi, node akan menggunakan saluran kedua. Routing statis dapat digunakan, tetapi akan berubah jika ada kegagalan atau antri yang terlalu lama atau dapat juga diubah secara periodik.

b. Routing Dinamis

Teknik routing yang telah diterangkan di atas adalah teknik routing yang menggunakan tabel yang tetap. Sedangkan tabel routing dinamis dapat berubah-ubah tergantung dari kondisi jaringan. Beberapa kriteria yang dipakai untuk mendapatkan route yang terbaik adalah route dengan jumlah node yang minimum, route yang dapat menghindari pembebanan yang tidak merata, dan juga route yang mempunyai delay minimum. Karena delay pada setiap node disebabkan antrian dan penundaan, maka tabel routing akan berubah jika ada perubahan dari pola lalu lintas dan perubahan volume. Untuk mengetahui berapa lamanya delay dari suatu jaringan, maka perlu diketahui waktu yang dibutuhkan suatu paket dari node asal ke node tujuan yang disebut waktu transit. Waktu delay dari setiap route P ke Q misalnya dengan waktu delay dari Q ke P. Akibatnya node

dapat mengetahui secara pendekatan waktu delay jaringan dengan mengetahui waktu yang dipergunakan oleh suatu paket dari node asal ke node yang dituju.

c. Routing Penyesuaian (Adaptive Routing)

Apabila kondisi jaringan berubah, misalnya pada suatu node tertentu terlalu padat atau karena kegagalan dari link maupun switch, atau route yang dipakai sudah tidak praktis lagi maka timbullah route penyesuaian (adaptive routing). Tetapi kalau sering dilakukan penyesuaian dapat timbul ketidakstabilan jaringan sehingga pengiriman paket menjadi berulang-ulang antara 2 node. Problem-problem di atas dapat menyebabkan kegagalan pengiriman data, namun efisiensi dengan cara ini cukup tinggi sehingga metode ini banyak dipergunakan. Routing yang tepat akan memberikan through put yang maksimal yaitu yaitu perbandingan antara jumlah yang ditransmisikan per satuan waktu dengan kecepatan transmisi. Untuk mencegah kegagalan tersebut di atas maka setiap paket diberikan medan hitung sehingga jumlah node yang telah dilewati paket tersebut dapat dicatat dalam medan hitung. Jika suatu paket telah melampaui jumlah node yang telah ditentukan maka paket tersebut akan dikembalikan ke tempat asal. Hal ini untuk mencegah kepadatan dalam mencapai tujuannya.

2.1.2.3. Kontrol Aliran (Flow Control)

Hanya dengan kontrol routing saja untuk mencegah atau menangani kemacetan lalu lintas adalah tidak cukup dan cara terbaik untuk menghindari kemacetan adalah dengan mengontrol input dari jaringan. Berita kontrol dapat mengingatkan semua node-node input bahwa penumpukan mulai terjadi. Biasanya penyebab kemacetan adalah pengiriman data seketika dalam volume yang besar dari host komputer yang satu ke yang lainnya. Jika paket-paket ini terus mengalir dengan kecepatan input node, maka mungkin akan terjadi kemacetan route yang sedang dijalani. Oleh karena itu, kecepatan lalu lintas paket pada node input harus dikontrol.

Jaringan ARPA (Advanced Research Project Agency) mengizinkan hanya satu berita yang dapat dikirimkan pada suatu waktu tertentu dari satu host komputer ke host komputer lainnya. Satu berita yang dapat dikirimkan pada suatu waktu tertentu dari satu host komputer ke host komputer lainnya. Satu berita dapat terdiri dari delapan paket, ukuran paket maksimum adalah 1024 bit. Bila node yang dituju telah menerima semua paket dan menyusun kembali berita tersebut dan mengirimkannya ke komputer yang dituju, maka node tadi akan mengirimkan berita kontrol ke node asal untuk memberitahu bahwa node sudah siap menerima paket-paket dari berita yang lain. Berita kontrol ini

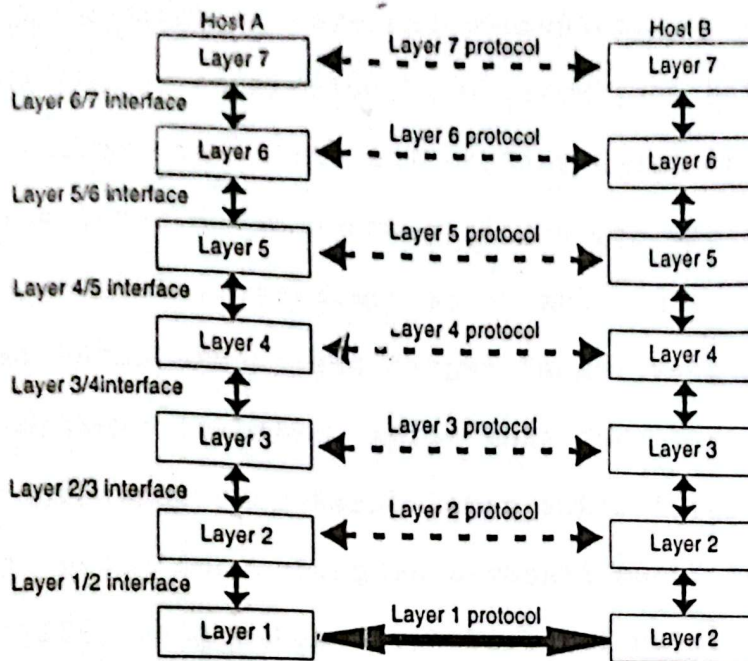
disebut sinyal "Ready For Next Message" (RFNM) yang diformat sama dengan paket lain dan melalui jaringan dengan protokol yang sama dengan paket yang lain. Sifat dari node akhir yang hanya akan meneruskan pengiriman berita ke komputer tujuan jika semua paket dari suatu berita telah diterima, akan mengakibatkan kemacetan lalu lintas jika beberapa node ingin ke satu tujuan yang sama. Jika kapasitas suatu node akhir telah penuh, maka ia akan tertutup karena tidak sanggup menampung paket yang ditujukan kepadanya, sedangkan paket-paket yang berada dalam storage belum sempat dikirim ke komputer yang dituju, keadaan seperti inilah yang disebut "reassembly block out". Masalah ini dapat diatasi jika berita yang dikirimkan berupa paket tunggal, atau node akhir, atau dapat juga disediakan storage cadangan sehingga paket yang belum diterima seluruhnya dapat disimpan di sini. Dalam menghadapi hal ini, jaringan ARPA memilih jalan dengan mencegah pengiriman multi paket dari node asal sebelum node akhir yakin bahwa adanya storage yang cukup menyimpan paket tersebut.

2.2. Protokol dan Antar Mukanya

Untuk memungkinkan adanya peningkatan hubungan komunikasi antar komputer, maka diperlukan protokol yang mempunyai definisi tertentu misalnya aturan tentang bagaimana mengontrol berita, bagaimana mempertukarkan data

antar mesin dan bagaimana mengontrol proses komunikasi. Dengan kata lain protokol ialah sekumpulan aturan-aturan yang diperlukan dalam sistem komunikasi data yang mana aturan-aturan tersebut harus ditaati oleh semua peralatan komunikasi bila mereka ingin mengirim signal dari yang satu ke yang lainnya. Sehubungan dengan definisi protokol tersebut, format dari berita kontrol, "header" dari sebuah data harus pula didefinisikan. Format-format dan protokol-protokol tersebut menjadi hal yang kompleks. Oleh karena itulah harus ada suatu standard yang tertentu untuk berkomunikasi satu sama lain.

Umumnya jaringan diorganisir dalam sederetan lapisan (layer) atau tingkatan (level). Jumlah dari lapisan, nama masing-masing lapisan dan fungsinya masing-masing adalah berbeda dari jaringan yang satu ke jaringan yang lainnya. Tetapi walau bagaimanapun, dalam semua jaringan, tujuan dari masing-masing lapisan adalah untuk memberikan pelayanan tertentu ke lapisan di atasnya. Layer n pada mesin yang satu meneruskan pembicaraan dengan layer n pada mesin yang lain. Kumpulan aturan-aturan dan konvensi-konvensi yang digunakan dalam percakapan ini dikenal dengan protokol layer n, seperti diperlihatkan pada gambar II.2-1 untuk jaringan 7 layer. Hubungan antar layer pada mesin-mesin yang berbeda tersebut peer process yang berkomunikasi menggunakan protokol.



Gambar Il. 2-1 Layer, Protokol dan Antar muka (Davi '79)

Dalam kenyataannya, tidak ada data yang langsung dipindahkan dari layer n pada mesin yang satu ke layer n pada mesin lain (kecuali pada layer terbawah). Masing-masing layer melewati data dan informasi kontrol ke layer yang tepat berada di bawahnya sampai ke layer yang terbawah. Pada layer yang terbawah baru ada komunikasi secara fisik antara mesin yang satu dengan mesin yang lain, sedangkan komunikasi antar layer-layer yang lebih

tinggi adalah semu (virtual communication). Pada gambar II.2-1 virtual communication ditunjukkan oleh garis-garis putus sedangkan physical communication ditunjukkan oleh garis tebal. Antar tiap-tiap layer yang berdekatan terdapat antar muka. Satu hal penting dalam merancang berapa banyak layer dalam suatu jaringan dan apa tugas dari tiap layer adalah mengartikan antar muka antar layer, tiap-tiap layer harus memberikan fungsi-fungsi yang dapat dimengerti. Sebagai tambahan, antar muka juga memperkecil banyaknya informasi yang harus lewat antar layer.

Untuk menyambungkan berbagai macam terminal pelanggan (DTE) yang dibuat oleh berbagai pabrik digunakan suatu antar muka yang mendefinisikan secara detail standard teknis hubungan antar terminal (DTE) dengan paket switching (node). Mengingat fungsi komunikasi yang paling dekat ke arah terminal diwakili modem, maka modem sering dianggap bagian dari switching yang disebut DCE (Data Circuit Terminating Equipment). Antar muka untuk berbagai metode transmisi diatur dalam rekomendasi CCITT yaitu :

- Seri V : Transmisi data melalui jaringan telepon dan telek
 - Seri X : Transmisi data melalui jaringan data publik.
- Ada tiga jenis jaringan data publik yaitu :

1. User Protokol

Yaitu protokol yang melakukan fungsi_fungsi penyambu-

ngan dan pemindahan data antara DCE dan DTE.

2. Protokol Jaringan

Yaitu protokol yang berfungsi mengatur penyambungan dan pemindahan data di dalam jaringan (dari switching node yang satu ke node yang lain).

3. Protokol Antar Jaringan

Yaitu protokol yang mengatur penyambungan dan pemindahan data antara dua buah jaringan.

User protokol sebaiknya dibuat tidak terikat pada protokol jaringan agar jaringan dapat bersifat transparan terhadap pemakai. Hal ini dapat dipenuhi jika protokol jaringan dibuat bertingkat-tingkat dimana masing-masing tingkat tidak saling mempengaruhi. Rekomendasi CCITT yang mengatur user protokol dalam jaringan data paket ialah X3, X25, X28 dan X29. Untuk protokol jaringan CCITT belum mengadakan rekomendasi, sedangkan standar untuk protokol yang mengatur penyambungan dan pemindahan data antar jaringan, CCITT telah menetapkan rekomendasi X.75.

Pada gambar II.2-2 kita lihat penggunaan user protokol yang disesuaikan dengan jenis DTE yang dipakai, yaitu paket DTE dan non paket DTE.

Yang dimaksud dengan paket DTE adalah DTE dengan software yang dapat mengolah paket dengan sendirinya. Sedangkan yang dimaksud dengan non paket dan dengan sen-

diri ada 2 macam yaitu :

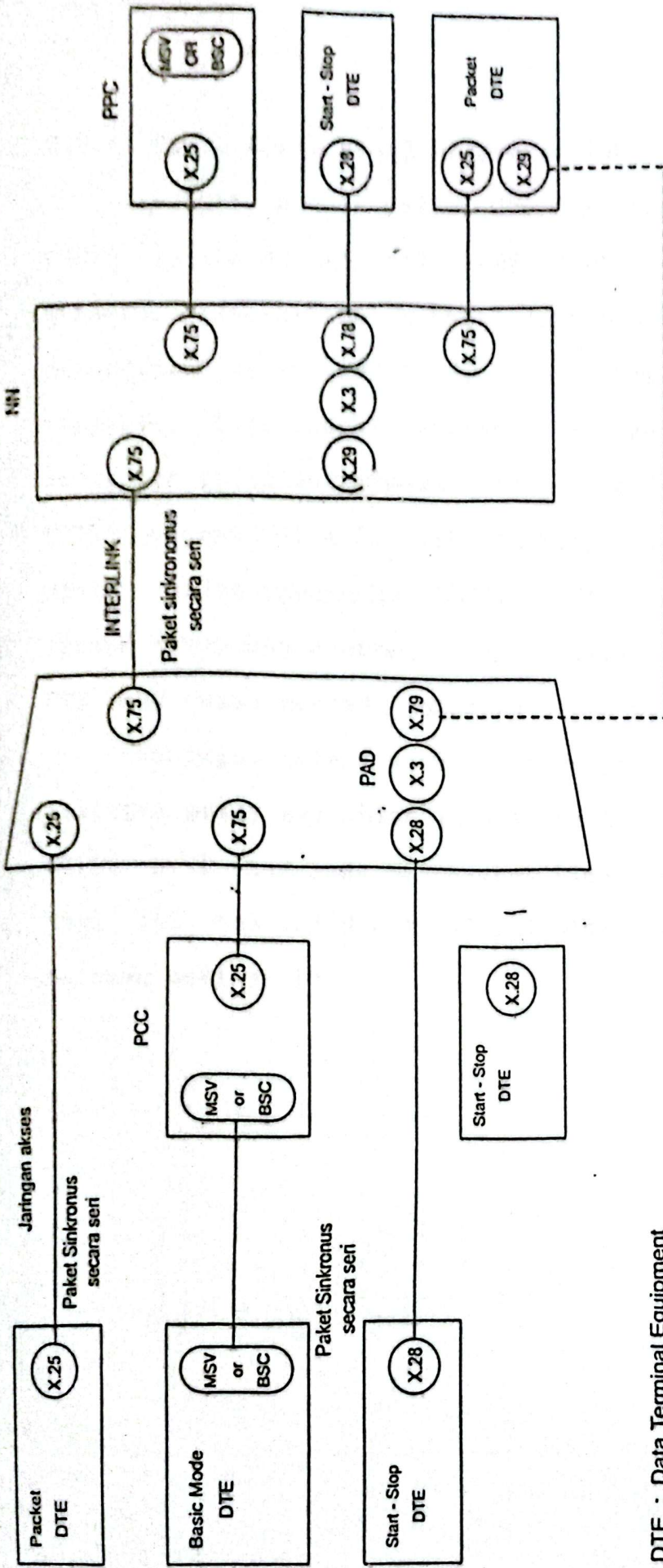
- a. Basic mode DTE yang menghasilkan data dalam bentuk dan bekerjanya secara sinkron.
- b. Start-Stop DTE yaitu DTE yang menghasilkan data dalam bentuk start-stop bit dan bekerjanya secara sinkron.

karena di dalam paket mode DTE telah mengandung software yang dapat mengerti paket, maka paket mode DTE dapat dilayani secara langsung dengan menggunakan protokol x.25.

Start-Stop DTE dilayani dengan menggunakan PAD (Packet Assembler Dissassembler) yaitu suatu module software yang mengubah arus data (asinkron) menjadi bentuk paket (sinkron).

Untuk keterangan yang lebih jelas dapat dilihat pada gambar di halaman berikut ini.

Rekomendasi CCITT X.28 mengatur signalling antara start-stop dengan PAD, sedangkan fungsi PAD itu sendiri diatur di dalam rekomendasi CCITT X.3. Pertukaran data/kontrol antara PAD dengan paket mode DTE di sisi lain diatur dalam rekomendasi CCITT X.29.



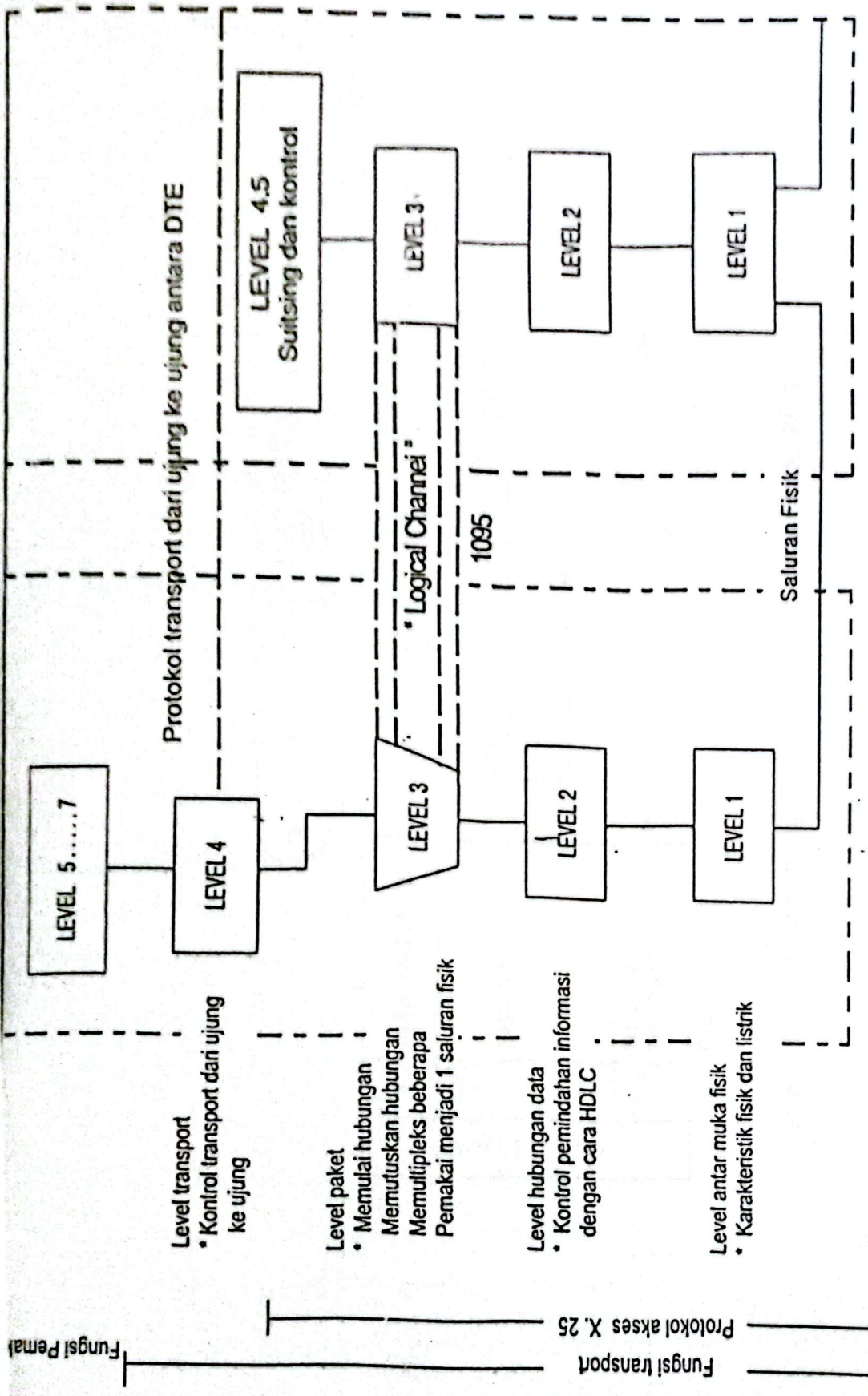
- DTE : Data Terminal Equipment
- NC : Network Concentrator
- NN : Network Node
- PAD : Packed Assembly / Disassembly
- PCC : Protocol Converter
- X.25 : Protokol untuk paket DTE
- X.75 : Protokol untuk antar jaringan
- X.3 : Protokol untuk Parameter " Assembly / Disassembly
- X.28 : Protokol akses dari start - stop DTE ke PAD
- X.29 : Protokol akses dari paket DTE ke PAD

Gambar II. 2-2 Protokol antara paket DTE dengan non paket DTE (Indo '86)

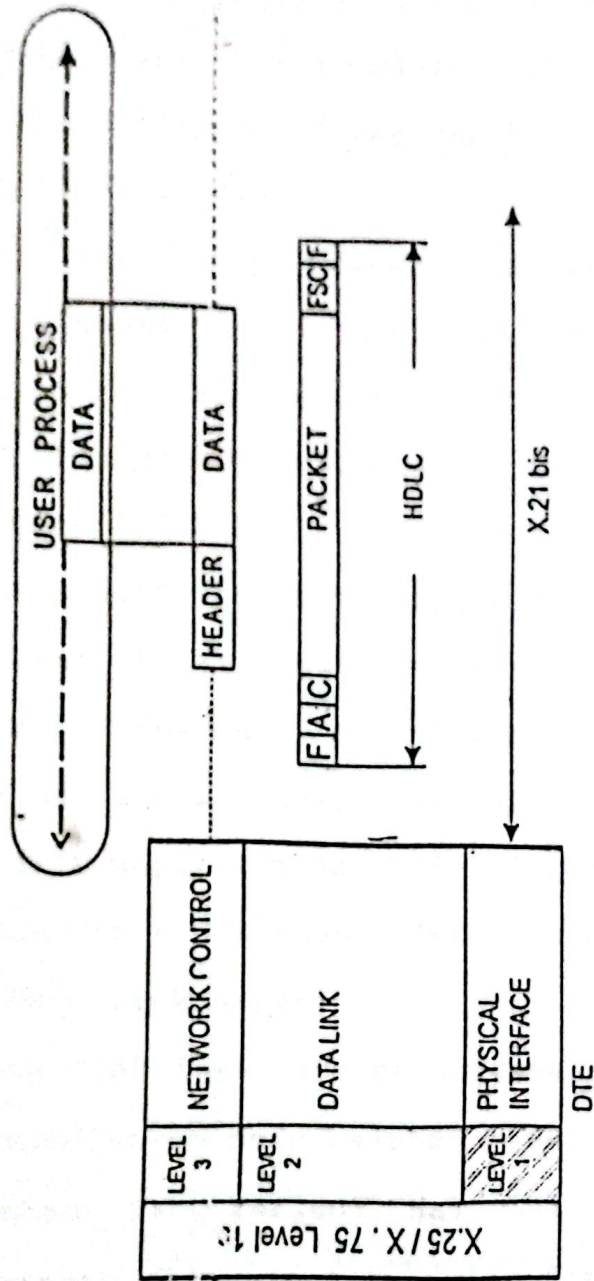
2.2.1. Tujuh Lapis Model Referensi ISO

Sebagai model dalam Open System Interconnection (OSI) telah dibuat referensi oleh ISO (International Standard Organization) hirarki dari protokol seperti yang ditunjukkan dalam gambar II.2.1-1. Dari ke-tujuh lapis tersebut, tiga lapis pertama merupakan network access procedure yaitu antar muka antara Data Terminal Equipment (DTE) dengan Data Circuit Terminating Equipment (DCE) diatur dalam rekomendasi CCITT X.25. Keempat lapis berikutnya merupakan kontrol ujung ke ujung antara DTE dengan DTE yang bukan menjadi tanggung jawab paket switching.

Hubungan antara satu jaringan paket switching dengan jaringan paket switching lainnya diatur dalam rekomendasi CCITT X.75 yang juga menyangkut tiga lapis pertama saja dari ISO. Hal ini dapat dilihat pada gambar II.2.1-2 di halaman berikut ini.



Gambar II.2.1 - 1 Tujuh Lapis Antar muka (Indo '86)



Gambar II . 2 . 1 - 2 Hubungan Antar Jaringan Data (Indo '86)

Pada model ISO terdapat 2 macam interaksi yaitu :

1. Interaksi vertikal yaitu interaksi antar lapisan.
2. Interaksi horizontal yaitu disebut juga protokol.

Selanjutnya akan ditinjau masing-masing layernya yaitu :

1. Layer 1 (physical Layer)

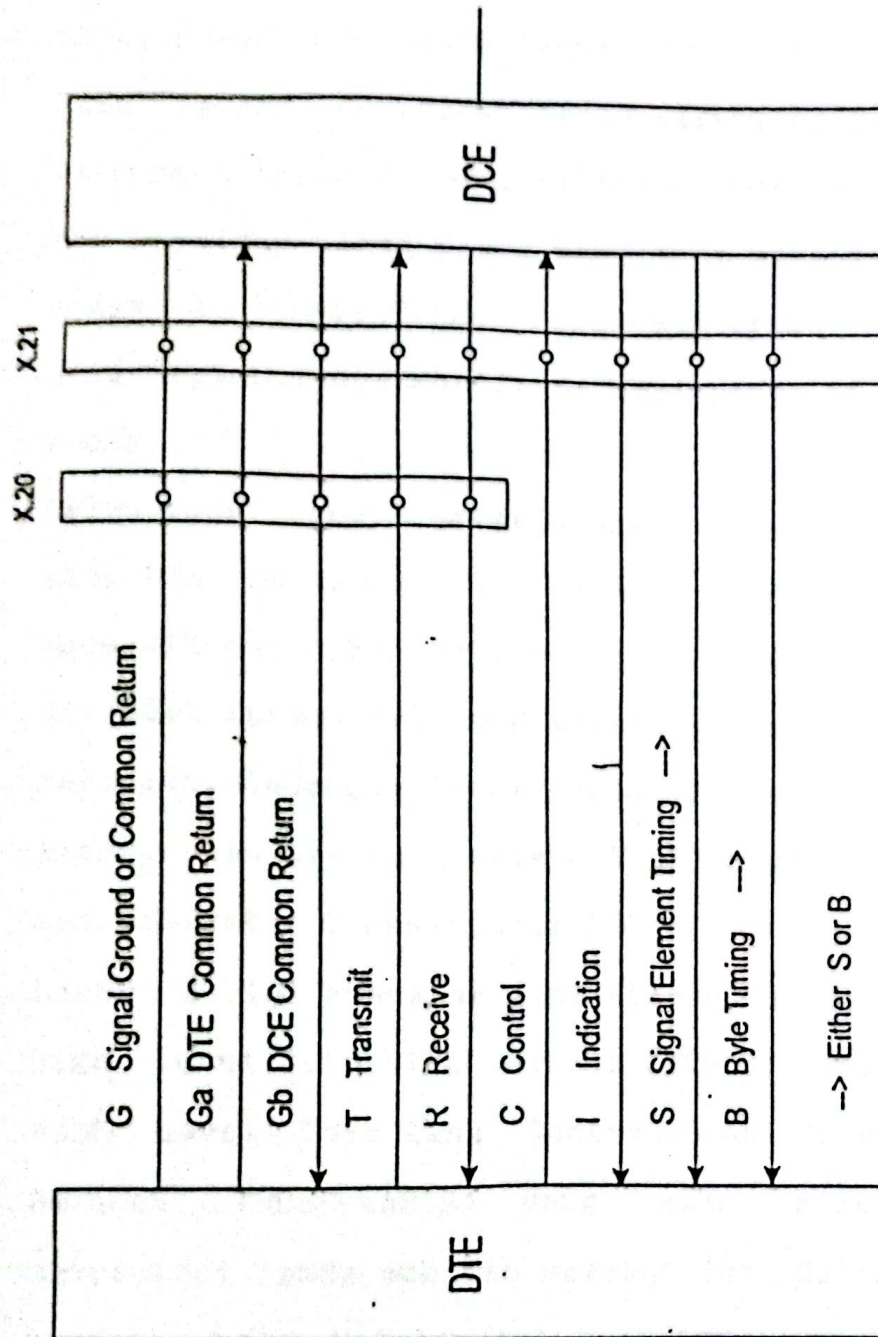
Layer ini berhubungan dengan karakteristik fisik, elektrik, fungsional yang menyangkut level tegangan yang digunakan dan penentuan pin (pin assignment). Penentuan Pin menurut rekomendasi CCITT dapat dilihat dalam gambar II.2.1-3.

Jadi dapat disimpulkan bahwa tugas dari layer 1 adalah:

- Menyediakan antar muka elektrik antara mesin data (komputer, terminal, cocentrator, controller dan lain-lain) dan peralatan komunikasi/peralatan komunikasi data seperti modem, line driver dan lain-lain.
- Membentuk dan memutuskan saluran transmisi fisik.

2. Layer 2 (Data Link Layer)

Tugas data link layer adalah mengawasi arus informasi yang ditransmisikan pada saluran fisik serta mendeteksi kesalahan yang terjadi. Hal ini dapat dilakukan dengan memecah data input ke dalam frame data, mengirimkannya secara sequential dan memproses pengiriman kembali acknowledgement frame oleh penerima. Karena layer 1 hanya menerima data dan mentransmisikannya tanpa memperhatikan arti dan strukturnya.



Gambar II.2.1-3 Antar Muka Antara DTE dan DCE Pada Jaringan Data Umum (Hous '79)

Maka pada data link layer ini akan dikenali dengan menggunakan batasan-batasan frame. Ini dapat dilaksanakan dengan memberikan bit pattern yang tertentu pada awal dan akhir frame.

Jika terjadi kerusakan frame karena noise, maka software dari layer 2 harus mengirim frame ulang. Pengiriman berulang-ulang frame yang sama memungkinkan terjadinya duplicate frame. Duplicate frame dapat dikirim jika acknowledgement frame dari penerima ke pengirim rusak.

Kalau pada layer 1 berlaku paket mode DTE maupun star-stop DTE, sedangkan pada layer 2 ditunjukkan pada paket mode DTE dan hubungan antar node. Star-stop DTE diwakili oleh fungsi PAD yang merupakan software dari node jaringan. Sedangkan basic mode DTE (access jaringannya menggunakan protokol selain X.25) diwakili oleh Protocol Converter Concentrator-PCC.

Layer 2 ini mengatur link access dengan menggunakan High Level Data Link Control (HDLC) atau lengkapnya High Level Data Link Control-Link Access Procedure Balance (HDLC-LAP.B) yang akan dijelaskan lebih terperinci pada sub bab berikut ini. Balance di sini berarti kedua belah pihak baik DTE maupun node dapat bertindak sebagai master artinya boleh mengeluarkan perintah yang harus dijawab oleh lawannya yang bertin-

dan sebagai slave.

Jadi fungsi layer 2 dapat diperinci sebagai berikut :

- Mengirim frame sepanjang saluran transmisi.
- Mengenali mana bit permulaan dan bit terakhir dari frame.
- Mendeteksi kesalahan selama transmisi.
- Pengiriman ulang frame yang rusak akibat kesalahan selama transmisi. Menangani berbagai ukuran bit frame sampai batas maximum yang diizinkan.
- Menjamin bahwa tidak ada frame yang hilang.
- Jika perlu, data dapat dikirimkan dalam 2 arah pada saat yang sama.

3. Layer 3 (Network Layer)

Layer ini memberikan cara-cara membentuk, menjaga dan menutup hubungan antar jaringan. Layer ini juga bertanggung jawab agar informasi yang dikirim dapat sampai pada alamat yang dituju. Pada dasarnya software layer ini menerima berita dari host sumber, kemudian diubah dalam bentuk paket lalu dikirim ke tujuan.

Isi dari layer ini ialah bagaimana menentukan suatu route yang dapat didasarkan pada suatu tabel statis yang ada pada jaringan. Hal ini dapat juga ditentukan pada saat permulaan dari suatu percakapan dan yang terakhir dapat juga dipakai route yang dinamis yang dapat ditentukan untuk masing-masing paket. Layer 3 ini

juga mengontrol kepadatan informasi akibat adanya paket yang terlalu banyak pada suatu saat yang sama.

4. Layer 4 (Transport Layer)

Fungsi dasar dari transport layer yang juga dikenal dengan nama host-host layer ialah menerima data dari session layer, dan jika perlu dipecah dalam satuan yang lebih kecil dan dilewatkan ke network layer serta menjamin bahwa semua bagian sampai di ujung lain dengan benar. Lebih lanjut, semua ini harus dikerjakan dengan cara yang seefisien mungkin dan melindungi session layer dari perubahan yang tak terelakan dalam perangkat kerasnya. Dalam keadaan normal, transport layer membentuk hubungan jaringan yang berbeda untuk masing-masing hubungan transport yang diingini session layer. Jika dikehendaki hubungan transport dengan throughput yang tinggi maka transport layer harus membentuk hubungan jaringan majemuk, kemudian membagi data ke dalam hubungan tersebut sehingga dapat diperoleh throughput yang tinggi. Namun disadari bahwa hal ini mahal harganya. Oleh sebab itu untuk menurunkan biaya maka dipilih jalan dengan memultipleks beberapa hubungan transport ke dalam jaringan yang sama.

Layer 4 ini adalah benar-benar hubungan antara sumber dan tujuan yang disebut juga end to end layer. Dengan kata lain, program pada mesin sumber meneruskan pembi-

caraan dengan program yang sama pada tujuan dengan menggunakan header berita dan kontrol berita.

5. Layer 5 (Session Layer)

Session layer adalah antar muka pemakai ke dalam jaringan. Pada layer ini, pemakai harus berunding demi membentuk hubungan dengan mesin lain. Pada saat terbentuk hubungan, session layer dapat mengatur, menyelaraskan dan mengawasi pembicaraan, jika pemakai menghendaki pelayanan ini. Pelayanan ini diberikan selama pertukaran informasi berlangsung dan disebut "session dialogue service". Hubungan antara pemakai disebut session. Sebuah session digunakan untuk mengizinkan pemakai mentransfer file antara 2 buah mesin. Untuk membentuk sebuah session, pemakai harus menyediakan alamat yang hendak dihubungi. Fungsi lain dari session layer adalah mengatur session pada saat terjadi hubungan. Sebagai contoh, jika hubungan transport tidak dapat dipercaya, session layer harus berusaha mengembalikan hubungan transport yang rusak ke dalam hubungan transport yang benar. Dalam tipe-tipe session tertentu, pembicaraan antara mesin dan protokol dapat diatur yaitu siapa yang berbicara, kapan dan untuk berapa lama. Dalam keadaan tertentu, kedua mesin dapat berbicara bergantian. Dalam keadaan lain, sebuah mesin dapat mengirim beberapa buah berita sebelum mesin yang lain

memberikan jawaban. Untuk jaringan tertentu, session layer dan transport layer digabung menjadi layer tunggal atau dapat juga tidak ada session layer sama sekali jika semua pemakai hanya menginginkan pelayanan komunikasi secara kasar.

6. Layer 6 (Presentation Layer)

Layer ini berisi fungsi yang berhubungan dengan karakter set, kode data yang digunakan dan cara data ditampilkan pada layar atau printer. Aliran data yang datang pada suatu terminal akan memberikan fungsi yang menarik. Aliran karakter ini akan berisi karakter yang akan mengedit data, meloncat baris, meletakkan data pada posisinya dalam kolom tabel, menambah kolom tambahan, menggunakan tanda titik dua dan sebagainya. Format akan dipertunjukkan pada saat operator memasukkan data dan hanya data yang diselesaikan oleh layer 6 berhubungan dengan aliran data, kodenya dan cara yang digunakan. Presentation layer ini harus dapat mengkonversi aliran karakter agar dua peralatan dengan karakter set yang berbeda dapat saling berkomunikasi. Layer ini juga harus dapat memadatkan aliran karakter ke dalam aliran bit yang lebih kecil untuk penghematan biaya. Jadi dapat disimpulkan bahwa fungsi layer 6 ini ialah mengontrol tampilan, konversi data dan aliran karakter di antara peralatan storage.

7. Layer 7 (Application Layer)

Application layer ini berisi protokol yang langsung melayani pemakai dengan memberikan pelayanan informasi terdistribusi yang sesuai terhadap suatu aplikasi misalnya pemakaian remote data, file transfer control, data base terdistribusi dan fungsi percakapan level tinggi.

Keuntungan dan Kerugian Pembayaran Layer

Keuntungannya :

- Masing-masing layer dapat dimodifikasi atau diperbaiki tanpa mempengaruhi layer lain.
- Masing-masing layer yang berbeda dapat dikerjakan oleh team perancang yang berbeda.
- Penggantian mekanisme dapat dilakukan tanpa mempengaruhi lebih dari satu layer.
- Hubungan antar fungsi kontrol yang berbeda dapat lebih mudah dimengerti jika dipecah dalam bentuk layer.
- Plug kompatibel antar mesin dari pabrik yang berbeda dapat lebih mudah diatasi.

Kerugiannya :

- Biaya keseluruhannya menjadi lebih mahal.
- Hanya fungsi tertentu saja yang digunakan oleh dua mesin yang berkomunikasi, tentu pembagian layer hanya

merupakan pemborosan saja.

- Supaya tiap layer dapat dipergunakan maka ada pengandaan fungsi antara layer.

Secara umum dari perbandingan di atas dapat dilihat bahwa segi-segi keuntungan masih lebih banyak dari pada kerugian.

2.2.2. Prosedur HDLC (High Level Data Link Control)

Di atas sudah dijelaskan bahwa pengaturan "link access" pada data link layer adalah dengan mempergunakan "High Level Data Link Control". Layer 2 ini bertanggung jawab atas kebenaran pentransferan paket antara DTE dan jaringan paket switching.

2.2.2.1. Flag Byte

Tiap berita dimulai dan diakhiri dengan sebuah "flag byte 01111110". Untuk menghindari kekeliruan antara urutan bit dan flag byte oleh sebab itu diadakan bit stuffing yaitu menyisipkan bit "0" setelah ada 5 buah bit "1" berturut-turut dalam suatu data. Untuk jelasnya kita lihat contoh di bawah ini :

Data asal, diambil sebagai contoh :

101010101010

111111111111

0111110

01111110

Data yang dikirimkan dengan memasukan bit "0" setelah 5 buah bit "1" berturut-turut.

101010101010

11111011111011

01111100

011111010

Penerima menghilangkan setiap bit "0" setelah 5 buah bit "1" berturut-turut.

101010101010

11111011111011

01111100

011111010

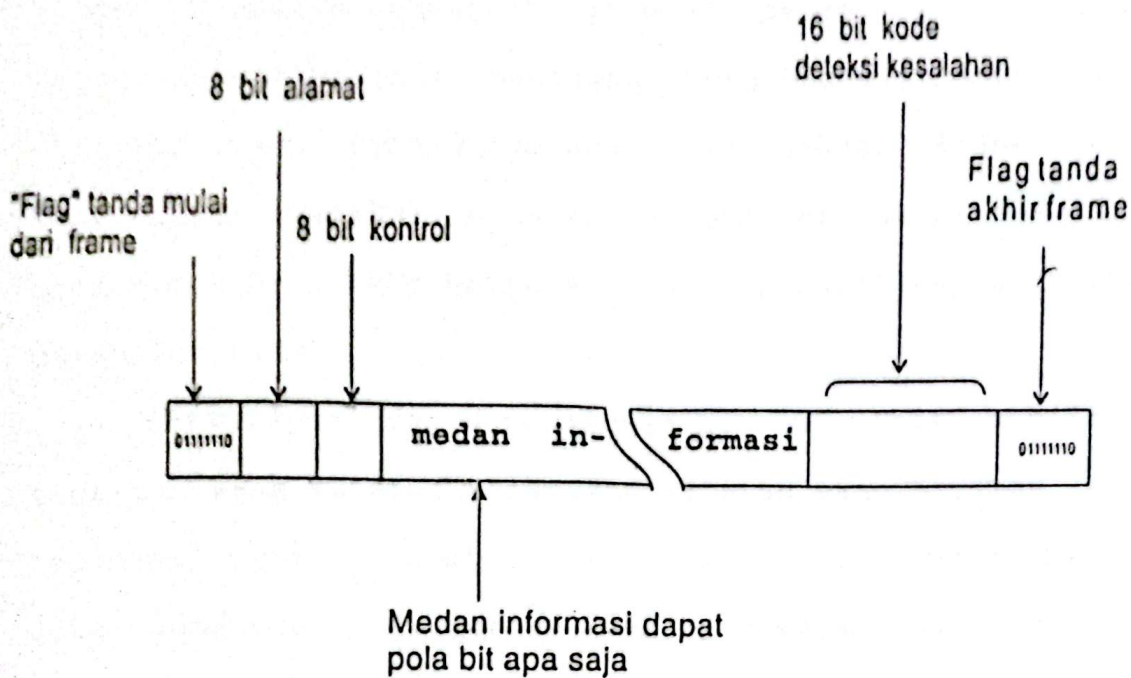
2.2.2.2 Dalam terminologi HDCL paket disebut frame. Format frame ini dapat dilihat pada gambar II.2.2.2-1 sebuah frame dimulai dan diakhiri dengan "flag byte 01111110". Pada permulaan frame, ada 3 byte trailer. Keduanya membentuk amplop dan sederetan bit dapat dibawa antara header dan trailer.

Ada 2 tipe frame yaitu :

1. Frame pembawa data
2. Frame pengontrol

Tiga tipe dari header adalah sebagai berikut :

Byte 1 : Flag 01111110 yang menandakan permulaan dari frame.



Gambar II.2.2.2.-1 Format Frame (Davi '79)

Byte 2 : Sebuah alamat (address) 8 bit, dapat mencapai 255 alamat. Jumlah ini masih dapat diperluas jika diperlukan dengan menggunakan ekstra byte. Alamat itu bisa ditujukan pada suatu stasiun individu tetapi dapat juga berupa alamat broadcast sehingga sebuah frame tunggal dapat diterima oleh semua stasiun yang ada pada link, atau dapat juga berupa alamat dari suatu group stasiun.

Byte 3 : Sebuah bit byte yang berisi informasi untuk mengontrol link. Ini juga dapat diperluas dengan menambahkan sebuah byte.

Tiga byte dari trailer adalah sebagai berikut : Byte 1 dan 2 adalah sebuah 16 bit kode pendeteksi kesalahan (error detecting code) sedangkan byte 3 adalah sebuah flag 01111110 yang menandakan akhir dari sebuah frame. Bila flag ini terdeteksi, maka mesin penerima akan memeriksa apakah dua byte sebelumnya yang di "execute" adalah "error detecting code".

Penyisipan dan penghapusan bit "0" (bit stuffing) seperti yang telah diterangkan di atas akan berlaku pada "address byte", "control byte" dan "error check byte". Jika jumlah bit-bit antara flag byte kurang dari 32 bit maka frame tersebut salah, sehingga mesin penerima akan menolaknya.

2.2.2.3 Antar Frame

Biasanya saluran masih dalam keadaan aktif selama selang waktu antara 2 buah frame. Pada keadaan aktif ini, flag byte yang terus menerus akan dikirimkan. Mesin penerima akan mendeteksi tiap-tiap flag byte dan jika deretan flag byte tidak diikuti oleh flag byte yang lain, maka dianggap pengiriman telah dimulai. Sebagai contoh kita lihat sebagai berikut :

01111110011111100111111011111100000101101

akhir

address byte

dari frame

dari frame yang baru

2.2.2.4. Idle State dan Penutupan Frame

Pengirim dapat memutuskan frame yang ia kirimkan dengan cara mengirimkan paling sedikit 7 buah bit "1" berturut-turut tanpa adanya bit "0" yang disisipkan.

Sebuah kanal dapat dikatakan dalam keadaan idle state jika ada pengiriman 15 buah bit "1" secara berurutan. Dalam kondisi ini stasiun primer harus mengadakan poll kembali terhadap stasiun sekunder sebelum mengirim 1 frame.

Sebuah stasiun dapat memutuskan pengiriman sebuah frame tanpa melalui "idle state", yaitu dengan cara mengirimkan 8 buah bit "1" berturut-turut yang diikuti sebuah flag. Dengan cara demikian frame tersebut akan ditinggalkan dan pengiriman frame lain dapat dilakukan secara normal kembali.

11111111 11111111 : Dengan melalui "idle state" sehingga stasiun primer harus mengadakan poli kembali terhadap stasiun sekunder.

11111111 01111110 : Meninggalkan frame yang sedang berlangsung sehingga dapat dimulai pengiriman I frame yang lain.

2.2.2.5. Type Frame

Untuk tujuan pengontrolan, maka suatu stasiun pada saluran fisik disebut stasiun primer dan yang lainnya dise

but stasiun sekunder. Stasiun primer yang bertanggung jawab atas aliran data dan error recovery pada frame yang dikirim dari stasiun primer disebut "command", sedangkan frame yang dikirim dari stasiun sekunder ke stasiun primer disebut "response".

Dalam melaksanakan tugasnya, "control field" terdiri dari 3 type frame yaitu :

1. I-frame (Information transfer frame) yaitu
Frame yang membawa data.
2. S-frame (Supervisory frame)
S-frame digunakan untuk melakukan fungsi-fungsi pokok pengawasan/kontrol dan meminta pengiriman ulang. Format ini mempunyai command dan response tapi tidak mengandung data pemakai (paket data).
3. U-frame (Unnumbered frame)
Frame ini tidak mempunyai nomor urut dan umumnya tidak mengandung data atau informasi. Format ini juga mempunyai command dan response.

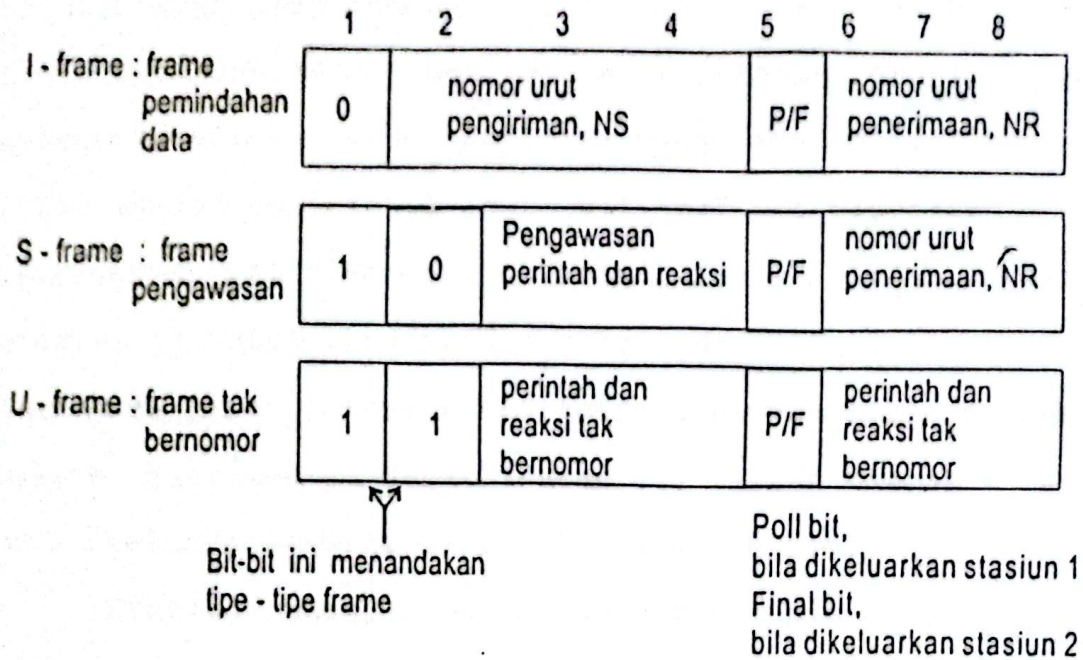
Bit-bit pertama dari control byte menunjukkan tipe frame seperti diperlihatkan pada gambar II.2.2.5.1

I-frame : Bit pertama adalah 0

S-frame : Dua bit pertama adalah 10

U-frame : Dua bit pertama adalah 11

Format dari kontrol byte
dalam 3 tipe frame



Gambar II.2.2.5-1 Tipe Frame (Davi '97)

2.2.2.5.1. Information Frame (I-frame)

I-frame adalah satu-satunya frame yang dapat digunakan untuk pemindahan data. I-frame mempunyai nomor urut pengiriman $N(s)$ dan nomor urut penerimaan $N(r)$. $N(r)$ dapat digunakan sebagai acknowledgment terhadap penerimaan I-frame tanpa harus mengirimkan acknowledgment terpisah. Untuk kontrol field 8 bit, tersedia $N(s)$ dan $N(r)$ masing-masing 3 bit sehingga dapat mencapai range 0-7, jika kontrol field 16 bit maka dapat mencapai range 0-127. Tujuan penghitungan $N(r)$ adalah untuk memberitahu stasiun

pengiriman bahwa penerima sudah siap menerima pengiriman selanjutnya atau dengan kata lain $N(r)$ menandakan bahwa suatu stasiun telah menerima semua I-frame dengan benar sebanyak $N(r-1)$ buah. Bit sisa yang ada dalam kontrol field adalah pool/final (p/f) bit. P/F bit digunakan untuk mengadakan pol oleh stasiun primer (jika poll bit dalam kondisi 1) untuk mendapatkan respon dari stasiun skunder. Responnya dapat berupa frame tunggal maupun frame majemuk. Jumlah maksimumnya dapat 7 atau 127 tergantung dari kontrol fieldnya terdiri dari 8 bit atau 16 bit.

Stasiun skunder menggunakan final bit pada P/F bit untuk menandakan frame terakhir dari urutan frame. Jika poll pertama tidak dijawab maka poll kedua tidak dapat dikirimkan sampai poll yang pertama selesai diperhitungkan (sampai cocok dengan F bit). Sebagai tambahan $N(r)$ dari suatu frame dengan P/F bit disebut 1 dapat digunakan untuk membantu pendeteksian kesalahan urutan frame. Information field dapat berisi berbagai macam informasi dan karena menggunakan sistem biner jadi dapat berupa karakter ASCII atau EBCDIC.

2.2.2.5.2. Supervisory Frame (S-frame)

S-frame digunakan untuk memulai dan mengontrol pemindahan informasi yang terjadi dalam I-frame. Pada S-frame tidak ada bit yang terletak antara header dan trail-

er. Dengan kata lain, S-frame terdiri dari 6 byte (48 bit) frame. Fungsi frame ini untuk menunjukkan apakah frame sebelumnya diterima atau ditolak dan kemampuan suatu frame untuk menerima frame selanjutnya.

Ada 4 tipe S-frame dan masing-masing dapat sebagai command dan response. Tipe ini ditandai oleh bit ke 3 dan ke 4 (lihat gambar II.2.2.5.1). Tiap-tiap S-frame berisi nomor urut penerimaan $N(r)$.

Bit ke 3 dan ke 4 yang menunjukkan S-frame yaitu :

- 00 : RR (Receive Ready)
- 01 : REJ (Reject)
- 10 : RNR (Receive Not Ready)
- 11 : SREJ (Selective Reject)

- RR (Receive Ready)

Dapat dikirim oleh stasiun primer maupun sekunder untuk :

1. Memberitahu bahwa telah diterima frame sampai $N(r-1)$ buah dengan benar.
2. Menunjukkan bahwa stasiun sekarang siap menerima frame nomor $N(r)$.

Jika stasiun primer mengadakan poll dengan stasiun sekunder dan kira-kira berkomunikasi seperti ini, "I-

frame nomor $N(r)$ diharapkan segera, jika anda mempunyai frame yang hendak dikirim, kirimkanlah."

Jika stasiun sekunder tidak mempunyai data hendak dikirim, ia akan menjawab dengan RR-frame dan berkata, "saya tidak mempunyai I-frame yang hendak dikirimkan, I-frame nomor berikut yang akan saya terima dari anda ialah nomor $N(r)$ ".

- RNR (Receive Not Ready)

Dapat dikirim oleh stasiun primer maupun stasiun sekunder untuk memberi tanda dalam keadaan sibuk (busy condition). Nomor urut $N(r)$ adalah nomor dari frame yang diharapkan setelah keadaan sibuk berakhir dan digunakan untuk memberitahu bahwa frame-frame sebelum $N(r)$ telah diterima dengan baik. Berakhirnya kondisi sibuk ditandai dengan S-frame yang berlaku atau dengan tipe tertentu da U-frame.

- REJ (Reject)

Dapat dikirim oleh stasiun primer maupun stasiun sekunder untuk meminta pengiriman atau pengiriman ulang dari frame informasi nomor $N(r)$ dan frame-frame yang mengikutinya. Dari sini tersirat bahwa frame informasi sebelum nomor $N(r)$ telah diterima dengan baik.

- SREJ (Selective Reject)

Dapat dikirim oleh stasiun primer maupun sekunder untuk meminta pengiriman dari sebuah I-frame tunggal dengan nomor $N(r)$. Hal ini memberikan keterangan bahwa frame sampai $N(r)$ telah diterima dengan baik kecuali $N(r)$ sendiri. Setelah sebuah stasiun mengirimkan selective reject maka ia akan menerima hanya I-frame nomor $N(r)$. Kondisi SREJ direset jika I-frame yang diminta telah diterima.

2.2.2.5.3. Unnumbered frame (U-frame)

Kedua frame yang telah diterangkan di atas yaitu I-frame dan S-frame selalu berhubungan dengan pengontrolan transmisi dengan mempergunakan nomor urut. Tipe ketiga ini yaitu U-frame tidak mengandung nomor urut.

Adapun tujuan dari frame tipe ini adalah sebagai berikut :

1. Mengontrol pengiriman informasi tanpa menggunakan nomor urut. Ada 32 tipe dari U-frame, kombinasi dari 5 bit sehingga memungkinkan variasi yang lebih banyak bagi command dan response untuk melakukan pengontrolan. Ini berarti kemampuan kontrol dari HDLC dapat diperluas jika diperlukan.
2. U-frame menyediakan command yang dapat merubah mode transmisi dan memutuskan dengan sebuah stasiun, terutama

na digunakan pada stasiun yang tidak terhubung secara permanen.

3. Di dalam U-frame ada mekanisme untuk menolak command salah satu keadaan kesalahan khusus seperti frame info yang terlalu panjang untuk kemampuan suatu stasiun.

Tipe-tipe U-frame adalah sudah tertentu dan dapat berupa command maupun response. Command pada U-frame dasar digunakan untuk menset mode transmisi dan memutuskan hubungan dengan stasiun skunder :

SNRM : Set Normal Response Mode

SARM : Set Asynchronous Response Mode

DISC : Disconnect

Command Disconnect (DISC) berfungsi untuk menghentikan operasi dari suatu mode.

Response dari U-frame dasar adalah :

UA : Unnumbered Acknowledge

CMDR : Command Reject

UA digunakan oleh stasiun sekunder untuk memberitahu bahwa stasiun sekunder siap menerima command U-format dari stasiun primer.

Command Reject (CMDR) adalah response yang dikirim oleh stasiun sekunder jika stasiun sekunder menerima command yang tidak dikenal atau :

1. Command yang tidak dapat diimplementasikan pada stasiun

penerima.

2. I-field terlalu panjang sehingga tidak cocok dengan buffer stasiun penerima.
3. $N(r)$ yang diterima berbeda dengan $N(s)$ terakhir yang dikirimkan.

Command Reject frame mengandung field informasi yang memberikan alasan kenapa sebuah command ditolak.

2.2.2.6. Mode Operasi

Mode Utama

1. "Normal Response Mode"

Dalam normal response mode, sebuah stasiun sekunder hanya akan memberikan response jika ada command dari stasiun primer. Response di sini dapat terdiri dari satu buah frame atau lebih. Stasiun sekunder tidak dapat memberikan response sampai ada command selanjutnya dari stasiun primer. Stasiun primer bertanggung jawab pada link dan pengiriman command ke stasiun sekunder, juga bertanggung jawab atas pengiriman ulang.

2. "Asynchronous Response Mode"

Dalam mode ini, stasiun sekunder yang memulai pengiriman sebuah frame atau sekumpulan frame. Frame-frame ini dapat berisi informasi atau dapat dikirim untuk tujuan pengontrolan. Stasiun skunder bertanggung jawab

atas pengiriman ulang jika frame-frame yang dikirimkan tidak dapat diterima secara baik.

3. "Balance Mode"

Untuk mendapatkan volume lalu lintas yang tinggi dalam dua arah antar mode pada jaringan komputer, maka efisiensi pengiriman harus setinggi mungkin dan waktu pengiriman harus serendah mungkin. Dengan adanya operasi balance dari masing-masing stasiun maka stasiun primer dan sekunder disebut stasiun kombinasi. Kedua stasiun mempunyai protokol yang sama, tiap stasiun dapat mengirim dan menerima baik command maupun response dan keduanya mempunyai tanggung jawab yang sama bagi error recovery. Mode ini disebut juga asynchronous balance mode (ABM) karena setiap stasiun dapat memulai transmisi pada setiap waktu, kadang-kadang mode ini disingkat balance mode.

Mode-mode tambahan :

4. "Initialization Mode" (IM)

Sebuah stasiun akan berada dalam mode ini sebelum beroperasi. Command dari U-frame tertentu dapat mengubah IM ini menjadi salah satu mode operasi.

5. "Normal Response Mode Extended" (NRME)

Sama seperti NRM (Normal Response Mode), tetapi dengan

2 kontrol byte pada header dari frame sehingga memberikan 128 kombinasi (7 bit).

6. "Asynchronous Response Mode" (ARME)

Sama seperti ARM tetapi dengan 2 kontrol byte pada header dari frame sehingga memberikan 128 kombinasi (7 bit).

7. "Normal Disconnect Mode" (NDM)

Sama seperti NRM hanya stasiun sekunder tidak terhubung secara logika dengan link data. Tidak ada I-frame maupun S-frame yang dapat dikirim atau diterima, hanya U-frame tertentu saja yang dapat digunakan untuk mengubah mode operasi yaitu mengadakan poll terhadap stasiun sekunder.

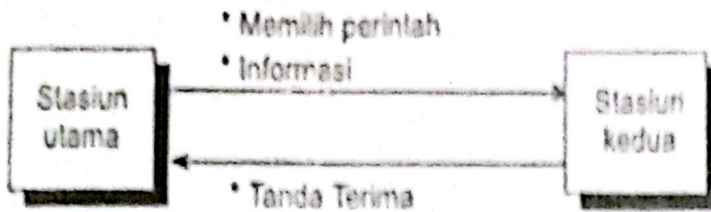
8. "Asynchronous Disconnect Mode" (ADM)

Sama seperti NDM kecuali stasiun sekunder dapat memberikan response tanpa dipoll oleh stasiun primer. ADM ini diperlukan untuk mencegah pemunculan stasiun sekunder yang tidak diharapkan pada link ketika stasiun yang lain sedang mengadakan pertukaran data. Hal ini dapat menyebabkan nomor urut yang tidak cocok antara stasiun primer dan sekunder atau keraguan stasiun primer terhadap status stasiun sekunder. Untuk kembali ke mode operasi utama, stasiun sekunder dapat mengirimkan command atau sederetan command.

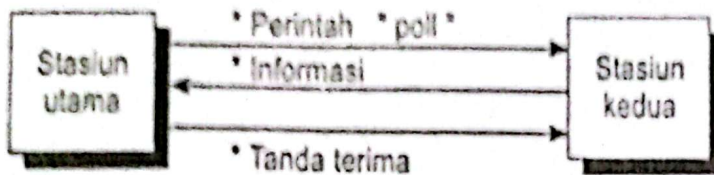
9. "Asynchronous Balance Mode" (ABM)

Normal Response Mode (NRM)

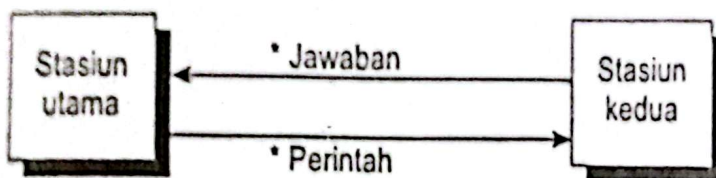
1. Stasiun utama memulai perkiraan data :



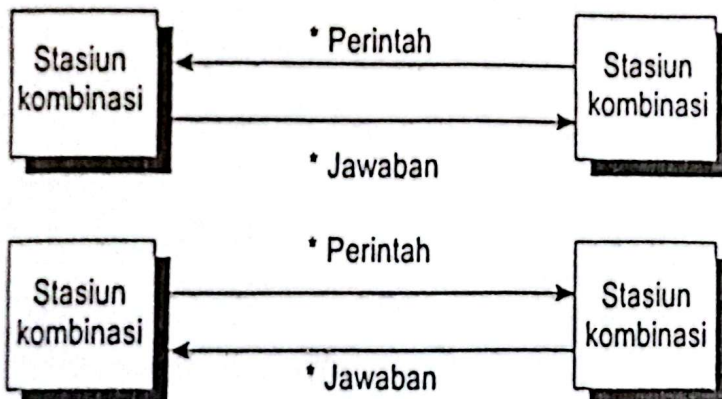
2. Stasiun ke dua memulai pertukaran data :

Asynchronous Response mode (ARM)

Stasiun ke 2 dapat memulai tanpa di "Poll" dahulu oleh stasiun utama

Asynchronous Balance Mode (ABM)

Kedua Stasiun punya protokol yang sama, keduanya dapat mengirim perintah dan jawaban



Gambar II.2.2.6-1 Mode-mode Operasi (Nati ' 82)

BAB III

KONTROL KESALAHAN

Didalam dunia modern sekarang ini, pertukaran informasi sangat penting, baik di dalam dunia bisnis, militer maupun pendidikan. Pertukaran data ini harus akurat, tanpa terjadi perubahan isi data, sehingga komunikasi antara dua belah pihak akan dapat berjalan dengan baik. Untuk itu diperlukan suatu sistem yang mengontrol kesalahan yang terjadi selama transmisi data.

Yang dimaksud dengan kontrol kesalahan adalah usaha untuk menjaga data tidak mengalami perubahan selama transmisi dari suatu tempat ke tempat yang lain. Usaha ini meliputi pencegahan — terjadinya kesalahan, pendeteksian kesalahan pada protokol X25/X75 dan pengoreksian kesalahan.

Sedangkan yang dimaksud dengan kesalahan disini adalah kesalahan yang terjadi selama transmisi (transmission error), bukan kesalahan yang dilakukan operator. Walaupun operator juga merupakan sumber utama terjadinya kesalahan pada komunikasi data, tetapi hal ini menyangkut human engineering yang tidak akan dibicarakan dalam skripsi ini.

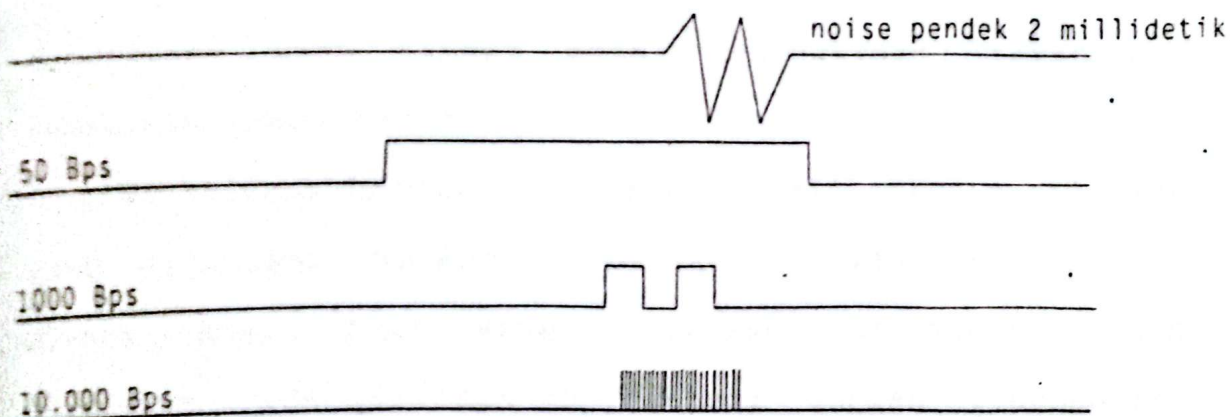
3.1. Pencegahan Terjadinya Kesalahan

Langkah pertama untuk mengontrol kesalahan adalah dengan mencegah terjadinya kesalahan dan untuk mencegah terjadinya kesalahan ada dua metode utama yang dipakai yaitu :

- Metode transmisi lebih lambat
- Metode line conditioning

3.1.1. Metode Transmisi Lebih Lambat

Angka terjadinya kesalahan pada sistem transmisi data bervariasi sesuai dengan kecepatan transmisi. Gambar III.1.1-1 memperlihatkan efek noise yang berlangsung singkat (noise burst) yang panjangnya 2 millisecond pada data yang sedang ditransmisikan.



Gambar III.1.1-1 Pengaruh noise pada data yang dikirim dengan kecepatan yang berbeda (Hous '79)

Jika data ditransmisikan pada kecepatan 50 bps, maka setiap bit akan berakhir selama 20 milli detik. Disini terlihat dengan jelas kemungkinan data terganggu hanya 2 dari 20 kemungkinan ini cukup kecil untuk terjadi.

Jika data ditransmisikan dengan kecepatan 1000 bps maka setiap bit akan berakhir selama 1 milli detik dan noise yang panjangnya 2 milli detik akan berlangsung selama transmisi 2 bit data. Dari sini terlihat bahwa noise itu akan mempengaruhi 1 atau malah kedua bit data tersebut.

Jika kita naikkan kecepatan transmisi sampai 10.000 bps, maka 20 bit data akan diganggu oleh noise tersebut dan ini berarti bahwa sudah hampir pasti 1 atau lebih bit akan berubah..

Dari contoh diatas, jelas terlihat bahwa dengan kecepatan yang tinggi maka kemungkinan terjadinya kesalahan lebih besar.

Di halaman berikut ini akan diperlihatkan hasil test yang dilakukan di Amerika Serikat, bulan April 1971, dimana hasil test yang dilakukan itu adalah yang dilakukan pada jaringan yang sesuai dengan rekomendasi CCITT.

STATISTIK KESALAHAN	
"TRANSMISION SPEED"	"RANDOM BIT ERROR RATE"
1200 bps	1 dalam 200.000
2400 bps	1 dalam 100.000
9600 bps	1 dalam 1000 sampai 1 dalam 10.000

Tabel III.1-1 Statistik Kesalahan

Untuk mencegah terjadinya kesalahan pada kanal/jaringan yang ber "noise" banyak maka perlu pengurangan kecepatan transmisi. Karena dengan pengurangan kecepatan transmisi kemungkinan data diterima tanpa salah menjadi besar sebab setiap bit dan karakter mempunyai periode yang lebih lama sehingga deteksi dapat dilakukan dengan lebih pasti.

3.1.2. Metode "Line Conditioning"

Jika suatu perusahaan menyewa suatu kanal (lease line), sebagai contoh BNI 46 atau Hudbay, yang menyewa kanal pada SKDP yang dikelola Perumtel, dan menggunakan kanal tersebut terus menerus untuk menghubungkan terminal dengan komputer, maka Perumtel dapat mem "by-pass" alat-alat switching pada jaringan telepon, dan proses inilah

STATISTIK KESALAHAN	
"TRANSMISION SPEED"	"RANDOM BIT ERROR RATE"
1200 bps	1 dalam 200.000
2400 bps	1 dalam 100.000
9600 bps	1 dalam 1000 sampai
	1 dalam 10.000

Tabel III.1-1 Statistik Kesalahan

Untuk mencegah terjadinya kesalahan pada kanal/jaringan yang ber "noise" banyak maka perlu pengurangan kecepatan transmisi. Karena dengan pengurangan kecepatan transmisi kemungkinan data diterima tanpa salah menjadi besar sebab setiap bit dan karakter mempunyai periode yang lebih lama sehingga deteksi dapat dilakukan dengan lebih pasti.

3.1.2. Metode "Line Conditioning"

Jika suatu perusahaan menyewa suatu kanal (lease line), sebagai contoh BNI 46 atau Hudbay, yang menyewa kanal pada SKDP yang dikelola Perumtel, dan menggunakan kanal tersebut terus menerus untuk menghubungkan terminal dengan komputer, maka Perumtel dapat mem "by-pass" alat-alat switching pada jaringan telepon, dan proses inilah

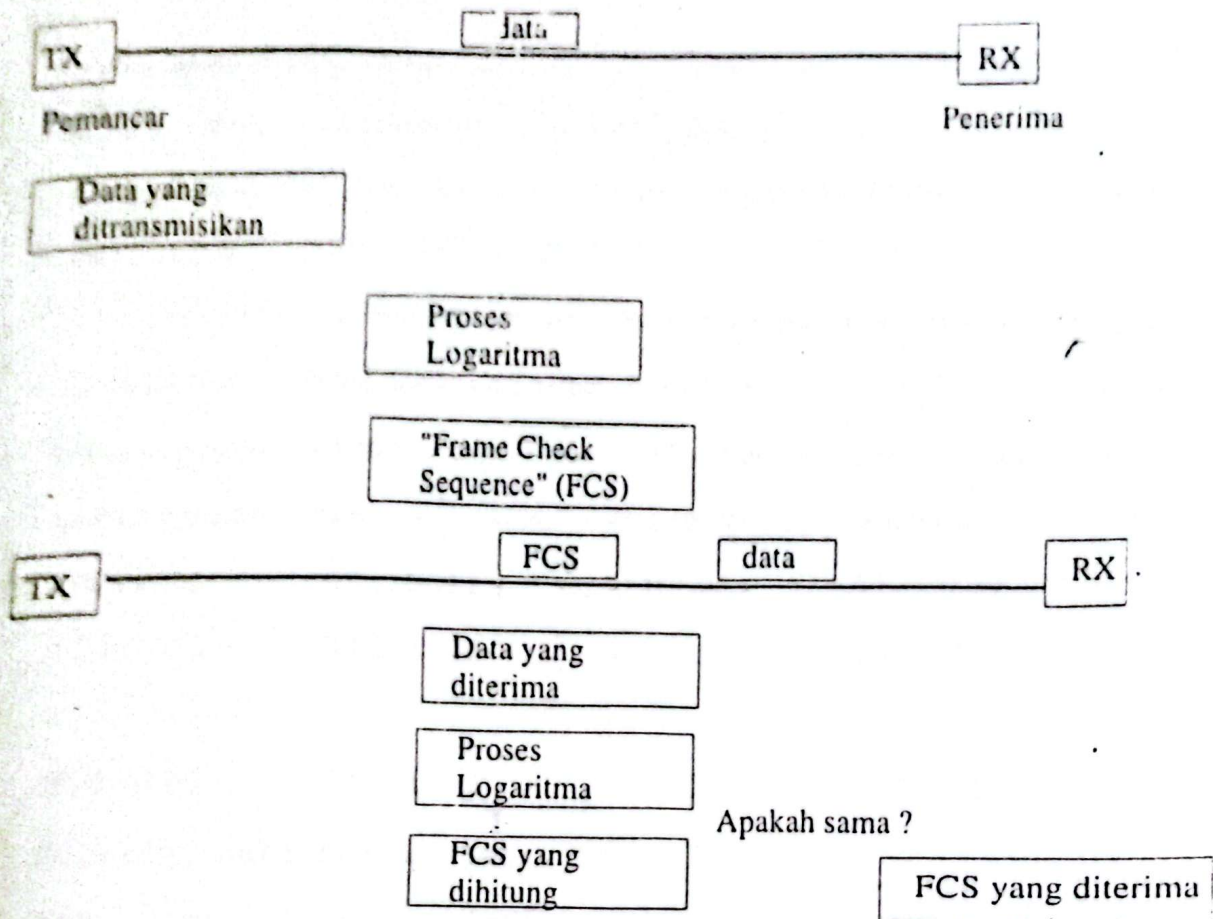
yang dapat mengurangi noise pada jaringan. Sebagai tambahan, Perumtel dapat menggunakan kemampuan/karakteristik dari jaringan tersebut dan dapat menambah komponen-komponen yang diperlukan untuk meningkatkan karakteristik dari jaringan. Proses ini disebut conditioning, proses ini meningkatkan kemampuan dari jaringan dan tentu saja akan menurunkan angka kesalahan.

3.2. Pendeteksian Kesalahan Pada Protokol X25/X75

Dalam sistem komunikasi data modern, pemakai sistem menghendaki deteksi dan koreksi dilakukan seotomatis mungkin dengan demikian memperkecil campur tangan operator dan memperbaiki kemampuan sistem.

Pada gambar berikut ini, diperlihatkan pendekatan secara umum tentang deteksi kesalahan yang merupakan dasar dari Cyclic Redudancy Check/Code yang dipakai pada SKDP, yang sesuai dengan rekomendasi CCITT. Disamping itu ada metode lain yang juga sering dipakai yaitu parity check dengan 2 koordinat tetapi tidak dibahas pada skripsi ini, karena tidak dipergunakan pada SKDP.

Seperti yang sudah disinggung sebelumnya bahwa kontrol kesalahan pada paket switching dalam hal ini protokol X25 dan X75 terletak pada FCS (Frame Check Sequence) di dalam format HDLC (High Level Data Link



Control). menurut rekomendasi CCITT, FCS hanya terdapat pada protokol X25 adalah sama dengan yang terdapat dalam X75.

FCS disini menggunakan kode polynomial (biasa juga dikenal dengan nama Cyclic Redudancy Code). Kode polynomial ini berdasarkan pada sederetan bit yang mewakili polynomial dengan koefisien 0 dan 1. Jika ada berita yang panjangnya k-bit, maka koefisien polynomial

nya mempunyai range dari X^{k-1} , kemudian koefisien X^{k-2} , X^{k-3} , dan seterusnya. Sebagai contoh : 110001 terdiri dari 6 bit dan mewakili enam term dari polynomial dengan koefisien 110001 : $X^5 + X^4 + X^0$.

Menurut aturan aljabar, polynomial dikerjakan dengan modulo 2. Pada penjumlahan tidak ada "carry" dan pada pengurangan tidak ada "borrow". Kedua penjumlahan dan pengurangan identik dengan exclusive-or, contoh :

10011011	00110011	11110000	01010101
11001010 +	11001101 +	10100110 -	10101111 -
-----	-----	-----	-----
01010001	11111110	01010110	11111010

Prosedur dari FCS adalah sebagai berikut :

Data yang terdiri dari k bit ditulis dalam bentuk, polynomial $G(x)$, k adalah jumlah bit yang ada pada frame yaitu bit address, bit kontrol dan bit informasi, jika ada. Generator Polynomial $P(x)$ yang digunakan yaitu :

$$P(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1.$$

FCS akan terdiri dari 16 bit dan merupakan komplement pertama dari jumlah :

1. Sisa pembagian $x^k (x^{15} + x^{14} + x^{13} + \dots + x^2 + x + 1)$ dengan generator polynomial $P(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$, dimana k adalah jumlah bit address, bit kontrol dan bit informasi.

2. Sisa pembagian $x^{16} G(x)$ dengan generator polynomial $P(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$.

Semua perhitungan tersebut dalam exclusive-or sehingga dapat ditulis sebagai berikut :

$$\begin{array}{r} x(x^{15} + x^{14} + x^{13} + \dots + x + 1) + x^{16} G(x) \\ \hline x^{16} + x^{12} + x^5 + 1 \\ = Q(x) + R(x)/P(x) \end{array}$$

Komplemen pertama dari $R(x)$ disebut FCS.

Pada pengirim, FCS ditambahkan pada berita (address, kontrol dan informasi) lalu dikirim ke penerima.

Pada penerima, bit-bit dari pengirim (berita + FCS) diproses lagi seperti pemrosesan FCS dengan anggapan berita + FCS sebagai berita yang baru, jadi jumlah dari :

1. Sisa pembagian $x^{k+16} (x^{15} + x^{14} + x^{13} + \dots + x + 1)$ dengan generator polynomial $P(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$
2. Sisa pembagian $x^{16} G(x) + \text{FCS}$ dengan generator polynomial $P(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$

atau dapat ditulis sebagai berikut :

$$\begin{array}{r} x^{k+16} (x^{15} + x^{14} + x^{13} + \dots + x + 1) + x^{16} G(x) + \text{FCS} \\ \hline x^{16} + x^{12} + x^5 + 1 \\ = Q(x) + R(x)/P(x) \end{array}$$

Jika berita yang dikirim diterima dengan benar maka pada $R(x)$ akan muncul : 0001110100001111 (koefisien dari x^0 sampai x^{15}), sesuai dengan rekomendasi CCITT mengenai FCS. Berikut ini diberikan contoh perhitungannya. Misalkan bit k yang dikirim adalah 1111, sehingga FCS nya dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{array}{r}
 x^{16} G(x) + x^4 (x^{15} + x^{14} + x^{13} + \dots + x + 1) \\
 \hline
 x^{16} + x^{12} + x^5 + 1 \\
 \\
 = 10000000000000000(1111) + 10000(1111111111111111) \\
 \hline
 10001000000100001 \\
 \\
 = 10000000000000000(1111) + 10000(1111111111111111) \\
 \hline
 10001000000100001 \\
 \\
 = 1111000000000000000 + 11111111111111110000 \\
 \hline
 10001000000100001 \\
 \\
 = 00001111111111110000 \\
 \hline
 10001000000100001
 \end{array}$$

Sisanya : 1111111111110000

FCS adalah komplement pertama dari sisa ini, jadi FCS -
0000000000001111

Pada transmiter yang dikirim adalah :

11110000000000001111

Pada receiver dilakukan proses seperti berikut ini :

$$\frac{x^{16} [G(x) + FCS] + x^{20} (x^{15} + x^{14} + x^{13} + \dots + x + 1)}{x^{16} + x^{12} + x^5 + 1}$$

$$= 10000000000000000000 (111100000000000001111) +$$

$$10000000000000000000(1111111111111111/10001000000100001$$

Setelah diadakan perhitungan, ternyata sisanya :
0001110100001111

Berarti berita yang diterima adalah benar, tidak ada perubahan selama transmisi. Bila hasil akhir perhitungan tersebut tidak sama dengan 0001110100001111 seperti yang sudah direkomendasikan oleh CCITT, berarti terjadi kesalahan selama transmisi.

3.3. Pengoreksian Kesalahan

Bila kesalahan sudah dideteksi, tentu saja harus dikoreksi atau paling tidak memperkecil akibat dari kesalahan itu. Ada 3 cara utama untuk mengatasi kesalahan selama transmisi :

- Penggantian simbol (Symbol substitution)
- Koreksi kesalahan secara awal (Forward error correction)
- Transmisi kembali (Retransmission)

3.3.1. Penggantian Simbol

Dalam banyak hal dimana data yang dimaksudkan untuk dibaca manusia/operator, dapat digunakan parity check. Jika sebuah kesalahan dideteksi, maka dapat kita gantikan kesalahan itu dengan karakter lain. Misalnya pada ASCII terdapat karakter, ¿, dan III. Bila karakter seperti ini muncul dalam data maka tentu akan menarik perhatian operator, sehingga ia akan dapat mengoreksinya hanya dengan sekilas saja.

3.3.2. Koreksi Kesalahan Secara Awal

Cara ini menggunakan kode-kode transmisi khusus yang berisi informasi yang mengandung pengulangan berita (redundancy) sehingga setiap kesalahan yang dideteksi bisa dikoreksi pada ujung penerima. Tetapi cara ini tidak banyak dipakai pada aplikasi komersial. Hal ini disebabkan karena biaya yang tinggi dibandingkan dengan kesalahan yang berkisar hanya 1% dari jumlah data.

Pada kondisi seperti ini, maka akan lebih efisien apabila penerima meminta pengiriman ulang dari blok data yang salah.

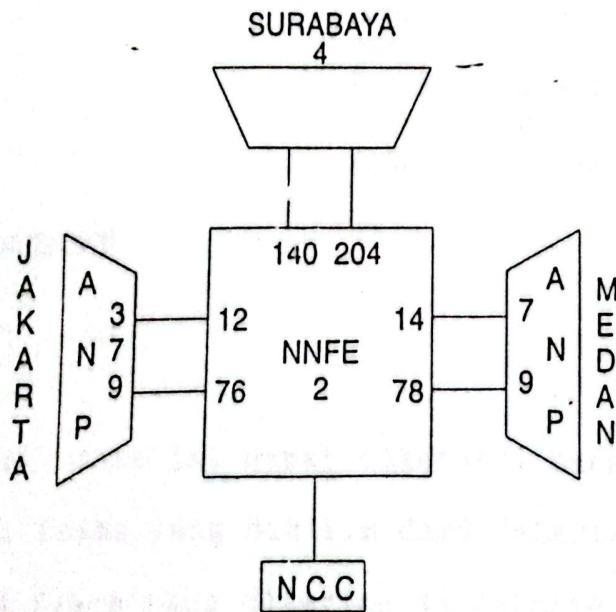
3.3.3. Transmisi Ulang

Cara transmisi ulang paling banyak digunakan sebagai cara mengoreksi kesalahan. Secara sederhana, bila penerima mendeteksi adanya kesalahan dari suatu blok data, penerima meminta pengirim/transmitter untuk mengirimkannya kembali, dengan harapan bahwa pada pengiriman yang berikutnya blok data tersebut tiba tanpa kesalahan.

Kelemahan dari cara transmisi ulang ini adalah efisiensi waktu, apabila jalur yang sedang dipakai ber "noise" banyak maka blok data agak lambat datangnya.

BAB IV
HASIL PENGAMATAN

Sekarang ini Perumtel sedang giat-giatnya mempromosikan SKDP dan untuk sementara ini baru 3 kota besar di Indonesia yang dapat mempergunakan fasilitas ini. Ketiga kota itu adalah Jakarta, Surabaya dan Medan. Setiap pelanggan dari tiap kota tersebut dapat saling berhubungan, juga tentunya ke luar negeri melalui satelit atau kabel laut. Sedangkan komunikasi antar kota tersebut menggunakan lintasan gelombang mikro. Berikut ini digambarkan tentang blok diagram hubungan antar kota sebagai berikut :



Gambar IV-1 Hubungan antar kota yang menggunakan SKDP

Pada gambar jelas terlihat bahwa Jakarta terhubung dengan kota Surabaya dan Medan dengan 2 jalur.

Pada 17 November 1987, dilakukan pengambilan beberapa contoh mengenai banyaknya frame yang salah pada pengiriman sejumlah frame. Dibawah ini akan diberikan sebuah contoh :

0.460 11:05 RPLS 2,204 +
460 11: DS ACPT

1.460 11: 65 05 002 - A LBRP - LINE STATISTICS
LINE: 0204 DAY: 322 TIME: 11:05:117

	TRANSMIT	RECEIVED	RETRANS
1:	001981	001321	000000
DATA	000077117	000043310	
ABORT:	000000		
F 05 ERR:		000027	
FRMR:	000000		
RR:	002920		
RNR:	000000		

460 11:D6 DONF

Dari data ini dapat diketahui bahwa pada saat itu ada 1981 frame yang dikirim dari Jakarta ke Surabaya dan ada 1325 frame yang diterima di Jakarta yang berasal dari Surabaya. Juga diketahui ada 27 frame yang salah. Jadi Prosentasi kesalahan pada saat itu = $27/1325 = 2 \%$

Selanjutnya akan diberikan 2 buah tabel tentang banyaknya frame yang diterima dan banyaknya frame yang salah serta prosentasinya.

Pengirim		Jakarta	Surabaya	Medan
Penerima				
J a k a r t a	Data Frame yang salah	147	135	1745
	Persentasi	0	27	231
		0 %	2 %	13,2 %
S u r a b a y a	Data Frame yang salah	79		
	Persentasi	12		
		15,2		
M e d a n	Data Frame yang salah	209		
	Persentasi	1		
		0.48 %		

Pengirim / Penerima	Jakarta	Surabaya	Medan
J a k a r t a	2949	2358	1486
	0	215	135
	0 %	0.3 %	0.26%
S u r a b a y a	48	Jalur 1	
	0 0 %		
M e d a n	39	Jalur 1	
	1 2.56 %		
	115	Jalur 2	
	12 0.52 %		

Jalur 2 Jalur 1

Di bawah ini tabel yang sama tetapi hubungan antara jakarta dan luar negeri. (semua data ada pada lampiran)

Pengirim / Penerima	Amerika	Kanada	Singapura
J a k a r t a	3527	23156	20725
	1	175	5
	0.03 %	0.8 %	0.0006 %

Data
Frame
yang salah
persentas

Dari tabel-tabel tersebut diatas beserta perhitungan persentasinya, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Hubungan Jakarta-Surabaya atau sebaliknya lebih baik daripada hubungan Jakarta-Medan atau sebaliknya. Hal ini disebabkan hubungan gelombang mikro antara Jakarta-Surabaya lebih baik daripada hubungan gelombang mikro Jakarta-Medan. Salah satu sebab hubungan gelombang mikro Jakarta-Medan kurang baik adalah topologinya yaitu hubungan ini harus melalui laut.
2. Hubungan Jakarta-luar negeri lebih baik daripada hubungan Jakarta-kota lainnya di Indonesia. Hal ini terlihat jelas dari data bahwa frame-frame yang jumlahnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan frame-frame yang salah dari hubungan lokal. Hubungan Jakarta-luar negeri lebih baik karena transmisi data dilakukan melalui satelit dan kabel laut. Hubungan melalui satelit dan kabel laut ini memang sudah dirancang untuk komunikasi data, sedangkan hubungan gelombang mikro yang ada sebetulnya untuk hubungan suara atau data yang berkecepatan rendah. Sehingga hasilnya, bila dilihat dari banyaknya frame yang salah, tentu lebih baik walaupun jarak yang ditempuh lebih jauh.

3. Pengiriman data dengan jumlah yang sedikit akan menimbulkan jumlah frame yang salah sedikit juga. Hal ini disebabkan karena pada SKDP, data dari pelanggan yang berbeda diformat dalam paket-paket yang pendek kemudian dimultipleks dan ditransmisikan. Pada penerima, paket-paket tersebut disusun kembali dan dikembalikan dan dikirim kepada pelanggan yang bersangkutan. Sehingga apabila data yang dikirim jumlahnya besar maka kemungkinan kesalahannya juga besar.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Telkom, sebagai badan yang berwenang dalam mengelola SKD, sedang giat-giatnya mempromosikan SKDP. Hal ini disebabkan karena paket switching lebih menguntungkan dari pada switching lainnya seperti message switching dan circuit switching. Paket switching lebih menguntungkan karena sistem ini merupakan perpaduan keunggulan dari kedua switching tersebut.

Transmisi data pada "paket switching" mempergunakan paket yang mempunyai alamat, kontrol kesalahan dan kontrol informasi, juga kanal hanya ditempati pada saat dibutuhkan. "Paket Switching" mengalokasikan "circuit" kepada pemakai secara dinamik sehingga meningkatkan efisiensi pemakaian saluran. Selain itu, paket switching juga memberikan keuntungan lain yaitu lebih cepat, fleksibel, murah serta keandalan yang tinggi.

Jaringan SKDP sekarang ini baru mencakup 3 kota saja di Indonesia yaitu Jakarta, Surabaya dan Medan. Dari hasil pengamatan dan penghitungan ternyata hubungan Jakarta - Surabaya lebih baik mengingat sebagian dari hubungan Jakarta - Medan melewati laut yang mempengaruhi S/N dari hubungan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- (Davies '79) D. Davies : COMPUTER NETWORKS and THEIR PROTOCOLS John Wiley and Sons, 1979.
- (Housley '79) Trevor Housley: DATA COMMUNICATIONS and TELEPROCESSING SYSTEM, Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey 07632, 1979.
- (Indo '86) DASAR-DASAR EDX-P, P.T. INDOSAT
- (Nati '82) HANDBOOK of DATA COMMUNICATIONS, The National Computing Centre Limited, 1982
- (Andr '81) Andrew Tanenbaum : COMPUTER NETWORKS, Prentice Hall, 1981.
- (Bleazard '79) G.B. Bleazard : WHY PACKET SWITCHING
Manchester: The National Computing Centre Limited, 1979.
- (Roy '82) Roy. D. Rosner : DISTRIBUTED TELECOMMUNICATIONS NETWORK via satelites and packet switching, life time Learning Publication, California, 1982.