

# 15

# Modem

---

Kita sekarang telah mengetahui bahwa sinyal yang kita kirimkan melalui suatu saluran komunikasi dapat merambat ke tujuannya dengan berbagai jenis peralatan yang memungkinkan. Bila sinyal itu menghilang ke dalam plester dinding kita pada kawat teleponnya, kita tidak perlu memastikan bagaimana mulai merambatnya. Itu mungkin merambat sendirian pada jaringan kawat, atau mungkin berkumpul bersama-sama dengan ratusan sinyal lain pada kabel koaksial atau gelombang mikro. Sinyal tersebut mungkin berpacu setinggi 25.000 mil ke angkasa luar untuk dipancarkan kembali ke bumi oleh sebuah satelit.

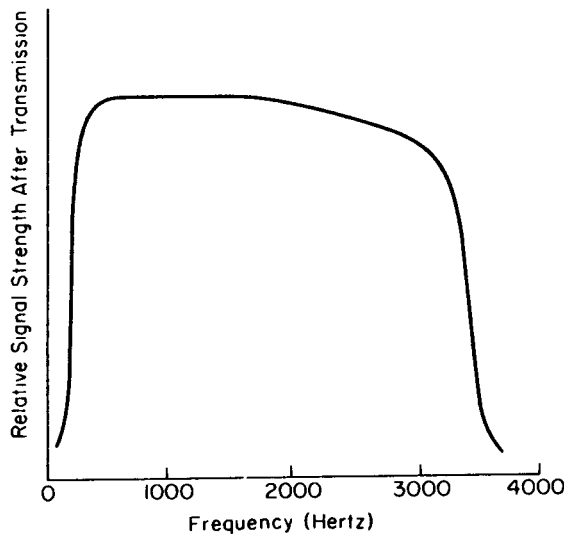
Meskipun demikian, apapun jalan yang telah ditempuh oleh sinyal itu, kurva penurunan terhadap frekuensi bagi trunk telepon adalah kira-kira seperti yang ada di Gambar 15.1 Channel-channel telepon direkayasa untuk spesifikasi ini tanpa mempedulikan apakah berupa channel satelit atau pasangan kawat terbuka yang bernyanyi di tiup angin di antara tiang-tiangnya. Oleh karena itu, ke dalam frekuensi inilah kita harus memasukkan sinyal kita. Fungsi utama modem adalah mengubah sinyal data biner menjadi seperangkat frekuensi yang terpasang ke dalam ruang transmisi pada Gambar 15.1.

## FULL-DUPLEX DAN HALF-DUPLEX

Melalui sebuah saluran yang ada peralatan terminal dapat direkayasa sedemikian rupa sehingga dapat bertransmisi secara dua arah pada satu waktu — yaitu transmisi full duplex — atau secara dua arah tetapi waktunya tidak sama — yaitu, transmisi half-duplex. Mungkin pula untuk melakukan transmisi simpleks, yang berlangsung hanya secara satu arah saja, tetapi ini jarang digunakan pada transmisi data karena tidak ada cara yang mudah untuk mengontrol aliran data atau pun meminta retransmisi setelah terjadi kesalahan atau kegagalan.

Bila menggunakan transmisi full-duplex, maka dapat dilakukan pengiriman data secara dua arah pada waktu yang sama atau pengiriman data secara satu arah dan mengontrol sinyalnya di lain arah. Sinyal kontrol akan mengarahkan aliran data dan dapat digunakan untuk mengontrol kesalahan. Data di ujung pentransmisi akan dilakukan sampai ujung penerima mengindikasikan bahwa sinyal itu sudah diterima dengan benar. Sinyal kontrol akan memastikan bahwa tidak satupun dari dua terminal bertransmisi pada satu saat berhubungan dengan banyak terminal dan akan menyusun urutan transmisinya.

Sebagaimana diungkapkan di depan, transmisi simultan dalam dua arah dapat dicapai pada jalur dua kawat dengan menggunakan dua band frekuensi yang ter-



**Gambar 15.1** Karakteristik transmisi jaringan trunk telepon. (*catatan:* Ini tidak menunjukkan pensinyalan (signaling) yang digunakan pada jaringan telepon sentral, dibahas pada Bab 25)

pisah. Sebuah digunakan untuk transmisi secara satu arah, dan yang lainnya digunakan untuk arah sebaliknya. Dengan tetap menjaga sinyal tetap terpisah frekuensinya secara ketat, sinyal itu tidak akan saling berinterferensi.

Dua band ini mungkin tidak sama bandwidthnya. Untuk mengirim data diperlukan kapasitas channel yang lebih besar daripada kapasitas yang diperlukan untuk mengirim sinyal pengembalian yang mengontrol aliran data. Oleh karena itu, bila data harus dikirimkan dalam satu arah saja, maka mayoritas bandwidth saluran dapat digunakan untuk data. Beberapa modem menyediakan channel data berkapasitas beberapa ribu bit per detik dan channel pengembalian sebesar 75 bps atau kurang dari itu. Keduanya channel itu dapat membalikkan arah transmisi mereka secara simultan.

Hampir semua modem full-duplex menyediakan channel data berkecepatan penuh di masing-masing arah.

## **FUNGSI MODEM**

Fungsi utama modem adalah bahwa ia harus:

1. Menangani penataan awal penyambungan (“salaman”).
2. Bertransmisi dan menerima transmisi.
3. Mengkonversi sinyal digital menjadi sesuatu bentuk yang sesuai untuk transmisi dan mengubahnya kembali setelah transmisi.
4. Mampu mengawali suatu panggilan dengan secara otomatis mengirim pulsa-pulsa pendialan atau yang sederajat dan menerima tanggapan pada pulsa tersebut.
5. Sedapat mungkin mampu menjawab secara otomatis terhadap sinyal yang datang dari sarana lain.
6. Sedapat mungkin melindungi fasilitas transmisi.
7. Sedapat mungkin mendeteksi setiap kesalahan data yang timbul dan melakukan tindakan untuk mengoreksinya.
8. Sedapat mungkin mendeteksi kegagalan transmisi atau kegagalan peralatan dan mendiagnosis dimana timbulnya, sehingga dapat diambil tindakan.

Hampir semua modem, serupa dengan yang ada di Gambar 10.6, menjalankan sebagian besar, bila tidak boleh dikatakan semua, fungsi yang baru saja disebutkan. Sebagian besar tergantung pada biaya dan kecepatan operasinya. Modem seder-

hana yang dirancang untuk beroperasi pada kecepatan 800 bps, sebagai contoh, yang dapat digunakan untuk menyambungkan pesawat komputer pribadi ke saluran telepon, harganya hanya sekitar \$50. Namun, modem semacam itu seringkali tidak menyediakan pendeteksian dan pengkoreksian kesalahan. Hampir pada semua modem PC terdapat software pengoperasian milik mereka, yang menyediakan fasilitas semacam "dialing" otomatis (autoatic dialing), jawaban otomatis (auto-answer), penataan panggilan secara cepat (fast call setup) terhadap nomor-nomor yang sering digunakan, dan kerjasama dengan sistem pengoperasian komputer untuk aplikasi semacam penyusunan directory file, memanipulasi file, dan menangkap pesan/data yang masuk ke file tertentu. Banyak modem PC yang saat ini tersedia dalam bentuk "printed circuit board/papan rangkaian tercetak (card)" yang ditancapkan ke punggung komputer. Dalam suatu aplikasi dimana sejumlah komputer terminal membutuhkan akses ke suatu modem, peralatan itu dapat ditempatkan di titik pusat di dalam rak. Dalam hal ini setiap modem akan disambungkan ke saluran telepon eksternal. Sarana yang mendapat akses ke modem akan melakukan hal yang sama melalui salah satu prosesor ujung tombak atau PBX. Karena sebagian besar pengguna mungkin hanya memerlukan akses ke modem selama beberapa saat per harinya, banyak sarana dapat berbagi sejumlah terbatas modem, perseis seperti di sebuah kantor dimana semua pengguna telepon berbagi saluran pertukaran luar yang jumlahnya terbatas.

## **STANDAR MODEM**

Sebagian besar standar modem internasional yang disetujui secara luas telah dikembangkan oleh CCITT dalam Rekomendasi Seri V (V-Series Recommendations). Kotak 15.1 mendaftar Rekomendasi Seri V CCITT yang sekarang berlaku. Di hampir semua negara, perusahaan peralatan modem mematuhi standar ini. Beberapa modem tidak sesuai dengan rekomendasi CCITT. Ini dirancang untuk mendukung aplikasi khusus yang tidak ada standar internasionalnya atau pun digunakan hanya di dalam negara tertentu/jaringan data milik operator.

## **MODEM 4800 BPS STANDAR**

Sebagai contoh mengenai standar modem, kita akan membahas rekomendasi CCITT V.27 [1] untuk modem 4800 bps. Ada tiga rekomendasi CCITT untuk modem yang beroperasi pada 4800 bps.:

**KOTAK 15.1. Rekomendasi CCITT Seri V.**

- V.1. Kesamaan antara simbol notasi yang dibagi dua dan kejelasan kondisi dari kode dua kondisi.
- V.2. Tingkat kekuatan untuk transmisi data melalui jalur telepon.
- V.3. Huruf Internasional No. 5
- V.4. Struktur umum dari signal dari huruf internasional no. 5 kode untuk transmisi data melalui jaringan telepon umum.
- V.5. Tingkat standar dari signal data untuk transmisi data yang sinkron dalam jaringan switching telepon yang umum.
- V.6. Tingkat standar dari signal data untuk transmisi data yang sinkron pada tipe sirkuit telepon yang disewakan.
- V.7. Definisi tentang istilah yang menyangkut tentang komunikasi data melalui jaringan telepon.
- V.10. Karakteristik elektrik untuk sirkuit switching ganda terbaru yang tidak seimbang untuk kegunaan umum dengan peralatan sirkuit yang disatukan dalam bidang data komunikasi.
- V.11. Karakteristik elektrik untuk sirkuit switching ganda terbaru yang seimbang untuk kegunaan umum dengan peralatan sirkuit yang disatukan dalam bidang data komunikasi.
- V.15. Kegunaan penyambung akustik untuk transmisi data.
- V.16. Modem medis analog transmisi data
- V.19. Modem untuk transmisi data paralel menggunakan frekwensi signal telepon.
- V.20. Modem paralel transmisi data yang dibuat standar untuk kegunaan umum dalam jaringan switching telepon umum.
- V.21. 300 bit per detik modem ganda dibuat standar untuk digunakan dalam jaringan switching telepon umum.
- V.22 bis 2400 kbps modem ganda menggunakan divisi frekwensi teknik yang dibuat standar untuk digunakan pada jaringan switching telepon umum dan pada tipe sirkuit telepon dari titik ke titik 2 kabel yang disewakan.
- V.23. Modem 600/1200-baud dibuat standar untuk digunakan dalam jaringan switching telepon umum.
- V.24. Daftar definisi untuk sirkuit switching antara peralatan terminal data dan peralatan sirkuit-terminal data.

**KOTAK 15.1. (lanjutan)**

- V.25. Panggilan otomatis dan/atau penjawab pada jaringan switching telepon yang umum termasuk melumpuhkan echo supresor pada panggilan yang dibuat secara manual.
- V.25 bis Panggilan otomatis dan/atau peralatan penjawab dari GSTN menggunakan sirkuit switching 100 seri.
- V.26 Modem 2400 kbps per detik dibuat standar untuk digunakan bagi sirkuit telepon 4 kawat yang disewakan.
- V.26 ter Modem ganda 2400 kbps menggunakan teknik pembatalan echo dibuat standar untuk kegunaan pada jaringan switching telepon yang umum dan tipe sirkuit telepon 2 kawat dari titik ke titik yang disewakan.
- V.26 bis Modem 2400/1200 kbps dibuat standar untuk penggunaan dalam jaringan switching telepon yang umum.
- V.27 Modem 2800 kbps dengan penyamaan manual dibuat standar untuk penggunaan pada tipe sirkuit telepon yang disewakan.
- V.27 bis Modem 4800 kbps dengan penyamaan otomatis dibuat standar untuk penggunaan pada tipe sirkuit telepon yang disewakan.
- V.27 ter Modem 4800/2400 kbps dibuat standar untuk digunakan dalam jaringan pertukaran telepon yang umum.
- V.28 Karakteristik elektrik untuk sirkuit switching ganda terbaru yang tidak seimbang.
- V.29 Modem 9600 kbps dibuat standar untuk penggunaan pada tipe sirkuit telepon dari titik ke titik 4 kawat yang disewakan.
- V.31 Karakteristik elektrik untuk sirkuit switching tunggal terbaru yang dikontrol dengan kontak penutup.
- V.31 bis Karakteristik elektrik untuk sirkuit switching tunggal terbaru menggunakan beberapa pasangan opto.
- V.32 Kelompok dua kawat, modem ganda beroperasi pada tingkat signal data sampai 9600 kbps untuk digunakan pada jaringan switching telepon yang umum dan tipe sirkuit telepon yang disewakan.
- V.35 Transmisi data pada 48 kbps menggunakan 60 sampai 108 kHz sirkuit kelompok band.
- V.36 Modem untuk transmisi data yang sinkron menggunakan 60-108 kHz sirkuit kelompok band.

**KOTAK 15.1.** *(lanjutan)*

- |       |  |
|-------|--|
| V.37  | Transmisi data yang sinkron pada tingkat signal data lebih tinggi dari 72 kbps menggunakan 60-108 kHz sirkuit kelompok band. Penunjukkan kesalahan dengan peralatan elektro mekanis. |
| V.40  | Sistem kode kontrol kesalahan yang tidak tergantung.   |
| V.41  | Batas standar untuk kualitas transmisi dari transmisi data.  |
| V.50  | Organisasi dari pemeliharaan tipe sirkuit telepon internasional menggunakan transmisi data.  |
| V.51  | Karakteristik dari perubahan bentuk dan tingkat pengukuran kesalahan perkakas untuk transmisi data.  |
| V.52  | Batas untuk pemeliharaan dari tipe sirkuit telepon yang digunakan untuk transmisi data.  |
| V.53  | Peralatan rangkaian tes untuk modem.   |
| V.54  | Spesifikasi instrumen pengukuran untuk suara yang mengikuti kata hati untuk tipe sirkuit telepon.  |
| V.55  | Tes perbandingan modem untuk kegunaan melalui tipe sirkuit telepon.  |
| V.56  | Rangkaian tes data komprehensif untuk tingkat signal data yang tinggi.   |
| V.57  | Hubungan timbal balik antara PDNs dan PSTN.  |
| V.100 | Pendukung DTEs dengan seri V tipe interfaces oleh ISDN (lihat  |
| V.110 | juga 1.463)  |

- V.27 modem 4800-bps untuk pengoperasian melalui saluran telepon sewaan.
- V.27 bis modem 4800/2400-bps untuk pengoperasian melalui saluran telepon sewaan.
- V.27 ter modem 4800/2400-bps untuk pengoperasian melalui saluran telepon sentral biasa.

Modem V.27 biasa mampu beroperasi dengan cara full-duplex atau half-duplex, yang berarti bahwa channel mundur sampai dengan 75 bps dapat bertrans-

misi secara simultan dengan transmisi maju sebesar 4800 bps dan kedua buah arah dapat dibolak-balik.

Sinyal sebesar 4800 memodulasi pembawa tunggal 1800 sebesar  $\pm 1$  Hz. Diasumsikan bahwa ada rambatan frekuensi sampai dengan sebesar  $\pm 6$  Hz dalam transmisi; dengan demikian, penerima harus mampu menerima kesalahan  $\pm 7$  Hz pada frekuensi yang diterima.

Tingkat modulasi adalah 1600 baud (yakni, 1600 kondisi saluran terpisah per detik). Datanya dibagi menjadi kelompok tiga bit konsekutif (tribit). Setiap tribit ditransmisikan sebagai sebuah perubahan dalam kondisi saluran, sehingga menghasilkan 4800 bps. Dengan demikian, tingkat bit dan angka modulasi diusahakan konstan pada  $\pm 0.01$  prosen.

Setiap tribit dikode sebagai perubahan fase relatif pada fase tribit tepat sebelumnya. Pengkodean ini ditunjukkan pada Tabel 15.1. Modem penerima mendeteksi perubahan fase ini dan mengubahnya menjadi bit yang sesuai.

Pada jalur berkualitas buruk kadangkala sulit untuk mendeteksi perubahan fase dengan tepat sebagaimana yang diinginkan. Sewaktu periode transmisi yang bising, akan sangat berharga bila mengubah menjadi memodulasi *dibit* yang beda fasenya sebesar 90 prosen daripada *tribit* yang beda fasenya 45 prosen. Dibit yang menggunakan tingkat modulasi yang sama akan memberikan sinyal sebesar 3200 bps. Sayangnya, tidak satu pun di antara ini maupun yang 1600 bps yang merupakan kecepatan yang direkomendasikan oleh CCITT; oleh karena itu, modem standar tidak mempunyai angka transmisi mundur, meskipun secara teknis adalah dikehendaki.

**Tabel 15.1** Pengkodean tribit.

Tribit	Perubahan Fase (%)
001	0
000	45
010	90
011	135
111	180
110	225
100	270
101	315



Aliran data 0 0 1 0 0 1 0 0 1 . . . tidak dapat menghasilkan perubahan fase, dan ini akan mengakibatkan hilangnya sinkronisasi antara modem pentransmisi dengan modem penerima. Pola bit repetitif lainnya yang tertentu mungkin juga menyebabkan masalah. Untuk menghindari transmisi pola bit repetitif, aliran bit diacak sebelum modulasi dan diatur kembali oleh modem penerima. Prosedur pengacakan ditentukan dalam rekomendasi CCITT.

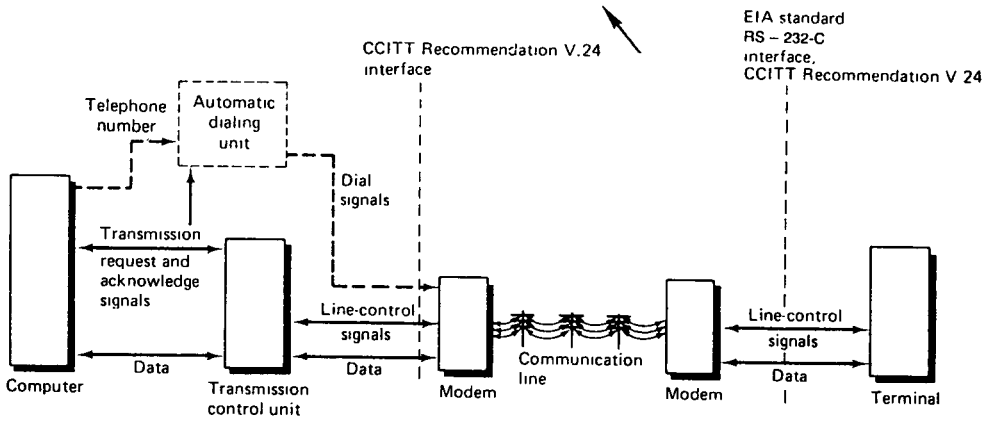
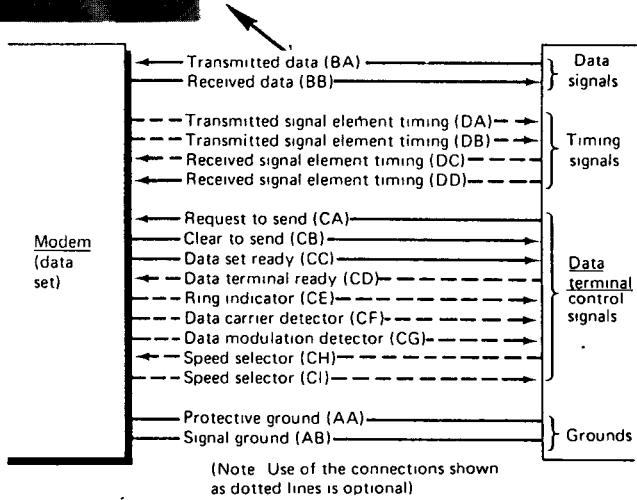
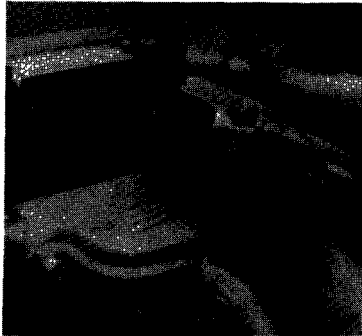
Channel balikan sebesar 75 bps adalah bentuk pilihan pada modem. Channel balikan disusun seperti channel telegraf frekuensi suara standar dengan modulasi angkatan frekuensi: 390 Hz mewakili bit 1 atau *tanda/mark*; 450 Hz mewakili bit 0 atau *spasi*. Manfaat channel balikan ini adalah untuk memungkinkan sinyal kontrol, terutama sinyal kontrol kesalahan, dikirimkan secara simultan dengan transmisi data di arah sebaliknya.

## **PENEKAN GEMA**

Gema timbul dari suatu titik di jalur telepon yang impedansinya berubah. Bila jalurnya cukup panjang sehingga gema si pencakap (*talker*) akan terdengar olehnya dalam tempo 45 milidetik (ms, milisekon) atau lebih setelah ia berbicara, maka gema itu harus dihilangkan. Lintasan penerima diturunkan sehingga si pencakap tidak dapat mendengar gema itu.

Sarana yang menekan gema juga menekan data, dan oleh karenanya ketika digunakan transmisi full-duplex, maka penekan gema harus tidak difungsikan. Modem si pengguna dapat melumpuhkan penekan gema dengan menrtasmisikan nada frekuensi-tunggal di band 2010-2240 Hz selama minimal 400 ms. Tidak boleh ada sinyal atau nada lain ditransmisikan saat operasi ini dilakukan. Penekan gema akan tetap lumpuh bila sinyal data (atau sinyal lain) ditransmisikan dalam waktu 100 ms setelah nada pelumpuh dihilangkan. Bila sinyal yang ditransmisikan berhenti selama 100 ms atau lebih, maka penekan gema akan hidup lagi.

Sementara penekan gema harus dilumpuhkan untuk transmisi full-duplex, maka seringkali perangkat ini tetap bekerja untuk transmisi half-duplex. Namun penekan ini memerlukan bermili-mili detik untuk membalik arah operasinya. Itulah sebabnya ketika suatu modem berhenti menerima, pesawat ini sebaiknya tidak segera bertransmisi tetapi sebaiknya menunggu selama kira-kira 100 menit kalau-kalau ada penekan gema pada jalur. Waktu *giliran jalur* ini sangat mengganggu beberapa tipe prosedur kontrol jalur, misalnya pada suatu jalur yang banyak terminalnya *dipoll (dikumpulkan)*.



**Gambar 15.2** Antarmuka antara modem dengan peralatan pemrosesan data adalah standar yang sangat dipatuhi.

**KOTAK 15.2 Rangkaian yang umumnya digunakan dalam antarmuka antara modem dengan terminal data.**

	Sirkuit CCITT Nos.
<b>1. Signal data.</b>	
(a) <i>Data yang ditransmisikan (ke modem)</i> . Data yang dihasilkan oleh terminal untuk transmisi.	103
(b) <i>Data yang diterima (ke terminal)</i> . Data yang diterima oleh modem untuk terminal.	104
<b>2. Waktu signal</b>	
(a) <i>Signal transmiter elemen waktu</i> . Dua hubungan didefinisikan. Satu mengirimkan signal elemen waktu informasi dari terminal transmisi ke modemnya. Yang lain mengirimkan waktu informasi dari modem transmisi ke terminalnya.	113, 114
(b) <i>Penerima signal elemen waktu</i> . Dua hubungan didefinisikan. Satu mengirimkan signal elemen waktu informasi dari terminal penerima ke modemnya. Yang lain mengirimkan waktu informasi dari modem penerima ke terminalnya. Hubungan waktu signal hanya sebagai pilihan. Modem untuk memulai-menghentikan transmisi tidak menggunakannya.	115, 128
<b>3. Signal kontrol</b>	
(a) <i>Permintaan untuk mengirimkan (ke modem)</i> . Signal pada hubungan ini dihasilkan oleh terminal transmisi ketika signal tersebut diharapkan untuk dapat ditransmisikan. Modem pengantar sinyal ditransmisikan selama kondisi ON dari hubungan ini. (Dengan separuh operasi ganda, kondisi OFF dari hubungan ini memegang modem dalam keadaan menerima data)	105
(b) <i>Siap untuk mengirimkan (ke terminal)</i> . Signal dalam hubungan ini dihasilkan oleh modem transmisi untuk menunjukkan bahwa modem tersebut siap untuk mentransmisi data. Ada tanggapan terhadap permintaan untuk mengirimkan signal dari peralatan transmisi. (Dengan operasi ganda sepenuhnya, modem tersebut berada dalam keadaan transmisi sepanjang waktu)	106

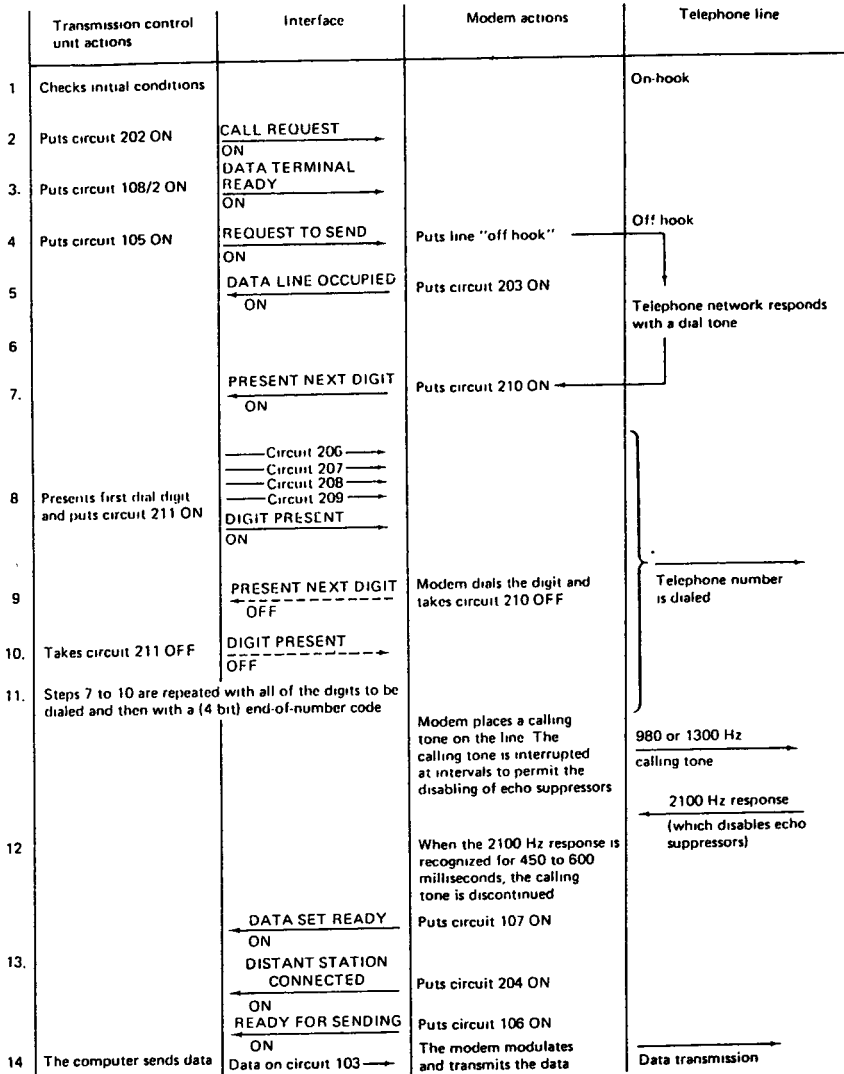
## KOTAK 15.2 (lanjutan)

	Sirkuit CCITT Nos.
(c) <i>Data telah siap (ke terminal)</i> . Signal pada hubungan ini dihasilkan oleh modem setempat untuk menunjukkan ke mesin transmisi kalau modem tersebut siap beroperasi. (Signal kontrol berikutnya hanya merupakan pilihan)	107
(d) <i>Terminal data siap (ke modem)</i> . Ketika terminal mengirimkan kondisi ON pada hubungan ini, itu menyebabkan modem terhubung ke saluran komunikasi. Kondisi OFF menyebabkannya menjadi terputus, dengan tujuan menyampaikan panggilan atau membebaskan saluran untuk pemakaian yang berbeda.	108
(e) <i>Bunyi indikator (ke terminal)</i> . Sebuah signal dalam hubungan menginformasikan terminal bahwa modem sedang menerima bunyi signal dari lokasi remote.	125
(f) <i>Detektor pengantar data (ke terminal)</i> . Sebuah signal dalam hubungan ini menunjukkan ke terminal bahwa pengantar (sinus gelombang yang mengantar signal) telah diterima. Jika pengantar hilang karena kondisi yang salah pada saluran, terminal akan diberitahu oleh kondisi OFF dalam hubungan ini.	109
(g) <i>Detektor modulasi data (ke terminal)</i> . Kondisi ON dalam hubungan ini menginformasikan ke terminal bahwa sinyal sedang di modulasi ulang secara tepat oleh modem. Ketika kualitas modulasi ulang jatuh di bawah ambang tertentu, terminal boleh melakukan tindakan perbaikan seperti meminta transmisi ulang atau meminta tingkat transmisi yang lebih rendah untuk digunakan.	110
(h) <i>Pemilih kecepatan</i> . Ada dua hubungan pemilih kecepatan, satu ke modem dan satu ke terminal. Dengan menggunakan mereka, tingkat transmisi dapat diubah.	111, 112
<b>4. Daerah/wilayah</b>	
(a) <i>Daerah perlindungan</i> . Dirangkaikan dengan kerangka mesin dan mungkin juga dengan wilayah luar.	101 102
(b) <i>Daerah signal</i> . Membangun wilayah umum yang merupakan referensi potensial bagi sirkuit.	

Tabel 15.2. Daftar lengkap rangkaian dalam antarmuka CCITT V.24 antara modem dengan mesin data

Circuit No	Function	
<b>Grounds</b>		
101	Protective ground or earth	
102	Signal ground or common return	
<b>Data</b>		
103	Transmitted data	→
104	Received data	←
118	Transmitted backward channel data	→
119	Received backward channel data	←
<b>Control</b>		
105	Request to send	→
106	Ready for sending	←
107	Data set ready	←
108/1	Connect data set to line	→
108/2	Data terminal ready	→
109	Data channel received line signal detector	←
110	Signal quality detector	←
111	Data signaling rate selector	→
112	Data signaling rate selector	←
116	Select standby	→
117	Standby indicator	←
120	Transmit backward channel line signal	→
121	Backward channel ready	←
122	Backward channel received line signal detector	←
123	Backward channel signal quality detector	←
124	Select frequency groups	→
125	Calling indicator	←
126	Select transmit frequency	→
127	Select receive frequency	→
129	Request to receive	→
130	Transmit backward tone	→
132	Return to nondata mode	→
133	Ready for receiving	←
134	Received data present	→
191	Transmitted voice answer	→
192	Received voice answer	←
<b>Timing</b>		
113	Transmitter signal element timing	→
114	Transmitter signal element timing	←
115	Receiver signal element timing	←
128	Receiver signal element timing	→
131	Received character timing	←
<b>Automatic calling</b>		
201	Signal ground or common return	
202	Call request	→
203	Data line occupied	←
204	Distant station connected	←
205	Abandon call	←
206	Digit signal (2 <sup>0</sup> )	→
207	Digit signal (2 <sup>1</sup> )	→
208	Digit signal (2 <sup>2</sup> )	→
209	Digit signal (2 <sup>3</sup> )	→
210	Present next digit	←
211	Digit present	→
212	Protective ground or earth	←
213	Power indication	←

Key From the terminal →  
To the terminal ←



**Gambar 15.3.** Urutan peristiwa ketika unit kontrol transmisi memulai dialing otomatis suatu panggilan pada jaringan telepon dan mentransmisikan data setelah terjadi hubungan. Ilustrasi ini memperlihatkan penggunaan rangkaian antarmuka dengan frekuensi yang sesuai dengan Rekomendasi CCITT V.24. Bila panggilan itu tidak sampai selesai dengan baik, yakni, nada 2100 Hz tidak diterima oleh beberapa detik setelah dialing (antara 10 sampai dengan 40 detik), modem menghidupkan rangkaian 205 (ABANDON CALL/PANGGILAN PENUNDAAN). Jumlah rangkaian ada di tabel 15.1.

## ANTARMUKA ANTARA MODEM DAN MESIN

Penstandaran antarmuka antara modem dengan berbagai mesin transmisi data adalah penting, sehingga sebuah modem dapat digantikan oleh modem lain dan terminal serta unit kontrol transmisi dapat diantartukarkan (saling dipertukarkan). Antarmuka standar antara modem dan mesin bisnis dispesifikasikan dalam *Rekomendasi CCITT V.24* dan dalam prakteknya sangat dipatuhi. Demikian pula halnya dengan *American Electronic Industry Association Standard RS-232-C (Standar Asosiasi Industri Elektronik Amerika)*. Ini dilukiskan pada Gambar 15.2 dan Kotak 15.2.

Terminal atau mesin pemroses data ditancapkan ke modem, biasanya dengan menggunakan steker 25-kaki. Rangkaian pada steker dispesifikasikan dalam standar yang diungkapkan di atas. Gambar 15.2 menunjukkan kelompok khusus rangkaian semacam ini. Rangkaian lain dapat digunakan bila perlu sesuai dengan kebijaksanaan perancang peralatan itu.

*Rekomendasi CCITT V.24* mendaftarkan lebih banyak rangkaian daripada yang dicantumkan pada Gambar 15.2. Beberapa diantaranya adalah untuk channel dalam arah kebalikan; yang lainnya adalah untuk dialing otomatis dan penataan panggilan. Tabel 15.2 memberikan daftar lengkap mengenai rangkaian dalam standar V.24.

*Rekomendasi CCITT V.25* memberikan standar untuk pemanggilan otomatis. Gambar 15.3 menunjukkan urutan peristiwa ketika suatu mesin pemrosesan data dan unit pemanggilan otomatis menata suatu panggilan dan mulai bertransmisi (dengan menggunakan standar CCITT).

Selain menggunakan antarmuka V.24 atau RS-232-C untuk menghubungkan sarana data semisal komputer pribadi dengan modem, antarmuka ini banyak digunakan pada komputer pribadi untuk menginterkoneksi peralatan semisal antara mouse dengan beberapa tipe printer. Antarmuka RS-232-C pada komputer pribadi juga sering disebut sebagai *serial port (pangkalan seri)*. Banyak komputer pribadi berisi lebih dari sebuah pangkalan seri — sebuah digunakan untuk menghubungkan modem dan yang lainnya untuk mouse. Pangkalan-pangkalan yang berbeda di dalam komputer diberi nama *Port Com 1* dan *Port Com 2*.

## TRANSMISI DATA PARALEL

Sebagian besar data ditransmisikan secara seri menurut karakter, menurut bit, dengan demikian istilah itu *berantarmuka secara seri* atau *berpangkal* di kompu-

ter pribadi. Namun di beberapa sistem, datanya dikirimkan satu karakter pada satu saat, dan komponen dari tiap karakter ditransmisikan secara paralel. Salah satu bentuk transmisi data paralel terlazim adalah antara komputer pribadi dengan printer. Mayoritas printer menerima data dengan cara ini, meskipun beberapa diantaranya menerima data dengan cara transmisi secara seri. Antarmuka paralel antara printer dengan komputer pribadi sering disebut dengan nama *Centronics interface* (*antarmuka Centronik*).

Mungkin bentuk tersederhana dari sarana komunikasi data paralel adalah adalah telepon nada-sentuh. Setiap tombol pada keypad (papan tombol), bila ditekan mentransmisikan sepasang frekuensi yang merambat dengan baik dalam bandwidth telepon pada Gambar 15.1. Dengan menggunakan fasilitas ini seorang pelanggan telepon dapat berinteraksi dengan komputer jarak jauh untuk mengakses suatu jenis informasi yang umumnya direlaykan kembali sebagai pesan suara. Aplikasi transmisi data paralel lainnya yang menggunakan frekuensi sentuhan dapat ditemukan pada sistem videotex. Dengan menggunakan pesawat televisi yang secara khusus diadaptasikan untuk dihubungkan ke saluran telepon dan keypad sebesar genggam tangan, si pelanggan dapat menghubungi (dial) komputer jarak jauh dan mengakses aneka ragam informasi. *Keypad*, selain memuat nomor 1 sampai dengan 9 juga memuat tombol lain, misalnya simbol \* dan #, yang mengirimkan kode khusus ke komputer jarak jauh. Dalam hal sistem videotex, urutan nomor yang ditekan yang diikuti dengan #, misalnya 3567#, memberitahu komputer bahwa sang pelanggan ingin mengakses informasi yang ada di halaman 3567 pada database. Frekuensi yang digunakan pada telepon sentuh ditunjukkan pada Gambar 15.4.

## TRANSMISI YANG LEBIH CEPAT

Modem yang telah kita bahas sampai saat ini beroperasi pada kecepatan maksimum 9600 bps. Ada sejumlah metode yang dapat digunakan untuk mentransmisikan data melalui jaringan analog dengan tingkat kecepatan lebih tinggi. Salah satu metode adalah penggunaan *split-stream modem* (*modem pemecah aliran*). Modem pemecah aliran ini bekerja dengan cara membuat dua lintasan transmisi terpisah, yang masing-masing beroperasi dengan kecepatan 9600 bps. Sebuah sarana yang disebut *lineplexer* (*penglapis jalur*) memecah aliran data melalui dua rangkaian tersebut dan menangani sinkronisasi data yang perlu. Tingkat kecepatan transmisi yang lebih tinggi di atas 48 kbps dapat dicapai



dengan menggunakan modem berband lebar. CCITT telah merumuskan tiga rekomendasi standar untuk modem berband lebar (wideband modem): V.35, V.36, dan V.37 [1]. Semua standar ini mengacu pada transmisi data melalui rangkaian sewaan dan beroperasi dalam wilayah frekuensi pembawa antara 60 - 108 kHz. Beragam kecepatan transmisi tersedia: 48, 56, 64 dan 72 kbps. Salah satu penggunaan pokok modem ini adalah menyediakan akses dari pengguna, yang dihubungkan pada saluran analog, ke rangkaian digital yang beroperasi pada kecepatan 64 kbps.

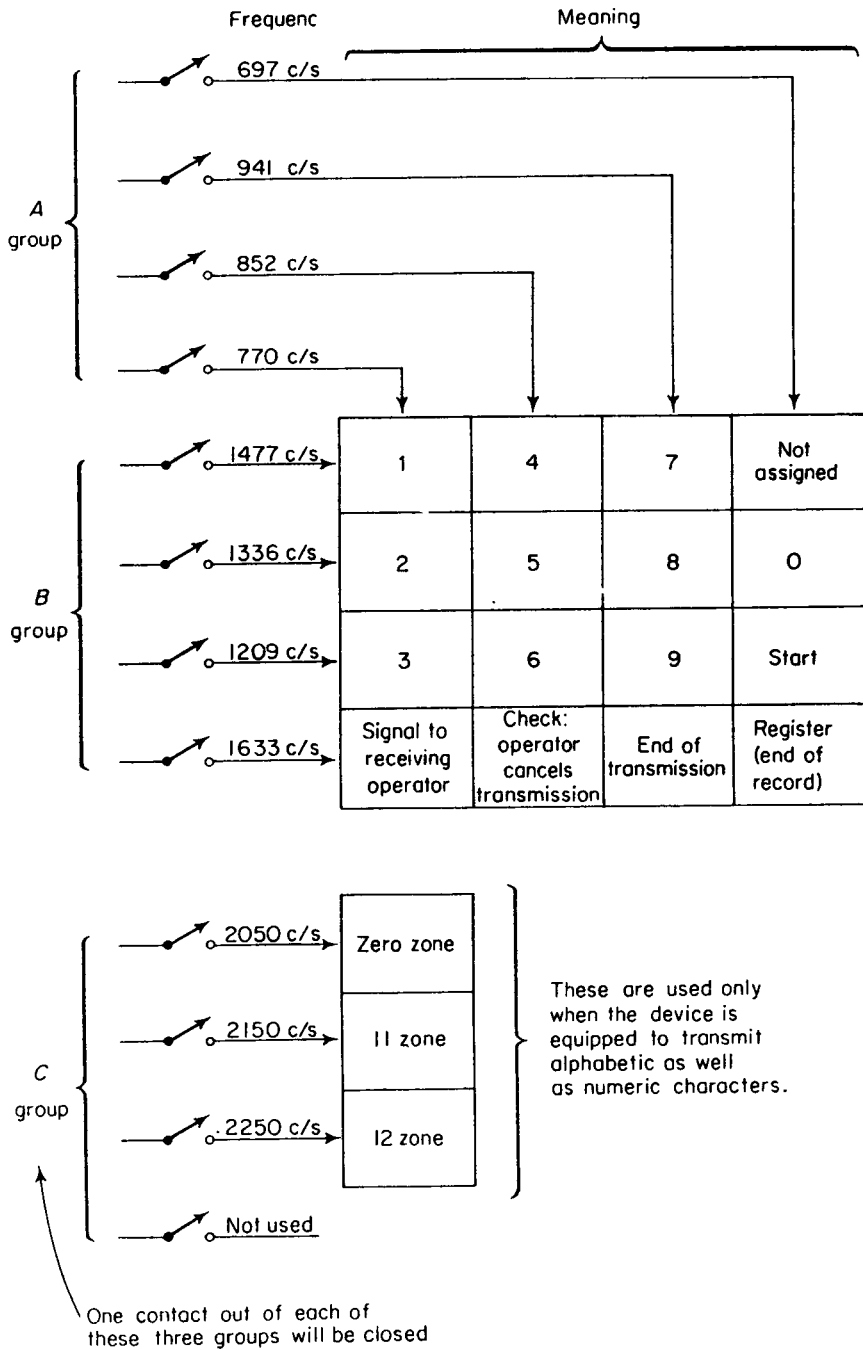
## **TRANSMISI ANALOG KE DIGITAL**

Meskipun hampir semua jaringan telekomunikasi dunia masih banyak yang menggunakan transmisi analog, situasi ini sedang berubah dengan cepat. Sebagian besar jaringan non pelanggan (porsi jaringan itu tidak termasuk loop lokal (local loop)) di Amerika Serikat, Eropa dan Jepang menggunakan sentral dan transmisi digital. Akibatnya, banyak perusahaan sekarang lebih suka menyewa rangkaian digital daripada rangkaian analog ke perusahaan telepon atau perusahaan lain. Bilamana suatu sarana semisal komputer pribadi disambungkan ke sebuah jaringan digital, maka ia tidak memerlukan modem, karena datanya dikeluarkan dalam bentuk digital di tempat pertama. Berbagai jenis antar muka diperlukan untuk menghubungkan komputer, printer, pesawat facsimile, dan sebagainya ke jaringan data, dan ini dibahas di bab-bab berikutnya.

Tingkat data yang jauh lebih tinggi pada jaringan digital tidaklah mustahil. Channel digital standar berkapasitas transmisi sebesar 64.000 bps. Meskipun ini mungkin terlihat sebagai peningkatan kapasitas yang sangat besar pada jaringan analog, seperti yang akan kita lihat pada bab-bab berikutnya, banyak aplikasi komunikasi data memerlukan tingkat transmisi yang jauh lebih cepat. Tingkat transmisi sebanyak jutaan bit per detik segera akan selazim tingkat transmisi 30 bps pada dekade 1960-an dan awal tahun 70-an.

## **TRANSMISI PARALEL CCITT**

Rekomendasi CCITT V.30 adalah untuk transmisi paralel melalui jaringan telepon umum. Jaringan telepon menggunakan skema "signaling" yang menggunakan frekuensi di dalam bandwidth telepon, dan frekuensi ini harus dihindari oleh sarana transmisi multifrekuensi. Frekuensi pada Gambar 15.4 sesuai

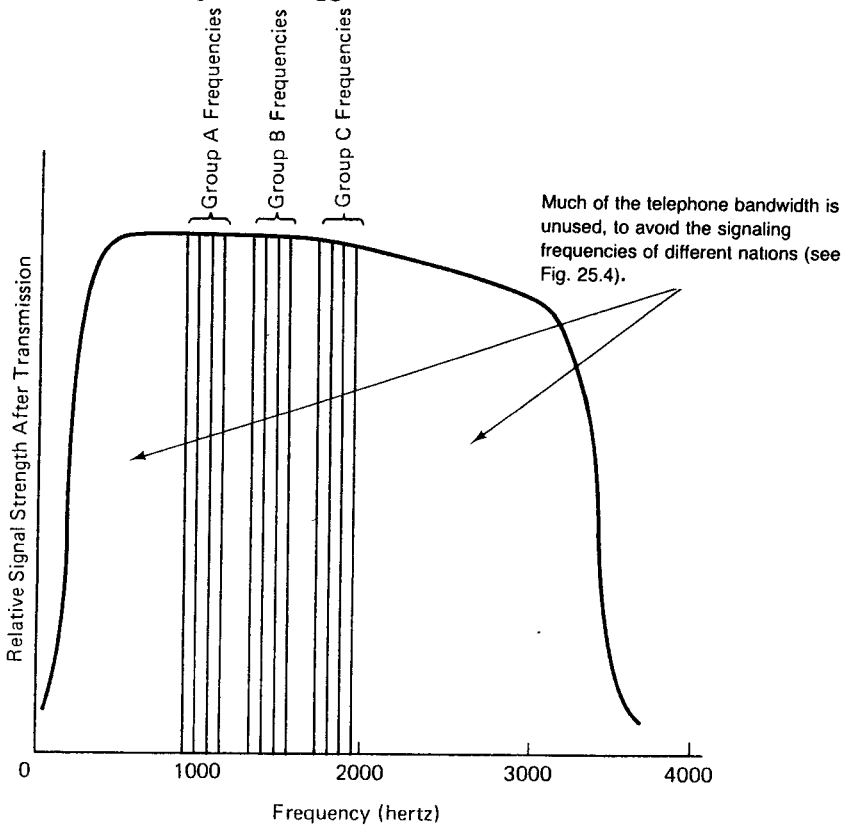


Gambar 15.4 Contoh pengkodean yang menggunakan 3 dari 12 transmisi multifrekuensi paralel.

untuk Amerika Utara tetapi, sayangnya, jaringan telepon di lain negara menggunakan frekuensi signaling yang berbeda pula. Rekomendasi CCITT menghindari semua frekuensi signaling nasional yang berbeda-beda ini dengan hasil bahwa nyaris sejumlah kelompok 12 frekuensi digunakan seperti yang terlihat pada Gambar 15.5. Frekuensi ini meniadakan penggunaan pesawat telepon tekan-tombol biasa. Dua belas frekuensi ini dikelompokkan sebagai berikut:

Grup A:	920 Hz	1000 Hz	1080 Hz	1160 Hz
Grup B:	1320 Hz	1400 Hz	1480 Hz	1560 Hz
Grup C:	1720 Hz	1800 Hz	1880 Hz	1960 Hz

Sistem berikut ini perlu menggunakan 12 frekuensi:



**Gambar 15.5** Keduabelas frekuensi yang direkomendasikan oleh CCITT untuk transmisi data paralel dari sarana berkecepatan rendah.

1. Pentransmisian 16 kombinasi karakter.
2. Pentransmisian 64 kombinasi karakter.
3. Pentransmisian 256 kombinasi karakter.

Untuk sistem 16 karakter, digunakan grup 1 dan 2; untuk 64 karakter, digunakan ketiga-tiga grup itu. Untuk sistem 256 karakter, setiap karakter dipecah menjadi dua yang masing-masing setengah karakter, dan digunakan dua grup frekuensi.

Channel mudur dapat digunakan dalam hubungannya dengan frekuensi yang terdahulu, pada tingkat 420 Hz. Ini dapat digunakan untuk sinyal yang dapat didengar atau pun sinyal digital yang dimodulasikan amplitudonya pada tingkat sampai dengan 5 baud. CCITT menyarankan agar kecepatan sampai dengan 40 karakter per detik digunakan pada sistem 16 karakter bila dua frekuensi diantaranya digunakan untuk channel pengaturan waktu biner tersendiri. Bila tidak ada channel pengatur waktu semacam itu, disarankan suatu kondisi istirahat antar karakter, dengan kecepatan sampai dengan 20 karakter per detik. Kecepatan sampai dengan 20 karakter per detik disarankan untuk digunakan pada sistem 64 dan 256 karakter.

## **PENGGANDAAN AKUSTIK**

Bilamana menggunakan nada yang dapat didengar, maka tidaklah perlu untuk mempunyai hubungan kawat langsung ke saluran komunikasi, seperti bila menggunakan mesin tersebut di atas. Cukuplah penggandaan akustik digunakan, yang sinyal di dalamnya diubah menjadi nada yang terpasang dengan baik pada bagian telinga telepon. Kemudian sinyalnya diubah kembali menjadi sinyal data. Penggandaan akustik ini agak kurang efisien dibandingkan dengan penggandaan langsung. Ini digunakan untuk bertransmisi antar pesawat yang relatif berkecepatan rendah seumpama terminal yang mirip mesin ketik.

Pada sarana penggandaan-akustik biasa, gagang telepon terletak pada tempat khusus. Keuntungan penggandaan akustik adalah bahwa terminalnya dapat dengan mudah dibuat portabel. Sebuah terminal kecil dapat dibuat untuk bertransmisi ke komputer dari boks telepon umum.

Meskipun tidak ada hubungan elektrik dengan saluran telepon, masih mungkin bagi pesawat yang secara akustik digandakan, untuk berinterferensi dengan signaling jaringan umum, seperti pada sarana yang secara langsung digandakan. Demikian pula, silang cakap (crosstalk) yang parah dapat disebabkan pada saluran yang

dimultiplekskan transmisi frekuensi terus menerus, seperti kalau menggunakan pola data repetitif. Dengan demikian yang dikehendaki adalah agar sarana pengandaan ini mengacak sinyal sebelum dikirimkan, meskipun saat ini tidak semua sarana melakukan hal itu. CCITT menyarankan agar pengganda akustik tidak digunakan untuk pemasangan permanen.

**BAGIAN III**

**TRANSMISI DIGITAL**

---

---