

JARINGAN TELEKOMUNIKASI

**OLEH :
RAHMAD FAUZI
SUHERMAN**

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
2006**

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	
Daftar Isi	i
Sistem Telepon	ii
	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Jenis Jenis Nada Telepon	1
a. Dialing Tone (Nada Pilih)	2
b. Dial (Rotary Dial, Push Button Dial)	2
c. Ringing Back Tone (Nada Panggil Balik)	3
d. Busy Tone (Nada Sibuk)	3
e. Reorder Tone (Nada Gangguan)	3
f. Ringing Tone (Nada dering)	3
g. Call Waiting (Nada Tunggu)	3
1.3 Perangkat Telepon	4
1.4 Subscriber Line Interface	6
Jaringan Akses Telepon	11
2.1 Pendahuluan	11
2.2 Jaringan Lokal Akses Kabel	11
2.2.1 Konfigurasi Jaringan Kabel Telepon	11
2.2.2 Besaran Jaringan Akses Kabel	13
A. Distribution Point (DP)	13
B. Rumah Kabel	14
C. Kabel Sekunder	15
D. Kabel Primer	16
E. Main Distribution Frame (MDF)	17
F. Penamaan dan Skema Jaringan Kabel	17
G. I KR/G	19
2.3 Jaringan Akses Lainnya	19
2.3.1 Digital Line Carrier atau Pair Gain	19
2.3.2 Digital Subscriber Line	20
2.3.3 Teknologi Wireless/Cordless	22
a. WLL	23
b. Point To Point Radio	25
2.3.4 Jaringan Akses Serat Optik	26
1. Teknologi PON	28
b. Teknologi HFC	29
Teknik Switching	31
3.1 Perkembangan Teknologi Switching	31

3.2	Jenis-Jenis Switch yang' Digunakan	32
3.2.1	Selektor	32
3.2.2	Crossbar Switch	32
3.2.3	Rele	34
3.3	Struktur Switching	35
3.3.1	Multiple Stage Switching	36
3.3.2	Sistem Switching 4 Kabel	38
3.3.3	Path Finding	39
3.3.4	Switch Matriks Control	39
3.4	Jenis-Jenis Sentral Telepon	40
3.4.1	Sentral Manual	40
3.4.2	Step By Step (Direct Control)	41
	Line Finder & Allotter Pada Sentral Step By Step	41
	Pre Selector Group Selector dan Final Selector	42
	Contoh Sentral Step By Step Sederhana	42
	Sentral Strowger	43
3.4.3	Common Control (Indirect Control)	44
	Sentral Crossbar	45
3.4.4	Stored Program Controlled (SPC)	46
3.5	Switching Digital	47
3.5.1	Sistem Transmisi PCM 24	49
3.5. 2	Sistem Transmisi PCM 30	50
3.5.3	Prinsip Sistem Switching Digital	50
3.5.5	Digital Switch	51
3.5.6	Sentral Digital ESS No.4	54
3.5.7	Digital Cross Connect (DCS)	56
	Hirarki DCS	58
3.6	PABX	60
	Jaringan Antar Sentral	63
4.1	Pendahuluan	61
4.2	Jaringan Sentral	63
4.2.1	Jenis Sentral	63
4.2.2	Bentuk Jaringan	64
4.2.3	Hirarki Sentral Telepon	67
4.2.4	Penomoran atau Numbering	67
4.2.5	Perutean atau Routing	69
	a. Fixed Hierarchical Routine (FHR)	69
	b. Dynamic Non-Hierarchical Routing (DNHR)	70
	c. Pengontrolan Routing	71
4.2.6	Pentarifan atau Charging	72
4.3	Sistem Transmisi Digital	74
4.3.1	Pembentukan Sinyal Baseband	74
	a. PCM	
	b. DPCM	75
		75
	c. ADPCM	76
	d. D M	76

e. APC	77
f. Subband Coding	78
g. Voice Coder (Vocoder)	79
Channel Vocoder	79
Formant Vocoder	79
Linier Predictive Coding	79
4.2.2 Transinisi Digital Baseband dan Carrier	80
4.2.3 Noise dan Error Control	82
4.2.4 Sistem Transmisi Sinkron dan Asinkron	85
4.2.5 Teknologi Transmisi	86
a. Sistem Transmisi Radio	86
b. Sistem Transmisi Satelit	86
c. Sistem Transmisi Serat Optik	86
4.3 Analisa Trafik	87
4.3.1 Dasar Trafik	87
4.3.2 Network Performance	90
ASR (Answer Seizure Ratio)	90
SCH (Seiaure per Circuit per Hour)	90
MHTS (Mean Holding Time per Seizure)	90
GOS (Grade Of Service)	90
SCR (Successful Call Ratio)	91
4.3.3 NNGOS	91
Signaling	93
5.1 Pendahuluan	93
5.2 Signaling Telepon Analog	93
5.3 Struktur Signaling	95
5.3.1 Pengertian	95
5.3.2 Arah Sinal	96
5.3.3 Pembawa Signaling	96
5.3.4 Tipe Sinal	96
5.3.5 Syarat Signaling	96
5.3.6 Klasifikasi Signaling	97
5.3.7 Subscriber Signaling	98
5.3.8 Exchange to Exchange Signaling	98
5.4 Uraian Signaling	99
5.4.1 Channel Associated Signaling	99
5.4.2 Common Channel Signaling	9696
5.4.2 Common Channel Signaling	99
5.5 Sistem Pensinyalan Kanal Bersama No. 7 (CCS7)	102
5.5.1 Umum	102

5.5.2 Perkembangan Teknologi Pensinyalan	102
5.5.3 Perbedaan CCS dan CAS	103
1. Common Channel Signaling	103
2. Channel Associate Signaling	103
5.5.4 Arsitektur Sistem Pensinyalan CCS7	103
Local Area Network (LAN)	112
6.1 Jaringan Komputer	112
6.2 Tipe Jaringan Komputer	112
6.2.1 Local Area Network (LAN)	113
6.2.2 Metropolitan Area Network (MAN)	113
6.2.3 Wide Area Network (WAN)	113
6.3 Topologi Jaringan Komputer	114
6.3.1 Topologi Bus	114
6.3.2 Topologi Bintang (Star)	115
6.3.3 Topologi Cincin (Ring)	115
6.3.4 Analisa Pemilihan Topologi	116
6.4 Local Area Network (LAN)	117
6.4.1 Definisi LAN	117
6.4.2 Perangkat LAN	119
6.4.3 Media Transmisi	123
6.4.4 Protokol	126
Standarisasi Protokol	126
OSI dan TCP/IP	126
Open System Interconnection (OSI)	127
Transmission Control Protocol	128
Pengantar ISDN	131
7.1 Evolusi Jaringan Telekomunikasi	131
7.1.1 Digitalisasi Jaringan	131
7.1.2 Inteligensi Jaringan	132
7.1.3 Integrasi Layanan	133
7.2 Konsep Dasar ISDN	135
7.2.1 Definisi ISDN	135
7.2.2 Latar Belakang Munculnya ISDN	136
7.2.3 Aspek ISDN	137
7.2.4 Standar Rekomendasi	138
Rekomendasi Seri I	139
7.3 Arsitektur Jaringan Akses ISDN	139
7.3.1 Tujuan Utama Standarisasi UNI	139
7.3.2 Kemungkinan Akses	140
7.3.3 Karakteristik Akses	141
7.3.4 Arsitektur Jaringan Akses	142
User Network Interface	142
Contoh Implementasi	144
7.4 Struktur Kanal	145
1. Kanal B	145
2. Kanal D	145
3. Kanal H	146
7.5 Tipe Akses	147
7.5.1 Basic Access	147

7.5.2 Primary Access	148
7.6 Arsitektur Jaringan ISDN	149
7.7 Interworking	151
Pengantar Intelligent Network	155
8.1 Pendahuluan	155
8.2 Konsep dan Definisi IN	156
8.3 Arsitektur dan Standar IN	160
8.3.1 Arsitektur Fungsional IN	160
8.3.2 Arsitektur Fisik IN	163
8.3.3 Standar-Standar IN	165
8.4 Layana-layanan IN	166
8.4.1 Basis Layanan	166
8.4.2 Kreasi layanan	166
8.4.3 Layana-layanan IN Komersil	167
Jaringan Telekomunikasi Masa Depan (NGN)	169
9.1 Jaringan Telekomunikasi Masa Depan (NGN)	169
9.2 Apakah Softswitch itu?	170
9.3 Arsitektur Layer Softswitch	172
Elemen Jaringan Softswitch	173
9.4 Fungsi Softswitch	174
Media Gateway	175
Server Aplikasi	176
Signaling Gateway	177
Migrasi PSTN ke Jaringan Data	177

Daftar Pustaka
Lampiran (Tabel Erlang C)

BAB 1

SISTEM TELEPON

1.1 Pendahuluan

Telepon secara konvensional adalah untuk komunikasi suara, namun demikian telah banyak telepon yang difungsikan untuk komunikasi data. Pembahasan berikut ini akan ditekankan pada penggunaan telepon sebagai komunikasi suara.

Pada dasarnya pesawat telepon terdiri dari alat pengirim suara (mikropon) dan alat penerima suara (speaker). Pesawat ini dihubungkan dengan sentral telepon menggunakan sepasang kabel tembaga yang dikenal sebagai saluran 2 kawat.

Untuk mengaktifkannya, pesawat telepon dicatu tegangan oleh sentral telepon. Tegangan telepon dicatu dari sentral sebesar 48V. Tegangan ini dipilih agar cukup untuk mencatu pesawat telepon sampai beberapa kilometer, sehingga rugi-rugi tegangan pada saluran 2 kawat tidak mempengaruhi kerja pesawat telepon. Selain itu tegangan ini cukup aman bagi manusia (tegangan di bawah 50V tergolong aman). Tegangan 48V juga mudah dihasilkan dari baterai (4x12V) yang digunakan sebagai catu daya back up di sentral.

Di beberapa tempat tegangan yang digunakan bervariasi dalam range 36V sampai 60V. Sedangkan pada perangkat PABX ada yang menggunakan tegangan 24 Volt. Dari sentral telepon, tegangan melalui berkisar 2000 sampai 4000 ohm (tidak termasuk tahanan pesawat telepon). Tahanan minimal pesawat telepon pada kondisi on hook (tidak aktif) adalah 30.000 Ohm, sedangkan pada kondisi off hook (aktif) minimal 200 Ohm. Sedangkan arus yang mengalir pada saat off hook berkisar 20-50 mA.

Sinyal suara dari pesawat telepon dibatasi antara frekuensi 400 Hz sampai 3400 Hz. Pembatasan frekuensi rendah disebabkan adanya penggunaan komponen transformator dan kapasitor dalam rangkaian, juga menghindari harmonisa frekuensi tegangan listrik 60 Hz. Sedangkan pembatasan frekuensi tingginya atas pertimbangan pada sisi transmisinya.

1.2 Jenis-Jenis Nada Telepon

Agar pesawat telepon dan sentral dapat berhubungan, diperlukan pensinyalan (signalling). Pensinyalan antara sentral dengan pesawat telepon meliputi dialling tone, dial, ringing back tone, busy tone, reorder tone, ringing tone dan call waiting.

a. Dialing Tone (Nada Pilih)

Dialing Tone adalah nada yang dikirimkan oleh sentral ke pesawat telepon sebagai tanda jaringan tersedia dan siap untuk digunakan. Nada ini dikirimkan pada saat pemakai telepon mengangkat handset telepon (telepon tidak dalam keadaan berdering). Nada ini adalah nada kontinyu dengan frekuensi 350 Hz dan 440 Hz atau 600 Hz dan 120 Hz, dengan besar -13 dBmO.

b. Dial (Rotary Dial, Push Button Dial)

Ketika pemakai telepon menekan nomor tertentu, pesawat telepon tersebut mengirimkan nomor dial ke sentral. Nomor dial yang dikirimkan oleh pesawat telepon dapat berbentuk pulsa-pulsa (Rotary Dial System) maupun pasangan nada berfrekuensi tertentu (Push Button Dial).

Pada Rotary Dial System, nomor-nomor pada pesawat telepon berupa piringan berputar atau rangkaian logik yang menghasilkan pulsa-pulsa. Lebar setiap pulsa adalah 10 millidetik.

Pada Push Button System, nomor-nomor pada pesawat berupa switch lembut yang mudah ditekan. Pesawat akan menghasilkan sinyal sinyal dengan dua frekuensi yang berbeda. Sistem ini disebut juga Two Tone Dialling atau Dual Tone Multi Frequency (DTMF). Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.1. Alokasi frekuensinya ditetapkan oleh CCITT berdasarkan rekomendasi No.Q 23.

697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D
	1209	1336	1477	1633
	(Hertz)			

Gambar 1.1 Push Button Dial (DTMF)

Dari gambar di atas, setiap nomor terdiri dari 2 pasang frekuensi (low band dan high band), contohnya jika menekan angka 1 akan menghasilkan nada 697 Hz dan 1209Hz.

c. Ringing Back Tone (Nada Panggil Balik)

Nada ini dikirimkan oleh sentral ke pesawat telepon pemanggil, jika nomor pelanggan yang dipanggil telah berdering. Nada akan berhenti jika pelanggan mengangkat pesawat teleponnya. Nada ini berfrekuensi 440 dan 480 Hz sebesar -19 dBmO, dengan kondisi 2 detik hidup (ON) dan 4 detik mati (OFF).

d. Busy Tone (Nada Sibuk)

Busy Tone akan dikirimkan sentral ke pesawat telepon pemanggil jika saluran yang tersedia sibuk ataupun pesawat pelanggan yang dituju sedang sibuk. Nada akan berhenti jika pesawat telepon pemanggil diletakkan kembali. Frekuensi yang digunakan 480 Hz dan 620 Hz dengan besar -24 dBmO. Nada terputus putus pada selang waktu 0,5 detik.

e. Reorder Tone (Nada Gangguan)

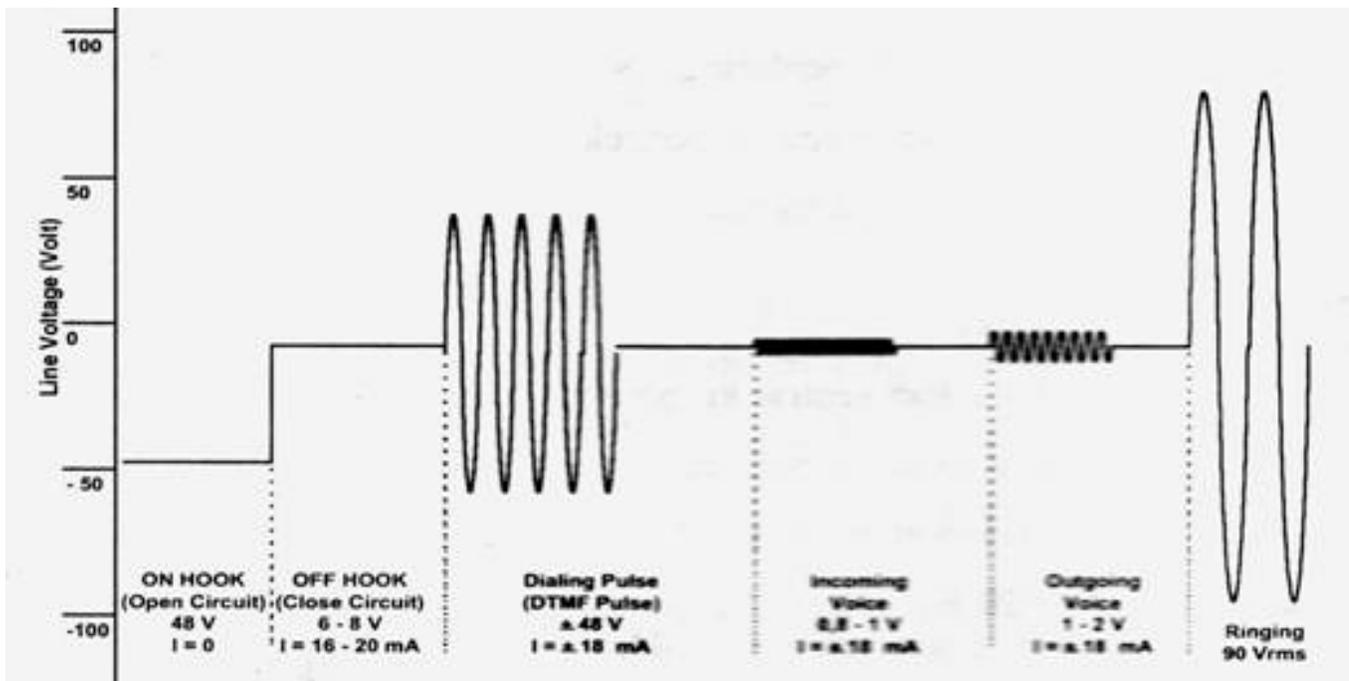
Nada ini akan dikirimkan sentral telepon ke pesawat telepon pelanggan jika terjadi gangguan, seperti putus, hubungan singkat dan sebagainya. Nada gangguan berupa nada kontinyu yang berfrekuensi 480 dan 620 Hz dengan selang interupsi 0,5 detik.

f. Ringing Tone (Nada dering)

Ringing tone dikirimkan sentral ke pesawat telepon pelanggan yang dipanggil. Sinyal ini mengaktifkan bel pada pesawat telepon. Sinyal berfrekuensi antara 20 sampai 40 Hz dengan tegangan antara 40V sampai 150V.

g. Call Waiting (Nada Tunggu)

Call waiting menandakan adanya interupsi atau panggilan lain saat telepon sedang off hook. Nada ini berfrekuensi 440 Hz sebesar -13 dBmO, dengan durasi 0,3 detik dan berselang setiap 10 detik. Berikut ini gambar perbandingan level sinyal pada sistem telepon.



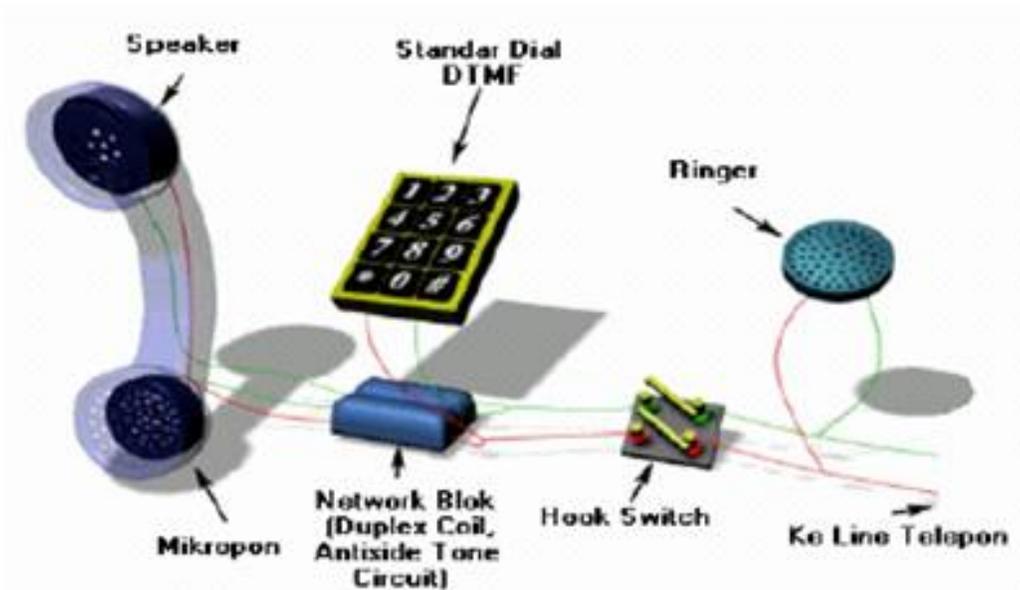
Gambar 1.2 Level Sinyal Telepon

1.3 Perangkat Telepon

Pada dasarnya pesawat telepon standar memiliki bagian-bagian antara lain:

- Network block, terdiri dari rangkaian yang memisahkan antara input dari mikropon dan output ke speaker serta rangkaian antiside tone.
- Standar dial, yaitu papan dial yang digunakan untuk memilih alamat tujuan yang akan dihubungi. Papan dial ini terdiri dari jenis push button maupun rotary dial.
- Ringer, terdiri atas rangkaian bel yang akan berbunyi saat telepon dihubungi.
- Handset, yaitu tempat meletakkan komponen mikropon dan speaker.
- Hook switch, switch yang berfungsi untuk mengaktifkan telepon. Hook switch berhubungan dengan peletakan handset.

Kelima bagian pesawat telpon di atas ditunjukkan pada Gambar 1.3.

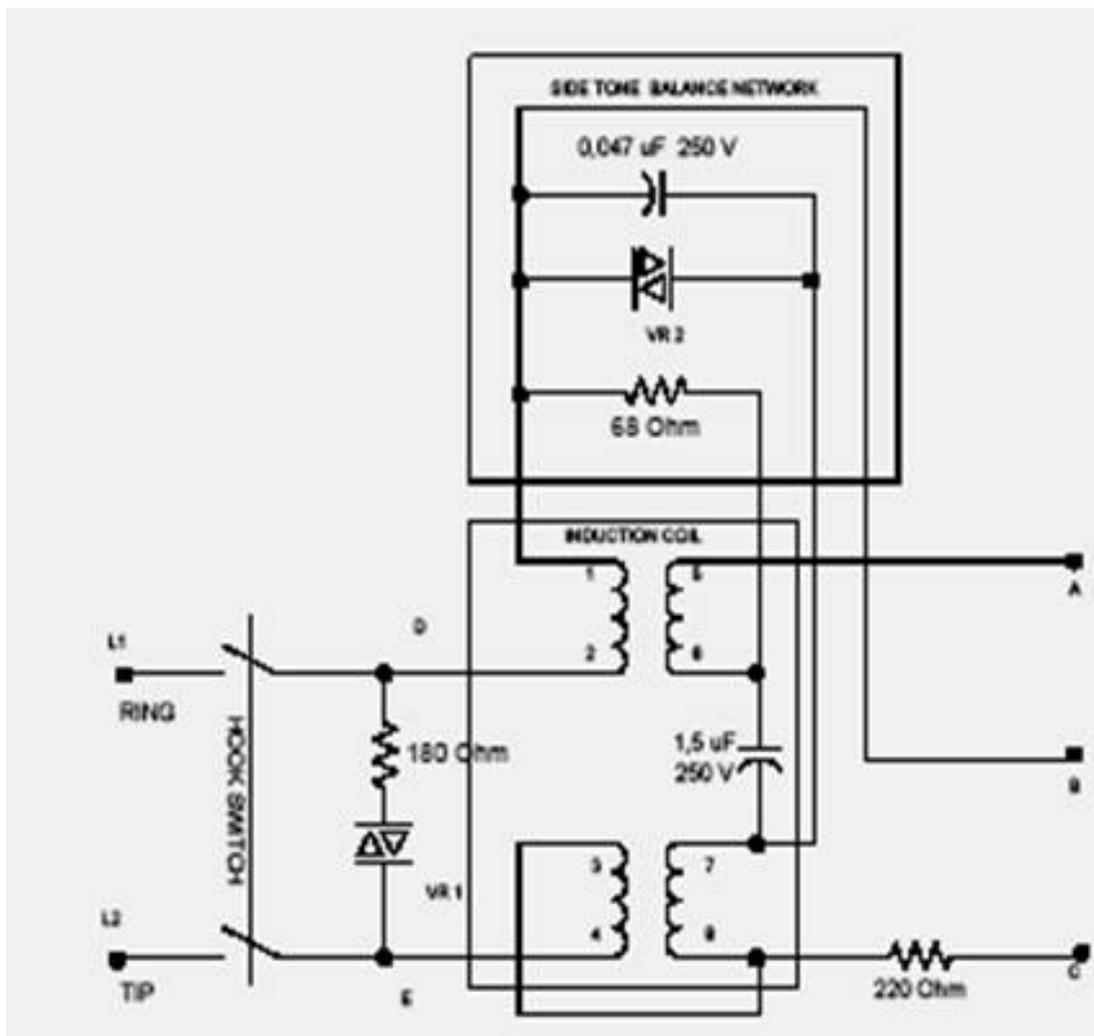


Gambar 1.3 Komponen Pesawat Telepon

Mikropon sebagai alat input sinyal suara dan speaker sebagai alat output untuk mendengar suara lawan bicara diletakkan pada handset telepon. Kemudian keduanya dihubungkan ke network block. Network block terdiri dari rangkaian anti sidetone dan rangkaian induksi (duplex coil). Rangkaian antiside tone berfungsi sebagai peredam agar suara pembicara tidak terdengar lebih besar dari suara lawan bicara. Sedangkan rangkaian induksi digunakan untuk mencegah tegangan DC 48V masuk ke mikropon dan speaker serta sebagai konversi duplex.

Ringer dan rangkaian dial dihubungkan secara paralel ke line telepon. Hook switch diletakkan agar dapat mendeteksi saat kondisi on hook maupun off hook.

Gambar 1.4 menunjukkan rangkaian network blok telepon sederhana yang disusun dari komponen pasif. Rangkaian ringer serta rangkaian dial tidak ditunjukkan pada gambar.

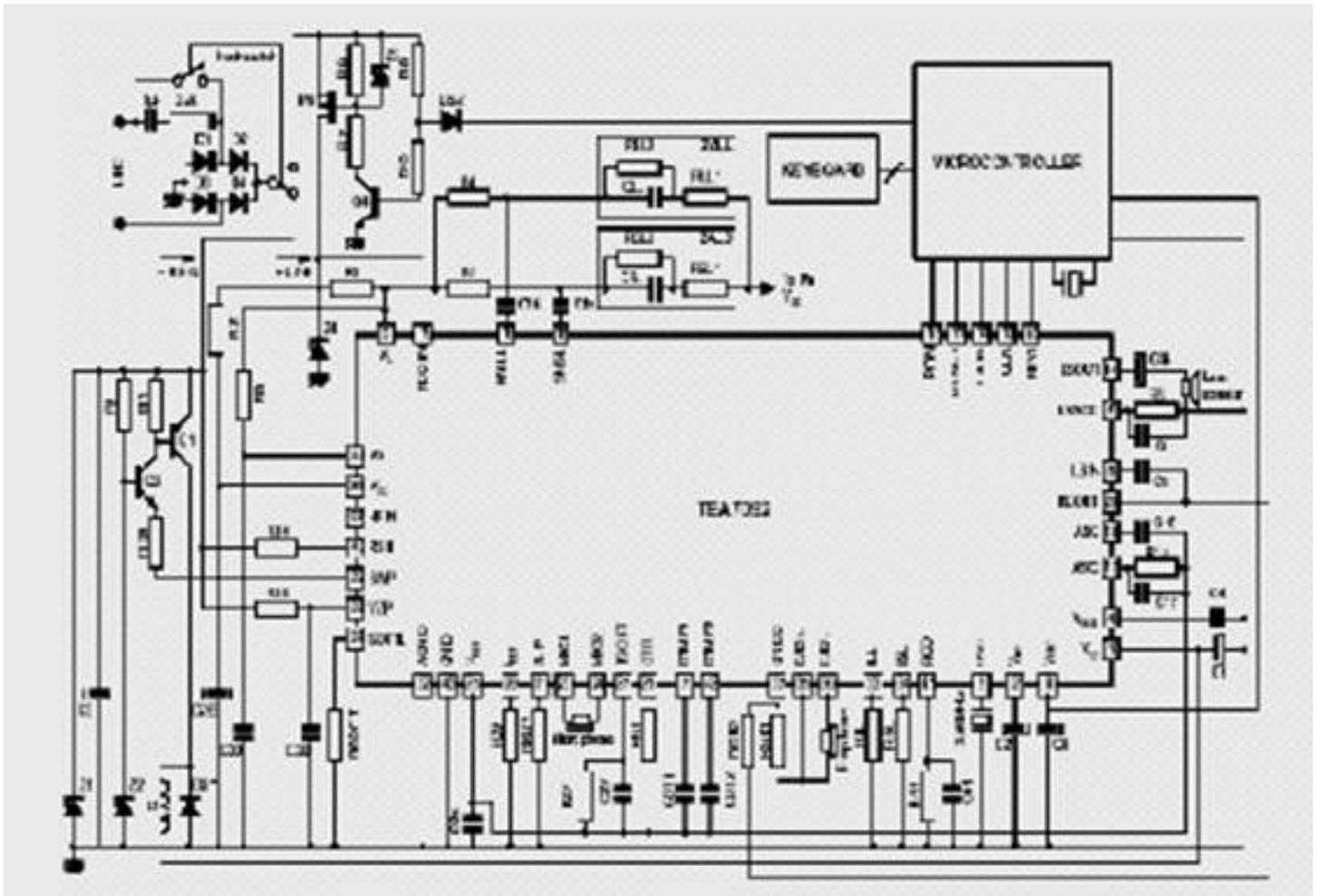


Gambar 1.4 Contoh Network Blok Telepon Sederhana

Handset, ringer, dial dan hook switch dihubungkan ke network blok dengan menggunakan kabel. Handset dihubungkan ke titik A dan B (speaker) serta ke titik B dan C (mic). Ringer diliubungkan seri dengan sebuah koil dan capasitor dan dihubungkan paralel dengan line (titik D dan E). Push button dial dihubuugkan ke D dan E. Hook Switch dihubuugkan dengan beberapa cara, dapat diletakkan antara L1 dan D, atau antara L2 dan E, dapat menggunakan single atau doubel switch. VR1 dan VR2 adalah resistor variabel yang ditrim untuk menyesuaikan volume suara (incoming dan outgoing).

Pesawat telepon modern telah menggunakan IC sebagai pengganti pemakaian trafo, selain itu dapat ditambahkan fitur-fitur seperti display, CLIP, lamp indicator, memory dan lain lain. Contoh pesawat telepon yang menggunakan IC TEA7092 ditunjukkan oleh Gambar 1.5.

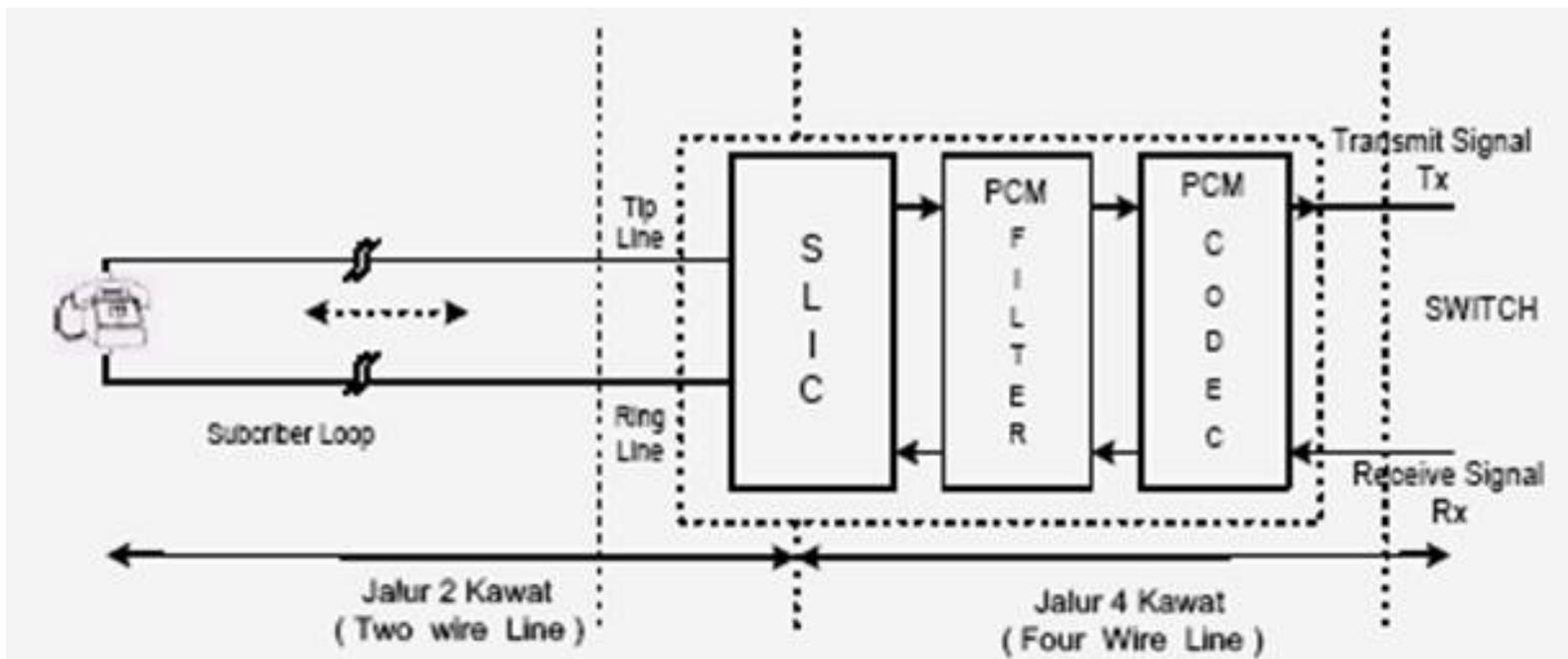
IC TEA7092 diproduksi oleh SGS-Thomson Microelectronic adalah IC telepon yang dikontrol oleh microcontroller. Selain memberikan fungsi standar telepon, IC ini dilengkapi kemampuan mengadopsi fitur-fitur lain.



Gambar 1.5 Contoh Rangkaian Telepon Menggunakan IC

1.4 Subscriber Line Interface (SLI)

Seperti yang telah dijelaskan pada bagian 1.1, bahwa telepon dicatu tegangan dari sentral telepon. Tugas pencatuan ini dilakukan oleh interface pelanggan yang disebut sebagai Subscriber Line Interface. Pada sentral, modulnya disebut sebagai Subscriber Line Interface Card (SLIC), seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.6.

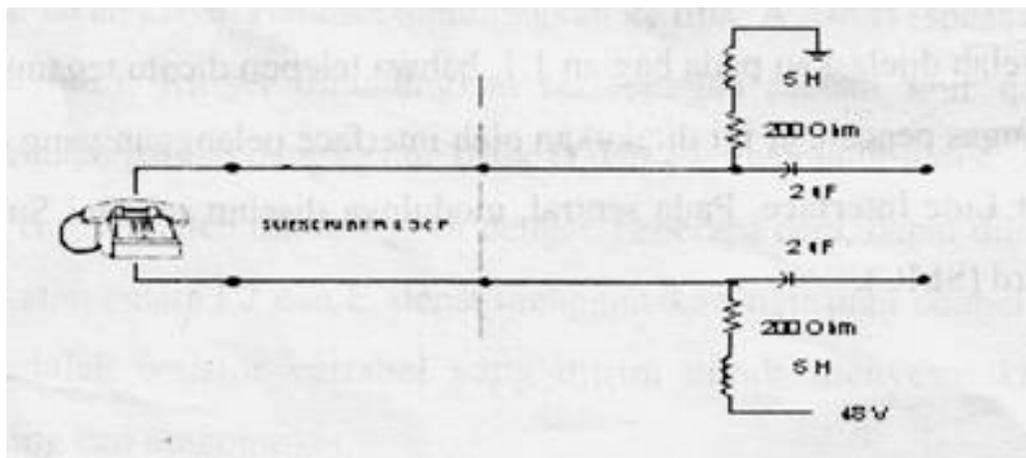


Gambar 1.6 Blok Rangkaian SLIC

Sinyal yang berasal dari pesawat telepon akan diterima sentral melalui SLIC. Sinyal dua arah ini kemudian akan dipisahkan oleh SLIC menjadi sinyal kirim dan terima yang kemudian akan diproses oleh perangkat PCM. Dari perangkat PCM sinyal diproses lebih lanjut ke switching sistem. Perangkat PCM dan switching akan dibicarakan pada bab lebih lanjut.

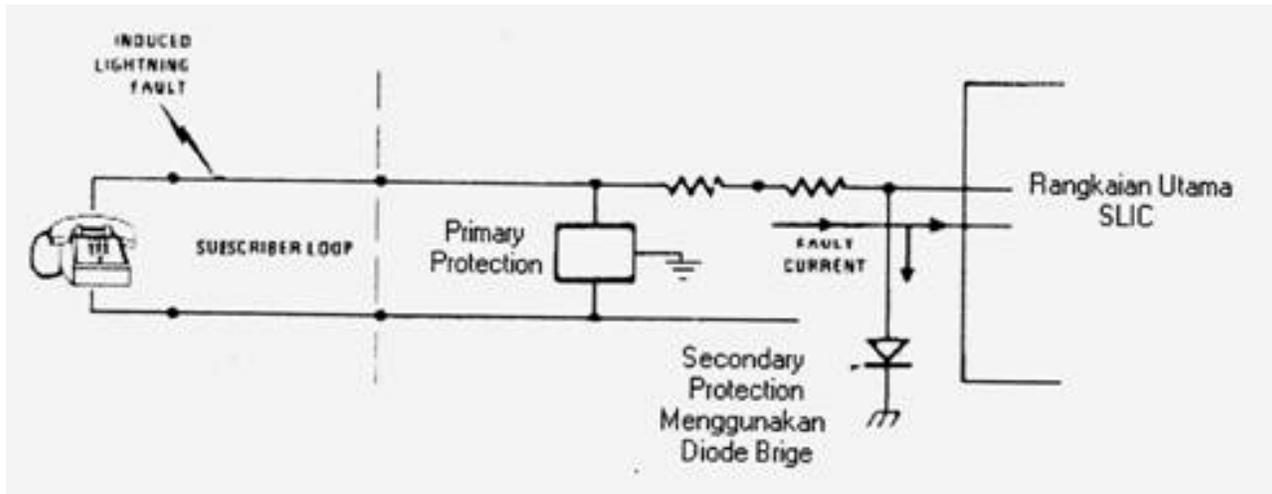
Pada Subscriber Line Interface Card (SLIC) terdapat beberapa proses yang disebut sebagai BORSCHT. BORSCHT singkatan dari Battery feed, Overvoltage protection, Ringing, Supervision, Coding, Hybrid dan Test.

Battery feed memberikan tegangan sebesar 48 V ke jalur telepon. Hal yang paling penting adalah mengusahakan agar komponen harmonisa dari sumber tegangan tidak masuk ke jalur telepon, caranya adalah dengan menambahkan induktor. Gambar 1.7 berikut ini adalah rangkaian yang disederhanakan dari battery feed sentral.



Gambar 1.7 Rangkaian Sederhana Battery Feed Sentral

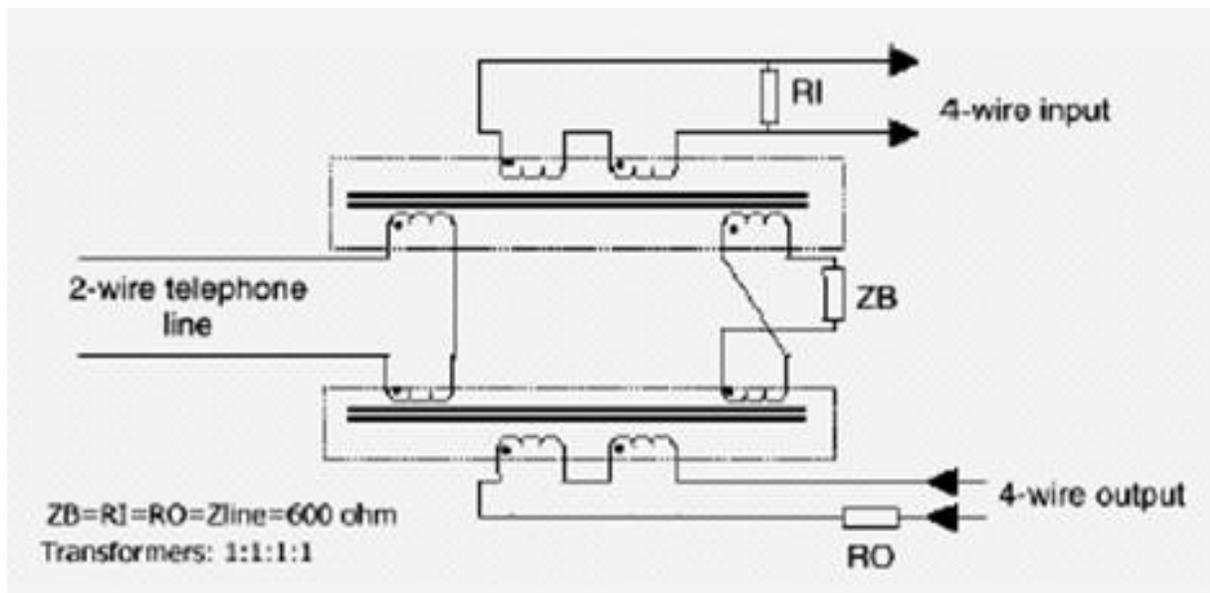
Overvoltage protection berguna untuk melindungi perangkat sentral dari tegangan lebih, petir misalnya. Proteksi yang dilakukan SLIC terdiri dari primary protection dan secondary protection. Primary protection menggunakan device MOV (Metal Oxide Varistor) atau menggunakan gas tube protector dan ditanahkan ke bumi, sedangkan secondary protection menggunakan rangkaian internal dan ditanahkan ke chassis. Proteksi ini menahan overvoltage sekitar 500 - 1000 Volt.



Gambar 1.8 Rangkaian Sederhana Overvoltage Protection Sentral

Ringin dan supervision digunakan untuk pensinyalan antara sentral dengan pesawat telepon, juga menyediakan kanal pengontrolan dari switching. Coding menangani pembentukan sinyal PCM dan berinteraksi dengan perangkat PCM.

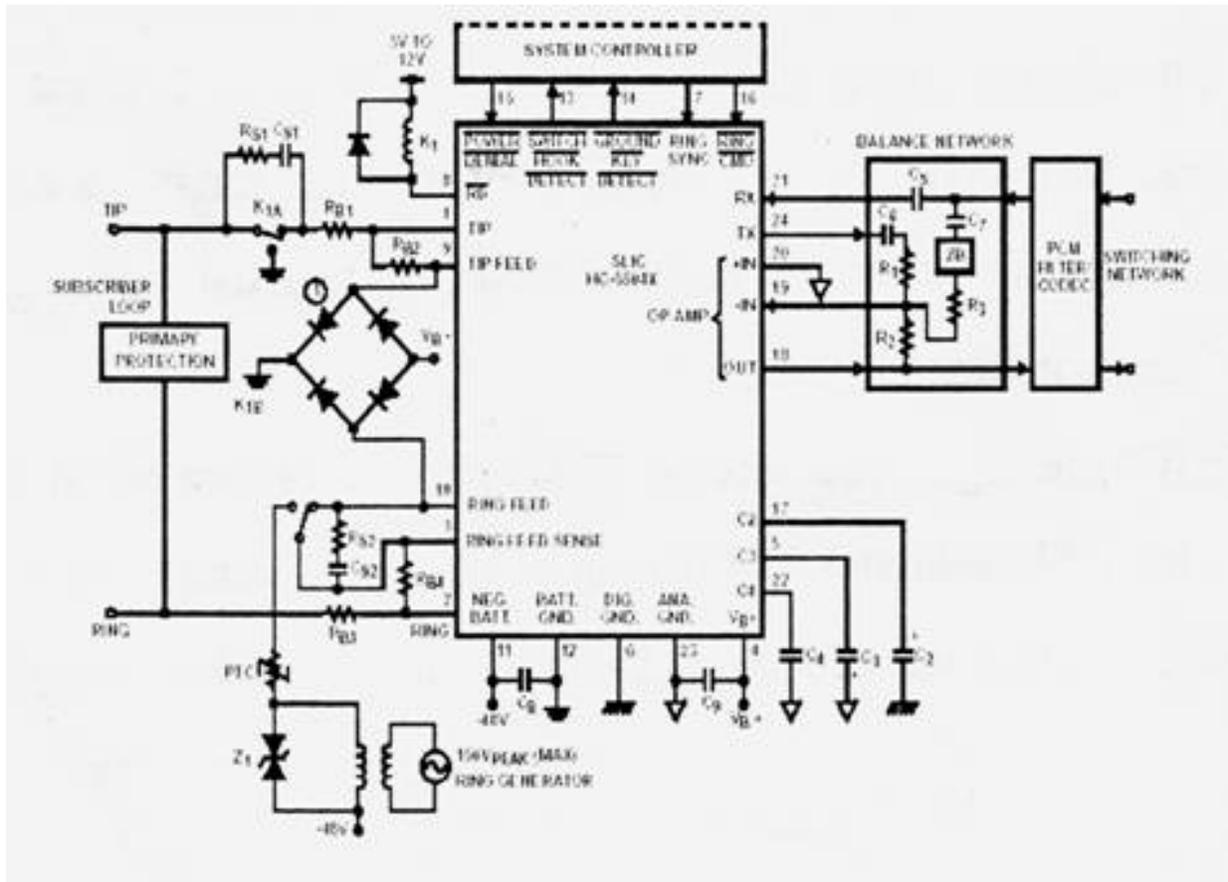
Rangkaian yang utama untuk mengkonversikan jalur 2 kawat menjadi 4 kawat adalah hibrid. Konversi 2 kawat menjadi 4 kawat dilakukan untuk memisahkan antara sinyal kirim dan sinyal terima. Hal ini sangat penting dan berkaitan dengan sistem transmisi dan switching digital. Trafo banyak digunakan sebagai pembentuk rangkaian hibrid. Rangkaian hibrid yang baik memiliki sekitar 3,5dB dan memiliki isolasi antara sinyal kirim dan terima sekitar 30dB. Berikut ini contoh rangkaian hibrid yang sederhana.



Gambar 1.9 Rangkaian Sederhana Hibrid

Sinyal kirim dan terima dalam 2 kawat di sisi kiri yang berasal dari pesawat telepon dipisahkan dengan menggunakan tranfo. Polaritas gulungan yang berbeda menyebabkan sinyal kirim dan terima dapat dipisahkan. Impedansi Z_B adalah impedansi balans, yang besarnya sama dengan impedansi input saluran kirim dan terima.

Salah satu contoh IC yang digunakan sebagai SLIC adalah IC HC-5502X/4X. IC ini dikemas dalam kemasan isolasi dielektrik 200 V, sehingga sangat baik untuk proteksi overvoltage.



Gambar 1.10 Contoh Rangkaian SLIC Menggunakan IC

Rangkaian SLIC disusun dalam bentuk modul dengan kapasitas tipikal 8 line (8 pelanggan). Contoh modul SLIC kapasitas 8 line ditunjukkan Gambar 1.11.

BAB 2

JARINGAN AKSES TELEPON

2.1 Pendahuluan

Jaringan Akses adalah jaringan yang menghubungkan pelanggan dengan sentral telepon. Jaringan ini adalah dasar jaringan telepon, karena pada dasarnya jaringan telekomunikasi adalah gabungan dari beberapa jaringan akses.

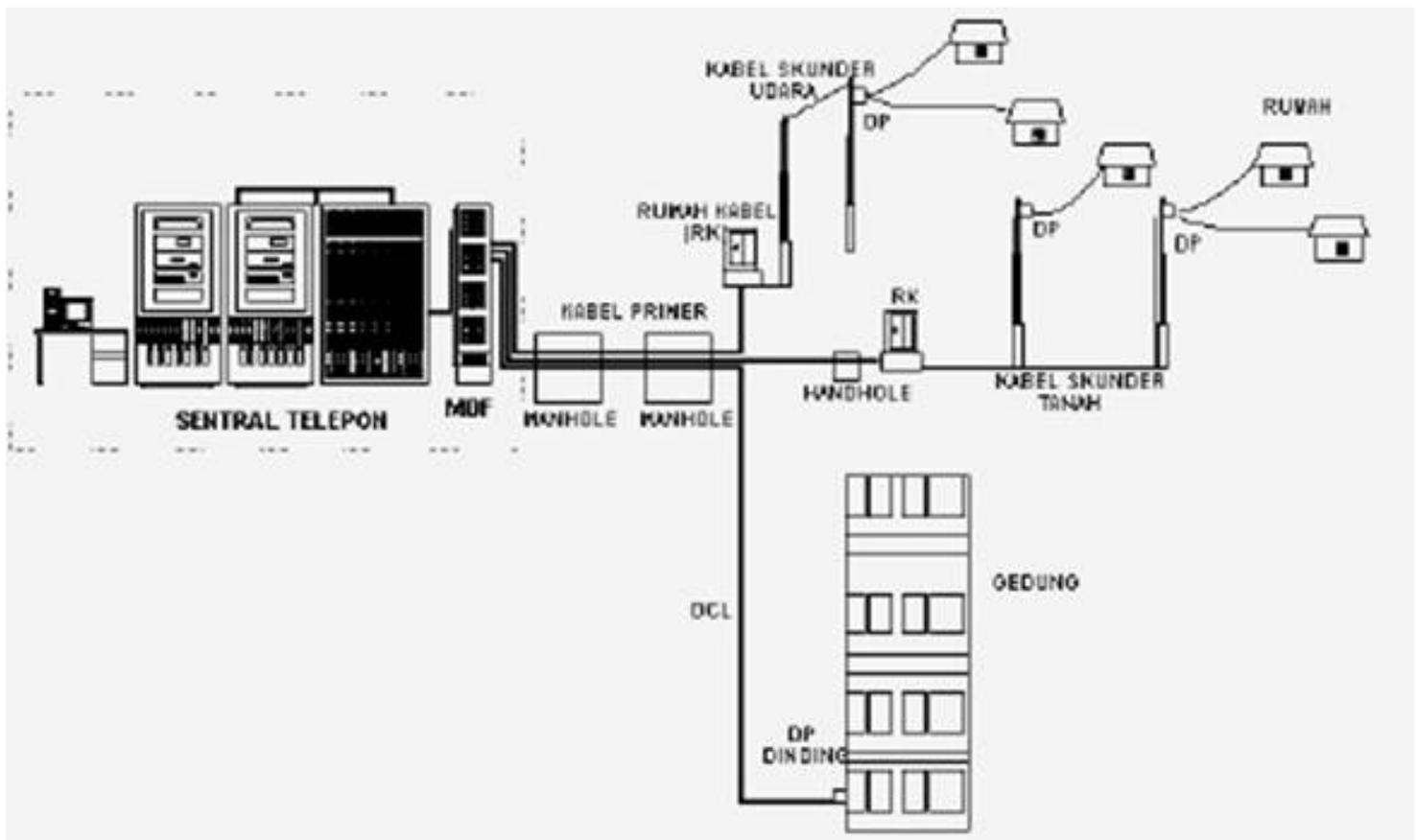
Jaringan akses Bering juga disebut sebagai Outside Plan (OSP), beberapa istilah juga sering disebut sebagai Jaringan Lokal Akses. Ada empat jaringan akses yang digunakan dalam telekomunikasi, yakni :

- Jaringan Lokal Akses Kabel (Jarlokab atau Jarkab), yaitu jaringan yang menggunakan kabel tembaga sebagai media transmisinya. Jaringan kabel adalah jaringan yang paling lama dan paling banyak digunakan. Peningkatan jaringan ini menggunakan teknologi penggandaan seperti Pair Gain dan xDSL. Jaringan Lokal Akses Radio (Jarlokar), yaitu jaringan yang menggunakan radio sebagai media aksesnya. Teknologi terdiri dari radio wireless (Wireless Local Loop, WLL), Cordless dan radio Point To Point.
- Jaringan Lokal Akses Fiber Optik (Jarloka fl, jaringan ini menggunakan serat opti sebagai medianya. Aplikasinya terdiri dari FTTZ, FTTC, FTTB, FTTO dan FTTH.
- Jaringan Akses Hibrid, jaringan ini menggunakan media transmisi gabungan, aplikasinya antara lain teknologi HFC, PON dll.

2.2 Jaringan Lokal Akses Kabel

2.2.1 Konfigurasi Jaringan Kabel Telepon

Jaringan kabel yang menghubungkan sentral telepon ke pelanggan menggunakan kabel tembaga dengan jumlah 1 pasang (pair) untuk 1 pelanggan. Kabel ditarik dari MDF (di sentral) melalui konstruksi kabel primer (terdiri dari manhole dan duct) dan diterminasi ke titik distribusi skunder (RK), yang kemudian didistribusikan ke rumah penduduk melalui tiang dan Distribution Point (DP). Dari DP ditarik ke rumah menggunakan drop wire dan diterminasi dilokasi tertentu di rumah. Selanjutnya dengan menggunakan IKR/G jaringan dihubungkan dengan pesawat telepon.



Gambar 2.1 Konfigurasi Jaringan Kabel

MDF (Main Distribution Frame) : Rangka Pembagi Utama yaitu tempat terminasi antara kabel telepon ke sentral dan kabel telepon ke pelanggan (kabel primer).

Kabel Primer : Ditempatkan dan didistribusikan dari MDF di dalam gedung sentral ke arah rumah kabel (RK). Penempatan kabel melalui tanam langsung atau duct, dan menggunakan titik penarikan manhole atau handhole, serta terdapat daerah yang dicatu secara langsung (DCL).

Rumah Kabel : Rumah Kabel atau Cross Connect cabinet menjadikan distribusi kabel primer fleksibel dan menghubungkan jaringan kabel primer dengan jaringan kabel sekunder.

DCL : DCL atau Daerah Catuan Langsung adalah daerah layanan dimana kabel dari MDF langsung dicatukan ke DP.

Kabel Sekunder : Ditempatkan dan didistribusikan dari Rumah Kabel (RK) ke arah Distribution Point (DP). Pendistribusiannya melalui sistem kabel udara dan sistem kabel bawah tanah. Distribusi sekunder menggunakan tiang.

Distribution Point : Digunakan untuk menghubungkan kabel sekunder ke saluran dropwire ke rumah

pelanggan, yang nantinya diteruskan ke pesawat telepon. DP diletakkan di atas tiang maupun di dinding.

IKR/G : Instalasi Kabel Rumah/Gedung adalah tatacara pemasangan jaringan telepon di dalam rumah atau gedung. Titik hubungannya dimulai dari Kotak Titik Bagi (KTB) sampai ke pesawat telepon.

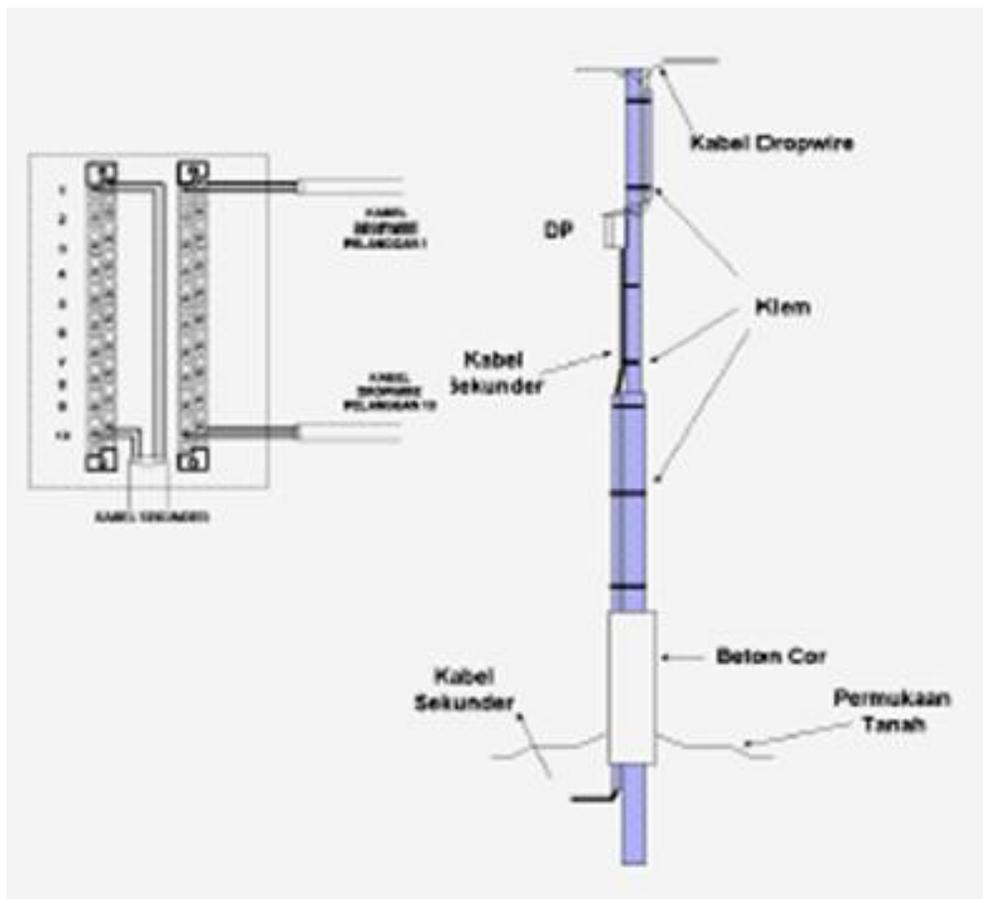
2.2.2 Besaran Jaringan Akses Kabel

Penentuan besaran jaringan kabel ditentukan oleh jumlah pelanggan yang akan dilayani, serta perkiraan kebutuhan (demand) beberapa tahun ke depan. Oleh sebab itu penentuannya harus dimulai dari penentuan letak DP, penentuan letak dan kapasitas RK, penentuan kapasitas dan tipe kabel sekunder (termasuk penggunaan tiang), penentuan kapasitas dan tipe kabel primer (termasuk penggunaan sistem duct) dan penentuan besar MDF yang dibutuhkan. Selain itu dibutuhkan pemahaman sistem pendukungnya.

A. Distribution Point(DP)

Distribution Point (DP) merupakan terminasi kabel dropwire dari rumah pelanggan. Daerah cakupannya ditetapkan sedemikian rupa sehingga kabel dropwire dapat menjangkau rumah pelanggan. Kapasitas DP umumnya terdiri dari 10 dan 20 pair, namun dalam beberapa aplikasi terdapat kapasitas 49, 60, dan 100 pair. Kapasitas 10 pair biasa digunakan di daerah residensial, sedangkan 20 pair di daerah bisnis. Peletakannya ada di tiang atau di dinding. Perhitungan kapasitasnya adalah untuk kebutuhan sampai 5 tahun dibagi 0,8. Dari kapasitas yang tersedia disisakan 1 atau 2 line sebagai cadangan.

Untuk daerah dengan kebutuhan kecil dapat ditambahkan penggunaan tiang untuk menyokong dropwire. Namun demikian jika terdapat lebih dari 3 line dropwire yang melebihi jarak 150 m sebaiknya ditiadakan.



Gambar 2.2 DP dan Peletakkannya

B. Rumah Kabel

Cakupan Rumah Kabel (RK) atau Cross Connect Cabinet (CCC) ditentukan oleh batas-batas geografi seperti sungai, jalall besar dan lain lain. Tempt jika tidak spesifik, maka disesuaikan dengan batas kapasitas RK tersebut. Umumnya satu RK digunakan untuk maksimum 900 pelanggan. Kapasitasnya ditentukan oleh demand 5 tahun mendatang dibagi 0,8.

Kapasitas RK terdiri dari ukuran 800, 1200, 1600 dan 2400. RK disusun atas blok blok terminal dengan kapasitas 100 dan 200 SST. Berikut tabel kapasitas maksimum kabel primer dan sekunder dalam RK.

Tabe 1.1 Kapasitas RK

Ukuran RK	Kapasitas Maks. Primer	Kapasitas Maks. Sekunder
2400	900	1200
1600	600	800
1200	400	600
800	300	400

Penempatan RK sering dilakukan di pinggir jalan, sehingga digunakan kabinet yang ditopang oleh koiistruksi sekitar 50 cm di atas tanah.



Contoh Rumah Kabel



Contoh Alokasi Blok Terminal RK 1200

Gambar 2.3 Rumah Kabel

C. Kabel Sekunder

Ukuran kabel sekunder tergantung jumlah pair ke DP, estimasinya adalah untuk demand 5 tahun. Jumlah pair yang didistribusikan akan diakumulasikan sepanjang rute kabel sekunder sampai sejumlah 200 pair. Tetapi ada baiknya menerapkan layanan per 100 pair.

Berikut ini jenis kabel sekunder yang digunakan, baik aplikasi kabel udara maupun kabel tanam langsung.

Tabel 2.2 Kapasitas Kabel Udara dan Tanam Langsung Sekunder

Designator	Gauge	Kapasitas (Pair)					
		10	20	40	60	100	200
PE Double Sheath Steel Tape	0,4	10	20	40	60	100	200
Armoured Jelly Filled	0,6	10	20	40	60	100	200
Celluler – Solid PE Insulated	0,8	10	20	40	60	100	200

Designator	Gauge	Kapasitas (Pair)				
		10	20	40	100	200
Installation of Self Supporting	0,4	10	20	40	100	200
Aerial Cable Single	0,6	10	20	40	100	
Sheated - Solid PE Insulated	0,8	10	20	40	100	

Kabel udara digunakan jika rute kabel adalah daerah temporer yang sedang dibangun dengan kepadatan demand yang rendah serta lokasi geografis susah digali. Sedangkan kabel tanam langsung jika situasinya mudah digali dan stabil.

Pemakaian tiang pada jaringan sekunder terdiri dari pemakaian tiang-tiang utama, tiang percabangan, temberang tarik, tiang penyokong, temberang labrang. Jarak antara tiang adalah 40 m dan tidak boleh melebihi 55 m. Panjang tiang 7 - 9 m dengan lengkungan kabel minimum 4,5 m dan 6 m jika menyeberang jalan. Penyambungan kabel harus terkonsentrasi dan diminimalkan. Untuk percabangan kabel maksimum 4 cabang.

D. Kabel Primer

Jumlah pair untuk kabel primer adalah $2/3$ dari total perkiraan kabel sekunder yang diterminasi pada RK untuk demand 5 tahun.

Aplikasi Tanam Langsung diterapkan pada daerah yang relatif stabil dengan demand kurang dari 300 pair. Kapasitas kabel yang digunakan untuk tanam langsung maksimal 1400 pair.

Aplikasi Duct untuk kabel primer diterapkan jika daerah yang dilayani tidak stabil, rawan terhadap penggalian dan pembongkaran. Perkiraan demand untuk satu cabang harus lebih dari 300 pair.

Kekuatan kabel dan duct harus diperkirakan tahan sampai 10 tahun, sedangkan kapasitas duct harus diperkirakan sampai 5 tahun. Berikut ini jenis kabel primer untuk aplikasi duct dan tanam langsung.

Tabel 2.3 Kapasitas Kabel Primer

APLIKASI KABELPRIMER DALAM DUCT

Designator	Gauge	Kapasitas (Pair)									
		100	200	300	400	600	800	1000	1200	1600	2400
PE Single Jelly Filled	0.4	100	200	300	400	600	800	1000	1200	1600	2400
Celluler Solid PE Insulated	0.6	100	200	300	400	600	800	1000	1200		
PE Insulated	0.8	100	200	300	400	600					

APLIKASI KABEL TANAM LANGSUNG PRIMER

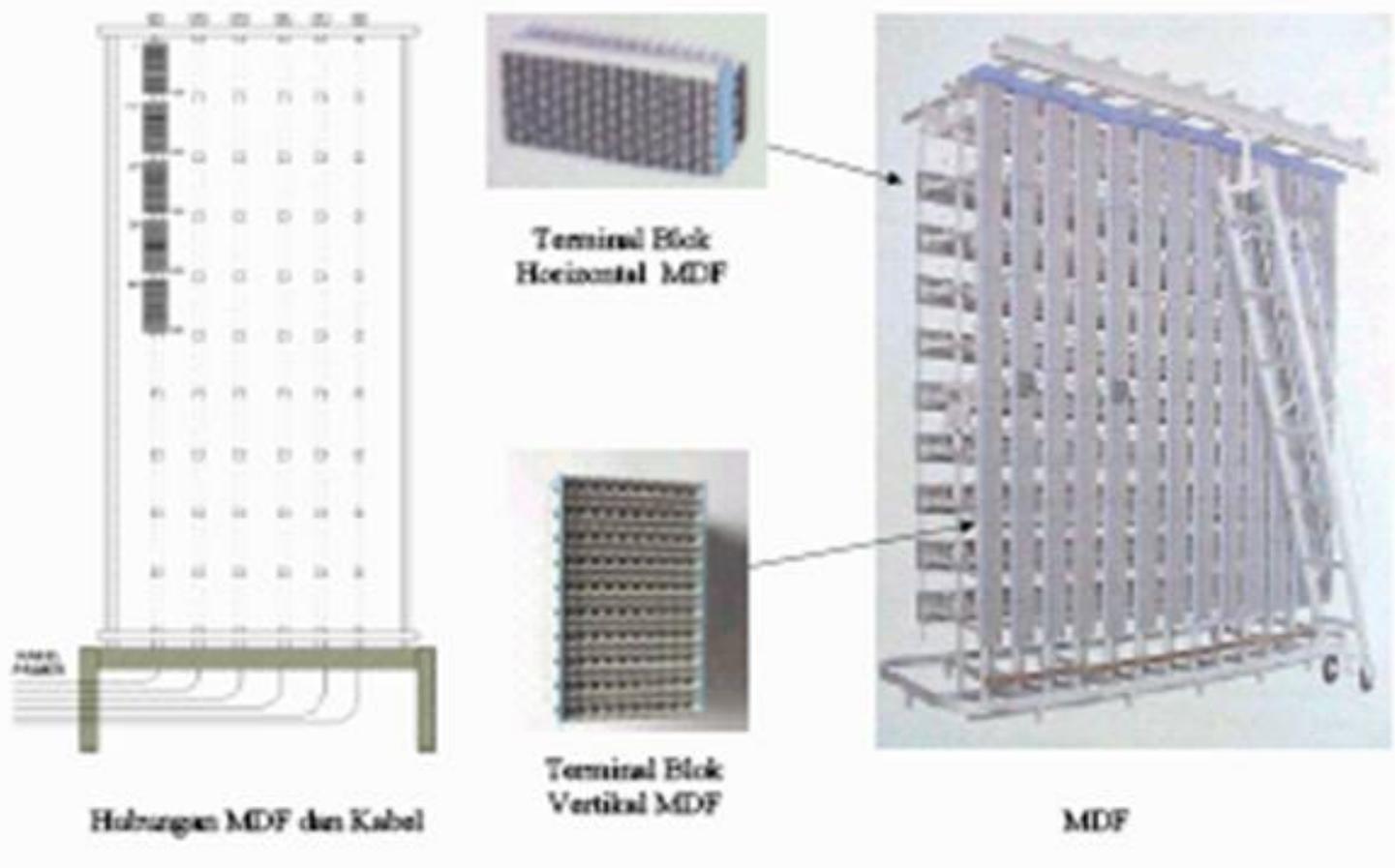
Designator	Gauge	Kapasitas (Pair)					
		200	300	400	600	800	1200
PE Double Sheath Steel Tape	0.4	200	300	400	600	800	1200
Armoured Jelly Filled	0.6	200	300	400	600	800	
Celluler - Solid PE Insulated	0.8	200	300	400			

Untuk aplikasi kabel primer yang menggunakan duct (pipa yang dicor beton), diperlukan konstruksi manhole dan handhole untuk penarikan kabel. Manhole dan handhole ditempatkan pada trotoar jalan yang mudah dicapai. Panjang maksimum antar manhole/handhole adalah 240 tn dan 150 in untuk jalur berbelok.

-Kapasitas duct terdiri kapasitas kecil (2 atau 4. pipa) dan kapasitas besar (lebih adri 4 pipa). Setiap jalur harus disediakan minimal 1 pipa kosong untuk penambahan kabel dimasa yang akan datang.

E. Main Distribution Frame (MDF)

MDF terdiri dari frame vertikal dan horizontal, frame vertikal dihubungkan dengan kabel primer sedangkan frame horizontal dihubungkan dengan SLIC pada sentral. Berikut ini gambar konstruksi MDF, namun bagian horizontal yang ke sentral tidak diperlihatkan.



Gambar 2.4 Konstruksi MDF

Ukuran MDF minimal 5 frame vertikal dan dalam penempatannya, satu kabel primer tidak diperbolehkan dipecah menjadi 2 frame yang berbeda.

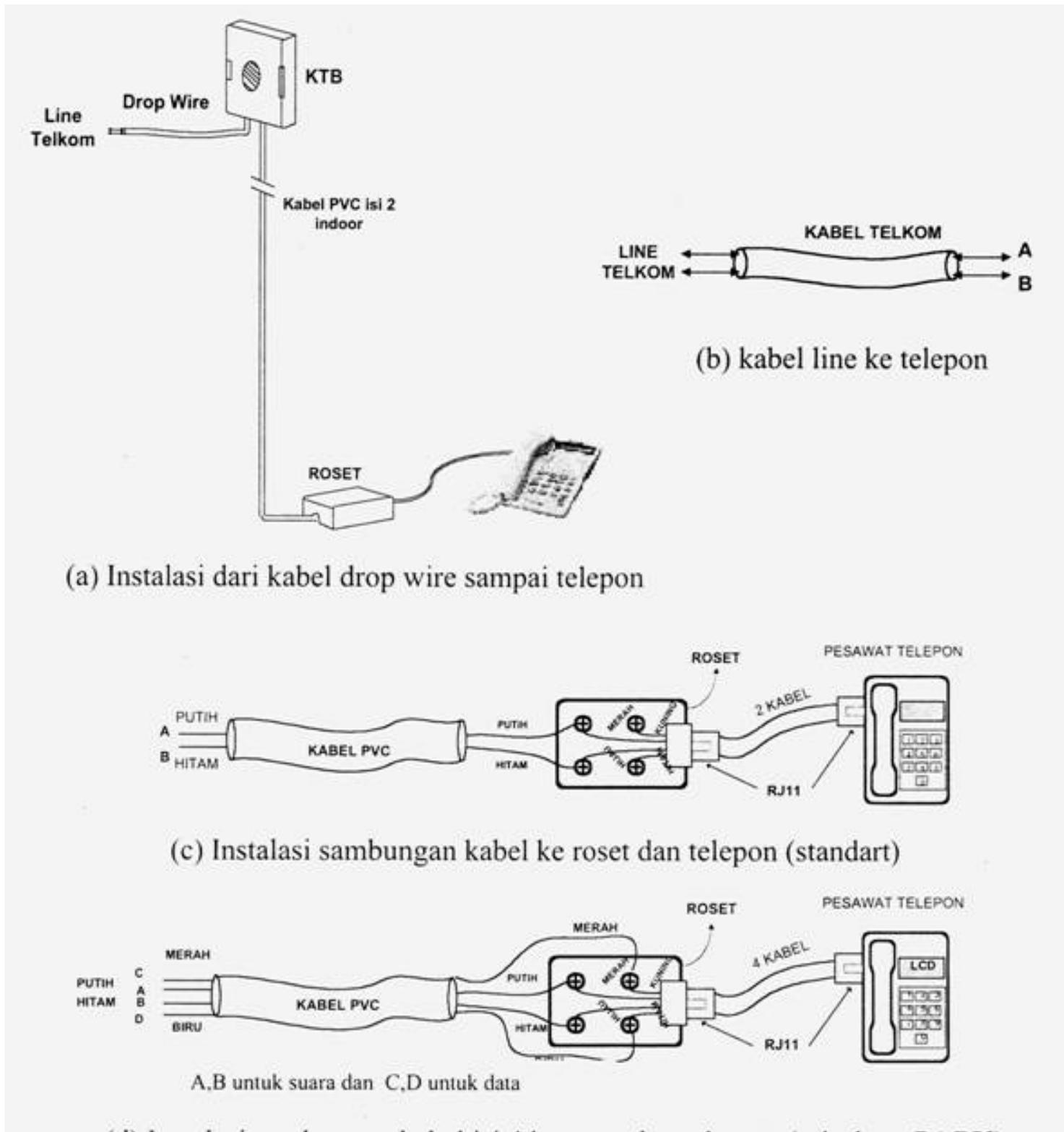
F. Penamaan dan Skema Jaringan Kabel

Untuk memudahkan merencanakan dan menggambarkan jaringan kabel, digunakan penamaan/penomoran seperti pada Gambar 2.5 berikut ini.

G. IKRG

IKR/G atau Instalasi Kabel Rumah/Gedung adalah pengetahuan tatacara pemasangan instalasi kabel telepon di rumah dan di gedung. IKR/G pada dasarnya sangat sederhana, tetapi jika yang dipasang adalah instalasi PABX kapasitas besar dalam suatu gedung maka akan diperlukan pengetahuan dan

Gambar 2.5 Penamaan dan Skema Jaringan Kabel



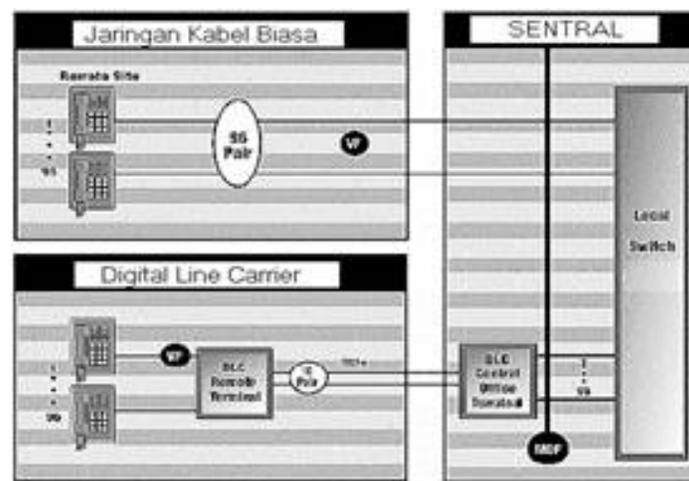
(d) Instalasi sambungan kabel isi 4 ke roset dan telepon (misal ext PABX)

Gambar 2.6 Instalasi Telepon (IKR/G)

2.3 Jaringan Akses Lainnya

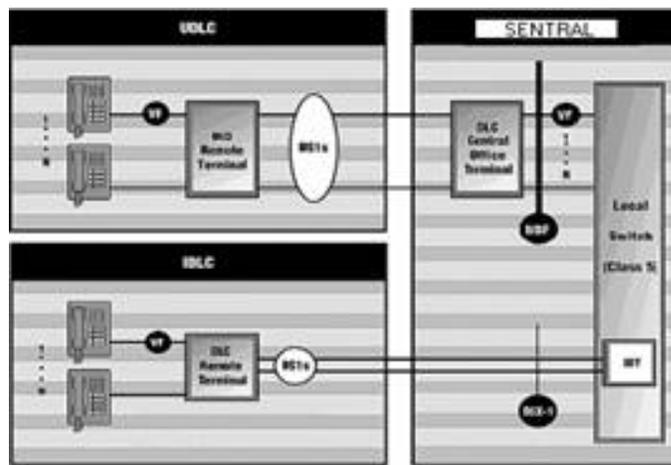
2.3.1 Digital Line Carrier atau Pair Gain

Teknologi DLC digunakan untuk mengurangi jumlah kabel yang digunakan pada jaringan kabel dan mengatasi masalah kileija di jaringan, misahrya banyaknya kabel yang rusak karena waktu, pekerjaan penggalian untuk konstruksi kabel yang sulit dan terbatas serta mahalnya biaya jaringan kabel dan pemeliharannya.



Gambar 2.7 Sistem DLC

DLC memungkinkan penggunaan 1 pair kabel untuk beberapa pelanggan, misalnya 1 line untuk 8 pelanggan. Pertama kali dikenalkan di Amerika Utara pada tahun 1970 yaitu AT&T (SLC-40), kemudian SLC-96. SLC-40 menggunakan 10 line untuk 40 Pelanggan, sedangkan SLC-96 untuk 96 Pelanggan. Teknologi DLC dikenal juga sebagai teknologi Pair Gain. Selain itu terdapat beberapa vendor DLC yang memberikan pilihan kapasitas.



Gambar 2.8 Perbedaan UDLC dan IDLC

Teknologi DLC terdiri dari 2 jenis yakni Universal DLC (UDLC) dan Integrated DLC (IDLC). UDLC memiliki terminal DLC yang, terpisah di sentral, sedangkan IDLC menyatu dengan sentral.

2.3.2 Digital Subscriber Line (DSL)

Kemajuan telekomunikasi menunjukkan bahwa kebutuhan tidak saja terbatas pada komunikasi suara, tetapi juga data dan gambar (multimedia). Kabel konvensional hanya dapat menyalurkan sinyal suara, untuk menggantikannya dengan serat optik, investasi akan sangat mahal. Oleh karenanya digunakan teknologi sejenis DLC namun dapat digunakan untuk komunikasi data dan gambar, teknologi ini disebut teknologi DSL (digital subscriber line; jalur pelanggan digital). Perangkat DSL berbentuk modem, satu unit diletakkan di sentral dan satu unit lagi diletakkan di sisi pelanggan

Jenis-jenis DSL

Teknologi DSL terdiri antara lain ADSL, HDSL, SDSL dan VDSL. Masing- masing kelompok DSL mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- ADSL (asymmetrical digital subscriber line), memiliki laju downstream 1.5 - 9 Mbps dan upstream 16 - 640 kbps. Transmisi ADSL bekerja pada jarak sampai 18.000 kaki (5,48 Km) pada sepasano kawat tembaga pilin (single twisted pair). ADSL sangat cocok untuk akses Internet.
- HDSL (high-data-rate digital subscriber line), tidak seperti ADSL, HDSL ini bersifat simetrik, memberikan kecepatan 1,544 Mbps di setiap jalurnya pada dua pasang kawat tembaga pilin. Banyak digunakan untuk saluran T1. Rentang operasi HDSL lebih terbatas daripada ADSL, sesudah 12.000 kaki (3,65 Km), harus disediakan penguat sinyal (repeater) untuk memperpanjang jarak layanannya. HDSL digunakan terutama untuk koneksi jaringan PBX, jaringan antar sentral, server-server internet dan jaringan data pribadi.

- SDSL (single-line digital subscriber line), sama dengan HDSL dengan kecepatan 1,544 Mbps baik untuk downstream maupun upstream-nya, tetapi pada sepasang kawat tembaga pilin. Rentang operasi SDSL sampai 10.000 kaki (3 Km). Aplikasinya adalah seperti pada residential video converencing atau akses LAN jarak jauh.
- VDSL (Very-high-data-rate digital subscriber line) bersifat asimetrik. Rentang operasinya 1.000 - 4.500 kaki (304 m - 1,37 Km), dengan kecepatan 13 - 52 Mbps untuk downstream dan 1,5 - 2,3 Mbps untuk upstream-nya melalui sepasang kawat tembaga pilin. Selain untuk aplikasi T1, lebarpita yang tersisa memungkinkan perusahaan telekomunikasi memberikan program layanan HDTV (high-definition television).

Metode Penyandian (Coding) DSL

Metode penyandian DSL antara lain menggunakan 2B1Q (dua biner satu kuaterner), metode CAP dan metode DMT. Metode 2B 1 Q sudah ditinggalkan. CAP (Carrierless amplitude/phase modulation) adalah teknik modulasi yang mirip dengan QAM (Quadrature amplitude modulation), tetapi tidak membutuhkan frekuensi pembawa. Sedang DMT (Discrete multitone) adalah teknik modulasi yang memecah--mecah lebarpita yang ada menjadi beberapa sub-band yang sempit untuk menjamin reliabilitas transmisi data, bahkan ketika derau mempengaruhi area tertentu dalam spektrum yang ada.

2.3.3 Teknologi Wireless/Cordless

Telepon wireless atau cordless memiliki base unit yang dihubungkan dengan line ke sentral dan berkomunikasi dengan handset telepon melalui transmisi radio. Pelanugan dapat bergerak atau memindahkan pesawat teleponnya di dalam area base unit. Handset telepon menggunakan battery recharging atau menggunakan catuan listrik di rumah.

Teknologinya dimulai dari teknologi analog yang disebut dengan generasi pertama Cordless Telephony CT1, kemudian digantikan dengan teknologi digital yakni CT2, CT3 dan DECT. Pengembangan dari teknologi cordless/wireless menghasilkan sistem seluler (akan dibahas tersendiri).

CT1

Menggunakan frekuensi uplink 47 MHz dan frekuensi downlink 1,7 MHz dengan daya pancar handset 6mW. Range handset hanya berjarak sekitar 100 m.

CT2

Dibentuk di Inggris pada tahun 1991 dengan menggunakan frekuensi kerja 935 - 960 MHz dan 890 -

915 MHz. Teknologi yang digunakan adalah TDMA dengan channel spacing 200 KHz. Jumlah channel 124, masing-masing dengan teknologi kompresi suara RPE-LTP 13 Kbit/s. Daya pancar handset dari 20 mW sampai 20 W.

CT3 (DCT 900)

CT3 atau Digital Cordless Telephony DCT 900 dibentuk di Swedia oleh perusahaan Ericsson. Teknologi CT3 digunakan sejak tahun 1991 bersamaan dengan penggunaan CT2 di Inggris. CT3 digunakan di Belanda, Swedia, Kanada, USA, Australia, dan Andorra.

CT3 menggunakan alokasi frekuensi 1,7 - 1,9 GHz dengan teknologi TDMA. Jarak antar channel 200 KHz dan berjumlah 374 channel. Teknologi kompresi suara sama dengan CT2, menggunakan RPE-LTP 13 kbit/s. Handsetnya memiliki daya pancar 2,5 mW sampai 1 W.

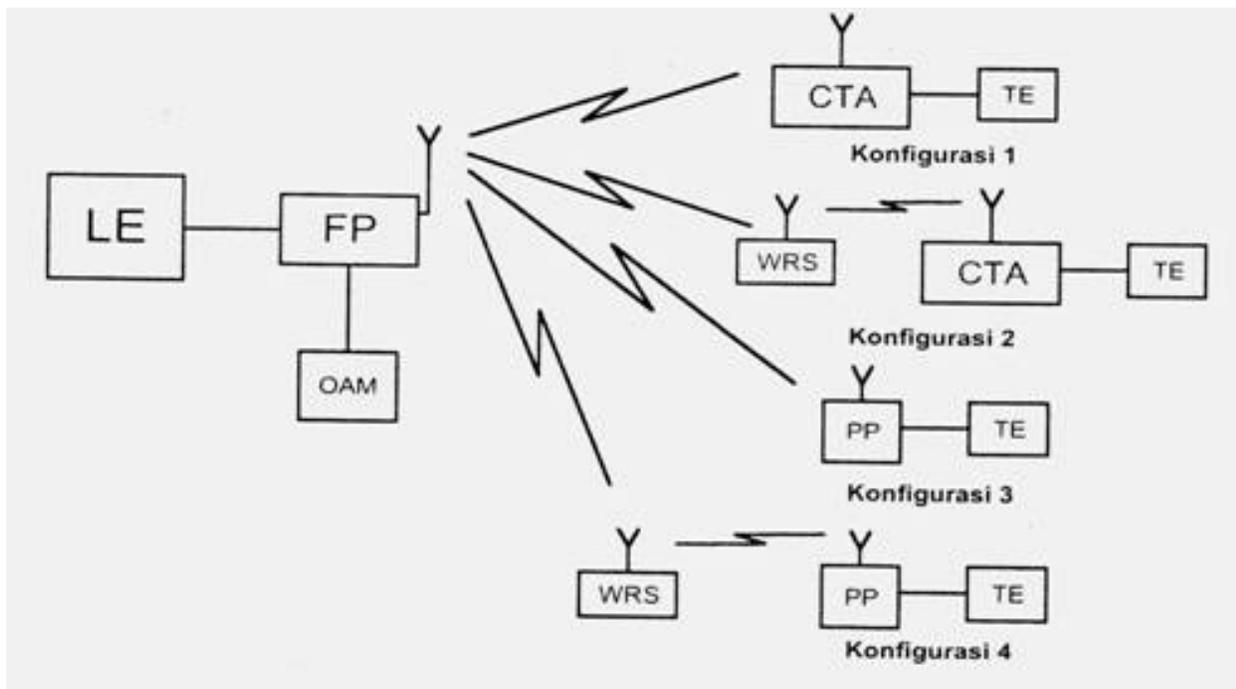
DECT

Digital European Cordless Telecommunications (DECT) dikenalkan tahun 1991 oleh European Telecommunications Standards Institute (ETSI) dan digunakan sebagai standar cordless Eropa. Teknologi DECT memiliki jumlah saluran 2x dari CT2 dan diterapkan sebagai WLL, wireless PABX dan radio LAN (RLAN). DECT menggunakan alokasi frekuensi 864 - 868 MHz dengan teknologi TDMA. Jarak antar channel 100 KHz dan berjumlah 40 channel. Teknologi kompresi suara menggunakan ADPCM 32 kbit/s. Handsetnya memiliki daya pancar 1 mW sampai 10 mW.

Aplikasi teknologi wireless/cordless yang banyak dipakai di masyarakat untuk jaringan akses telepon antara lain WLL (Wireless Local Loop) dan Point To Point Radiolink.

a. WLL

WLL atau Wireless Local Loop adalah aplikasi langsung dari teknologi wireless di atas. Di Indonesia menggunakan WLL dengan teknologi DECT. WLL ini dioperasikan oleh PT. Telkom sebagai alternatif jaringan kabel serta operator Ratel Indo. Konfigurasi umum dari sistem WLL DECT adalah seperti Gambar 2.9 berikut :

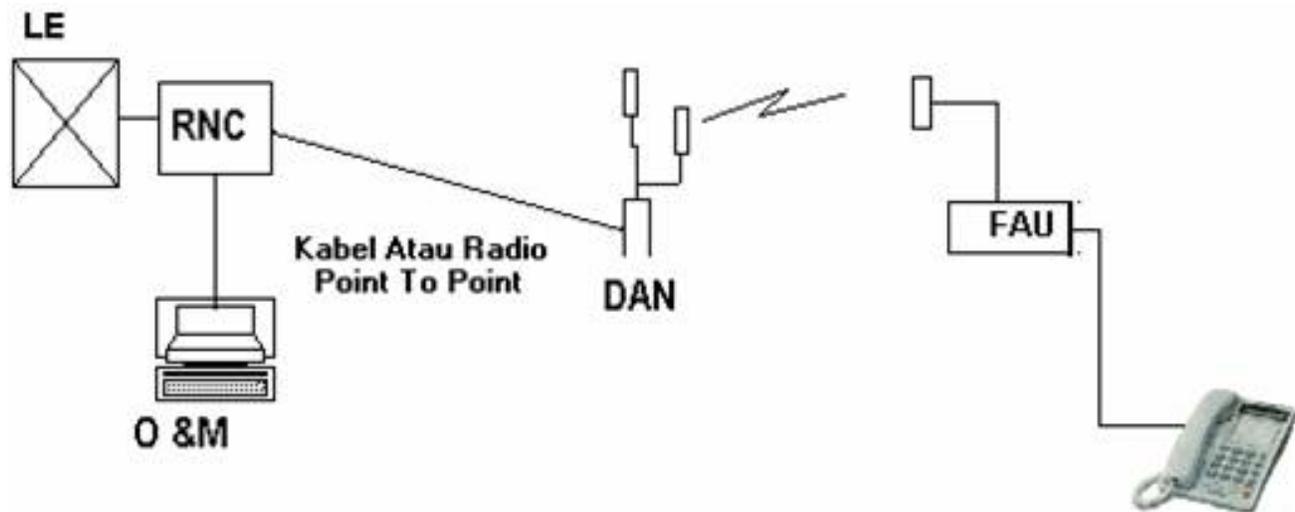


Gambar 2.9 Konfigurasi DECT

Komponen standar WLL DECT adalah LE, FP, OAM, CTE, PP, WRS dan TE. Local Exchange (LE) merupakan sentral lokal yang dihubungkan dengan FP (Fixed Part, interface jaringan lokal radio WLL). FP memancarkan dan menerima sinyal panggilan ke pelanggan dengan beberapa cara (4 konfigurasi), antara lain :

- Langsung ke CTA (Cordless Terminal Adaptor, perangkat interface WLL di rumah pelanggan dan mengkonversi sinyal radio menjadi line 48 V dan dihubungkan ke telepon (TE, Terminal Equipment)).
- Melalui sebuah WRS (Wireless Relay Station, repeater pembagi) yang meneruskan ke CTA dan TE.
- Langsung ke PP (Portabel Part, perangkat portabel yang dapat dipindahkan) kemudian PP melanjutkan ke TE. PP dan TE dapat berbentuk satu perangkat telepon bergerak.
- Melalui sebuah WRS yang meneruskan ke PP dan TE.

Perangkat WLL yang banyak digunakan di Indonesia adalah DRA 1900 buatan Ericsson. Aplikasinya seperti pada gambar berikut. RNC setara dengan FP dan ditempatkan di sentral telepon. DAN setara dengan WRS dan umumnya ditempatkan di menara antena sentral telepon atau base station tertentu. FAU setara dengan CTA dan ditempatkan di rumah pelanggan dengan antena menghadap ke arah sentral. Telepon (TE) dihubungkan dengan FAU. Konfigurasi WLL ditunjukkan oleh Gambar 2.10.

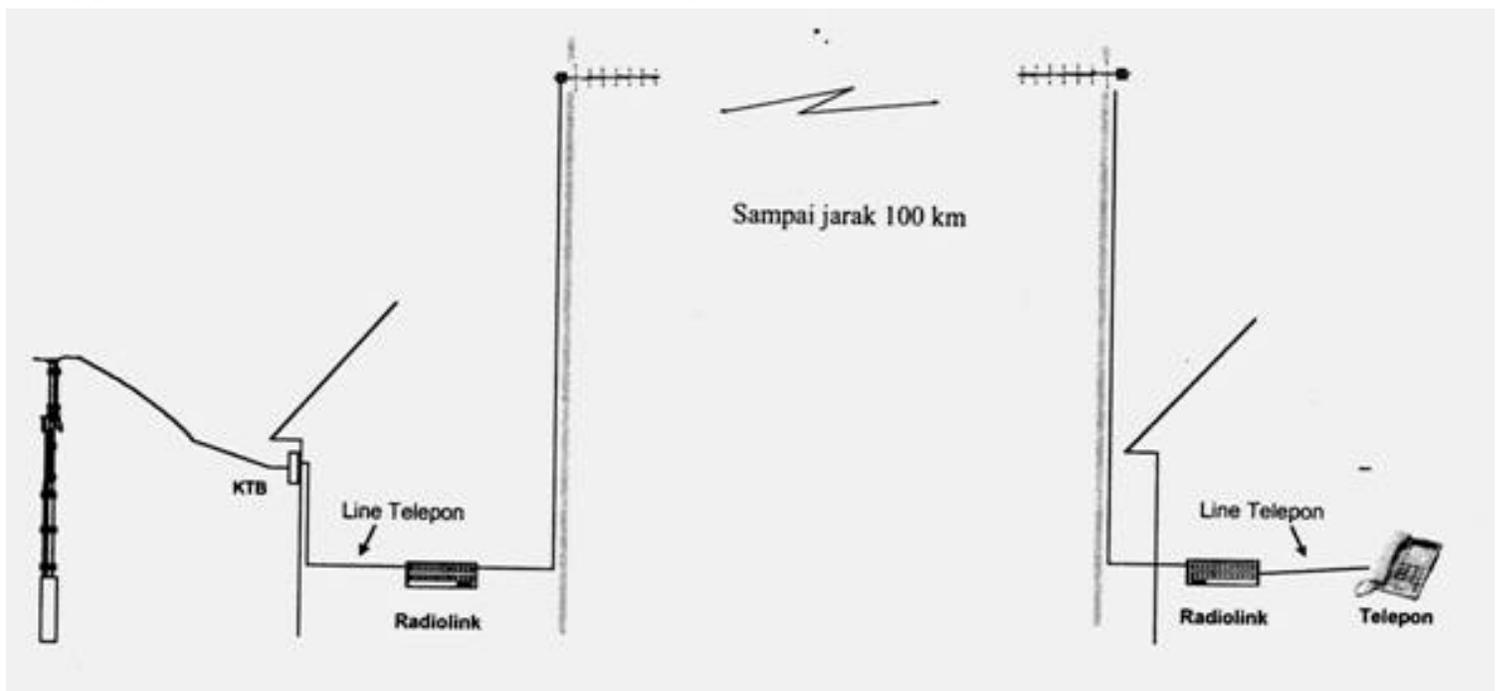


Gambar 2.10 Konfigurasi WLL

b. Point To Point Radio

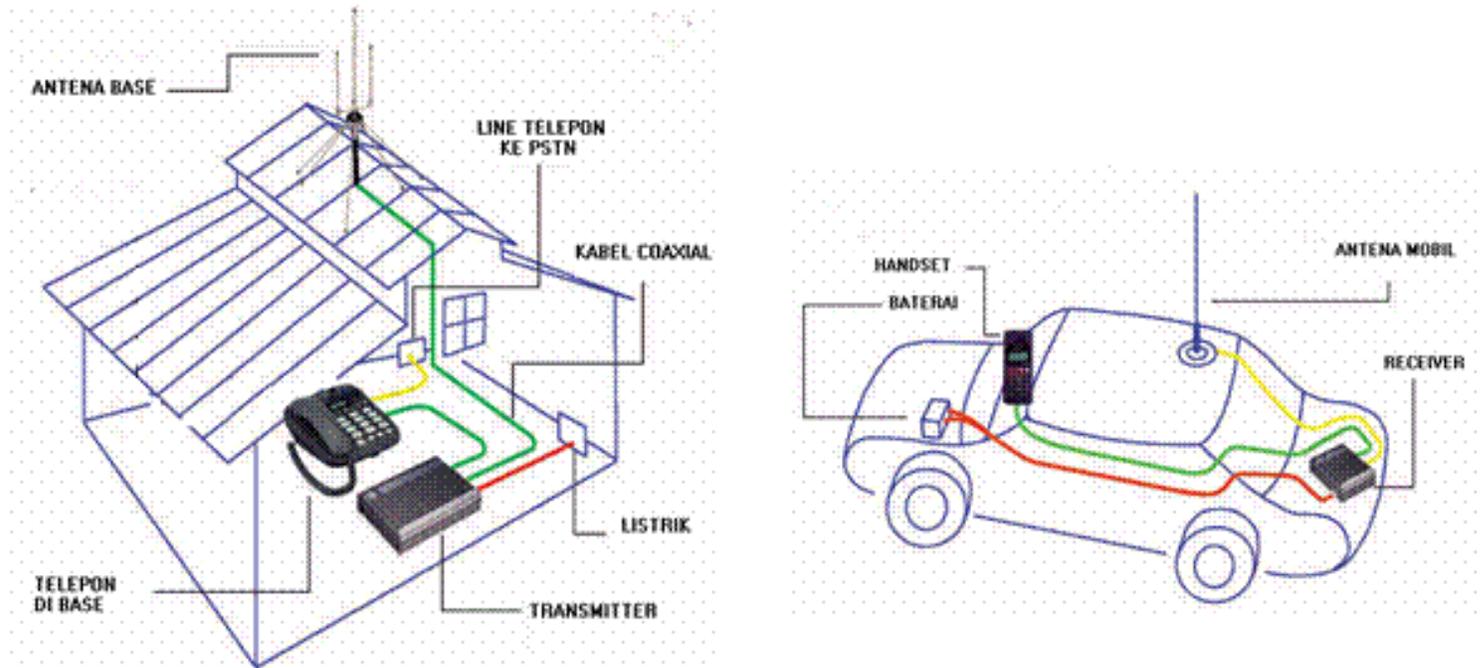
Radio Point To Point (radiolink) yang digunakan di masyarakat untuk akses telepon tidak mengacu pada salah satu teknologi di atas. Radio ini menggunakan frekuensi komersil dan memiliki jumlah channel 1, 2,4 atau lebih. Namun umumnya yang dipakai radiolink 1 channel. Beberapa merk yang beredar antara lain Alcon, Senao, Voyager dll.

Sebagai contoh, radiolink Alcon CT8 yang beroperasi pada frekuensi 235 - 385 Mhz dengan daya pancar base dan remote sampai 25 W dapat menjangkau jarak sampai 100 km (tipikal sampai 80 km). Bahkan beberapa radiolink memiliki kemampuan komunikasi multipoint. Contoh jaringan akses menggunakan radiolink untuk fix-to-fix ditunjukkan oleh Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Perpanjangan Jaringan Akses Menggunakan Radiolink (Aplikasi Fix-Fix)

Selain untuk aplikasi point to point, beberapa radiolink juga digunakan untuk aplikasi fix ke mobile seperti Gambar 2.12 .



Gambar 2.12 Aplikasi Radiolink Fix To Mobile

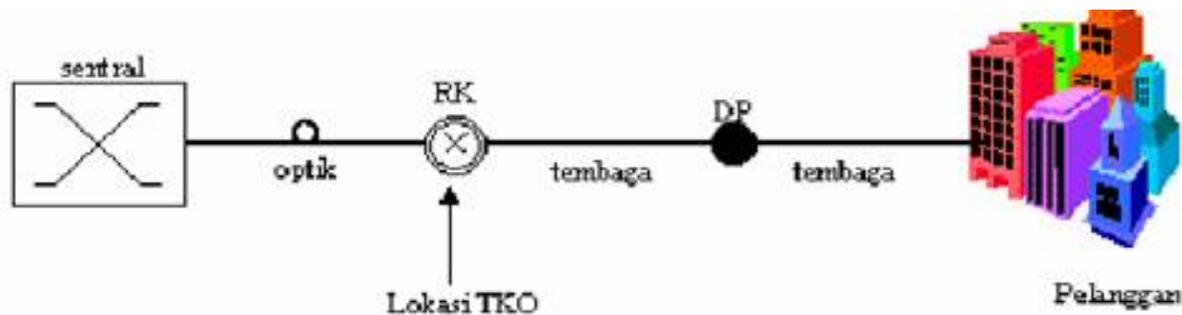
2.3.4 Jaringan Akses Serat Optik

Jaringan akses fiber atau jarlokaf adalah jaringan akses yang mempergunakan serat optik untuk menggantikan kabel tembaga. Jarlokaf mempunyai 2 titik penting yang diletakkan di sentral dan di sisi pelanggan, dikenal sebagai titik konversi optik (TKO).

Untuk menggantikan aplikasi jaringan akses, jarlokaf diterapkan dengan pendekatan bagaimana meletakkan titik konversi optik pelanggan. Ada empat modus aplikasi serat optik, yakni FTTZ, FTTC, FTTB dan FTTH.

Fiber To The Zone (FTTZ)

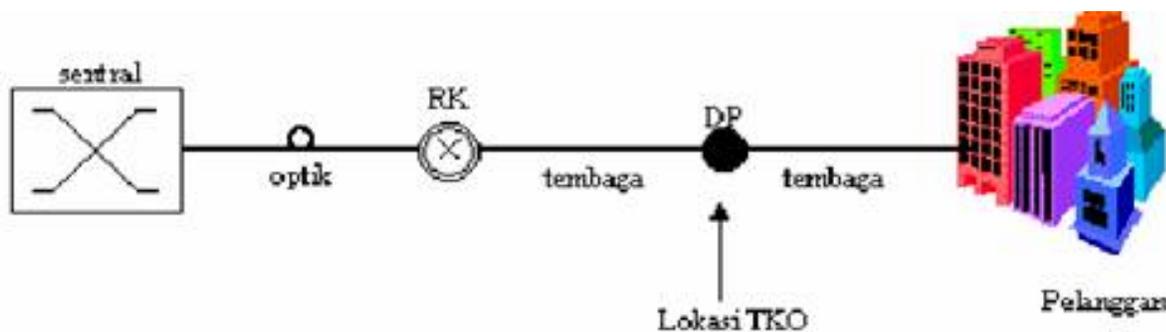
Dalam modus aplikasi FTTZ, serat optik digunakan untuk menggantikan jaringan primer dari jarkab. Sehingga serat optik ditarik dari sentral sampai ke rumah kabel (RK). TKO diletakkan di dalam RK. Aplikasi ini dilakukan jika tingkat kebutuhannya sebatas memenuhi keterbatasan kabel primer.



Gambar 2.13 Modus Aplikasi FTTZ

Fiber To The Curb (FTTC)

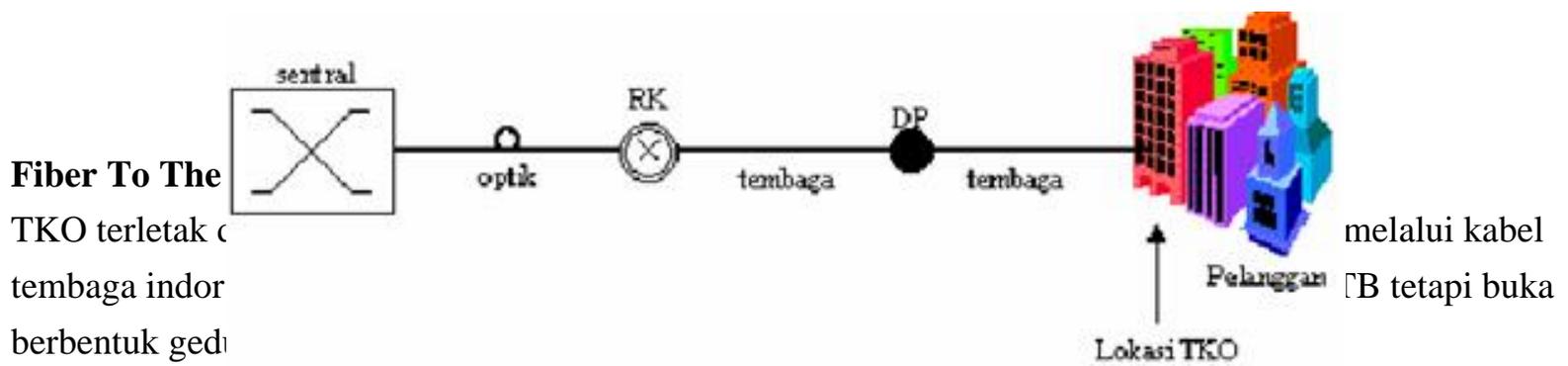
Aplikasi FTTC menempatkan TKO terletak di suatu tempat diluar bangunan, didalam kabinet atau diatas tiang menggantikan DP dengan kapasitas lebih kecil dari 120 SST. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga hingga beberapa ratus meter. FTTC dapat diterapkan bagi pelanggan bisnis yang letaknya terkumpul di suatu area terbatas namun tidak berbentuk gedung bertingkat tinggi seperti yang ditunjukkan Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Modus Aplikasi FTTC

Fiber To The Building (FTTB)

TKO diletakkan di dalam gedung (ruang telekomunikasi basement atau terdistribusi di setiap lantai). Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga indoor atau IKR. FTTB dapat diterapkan bagi pelanggan bisnis di gedung-gedung bertingkat atau bagi pelanggan perumahan di apartemen seperti yang ditunjukkan Gambar 2.15.



Fiber To The Home
TKO terletak di
tembaga indoor
berbentuk gedung

melalui kabel
FTTH tetapi bukan

Teknologi Jarlokaf

Teknologi jarlokaf memang masih terbatas. Beberapa teknologi yang telah diterapkan antara lain media DLC, PON (Passive Optical Network), AON (Active Optical Network) dan HFC (Hybrid Fiber Coax). DLC, PON dan AON merupakan teknologi jarlokaf yang terintegrasi dengan kabel tembaga, sedangkan HFC merupakan teknologi jarlokaf yang terintegrasi dengan coaxial.

Aplikasi DLC telah disinggung di atas, berikut akan diuraikan aplikasi PON dan HFC. Aplikasi AON hampir sama dengan PON terkecuali komponen yang digunakan adalah komponen aktif.

1. Teknologi PON

PON atau Passive Optical Network adalah jaringan akses yang menggunakan serat optik dan kabel tembaga konvensional serta menggunakan perangkat pasif untuk membagi penggunaan serat optik. Sebagai contoh konfigurasi jaringan akses PON dengan modus aplikasi FTTC dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.16 Konfigurasi Jaringan Akses PON-FTTC

Teknologi PON mempunyai keunggulan utama dengan menggunakan pasive splitter. Melalui passive splitter ini maka, kabel optik dapat dipecah (split) menjadi beberapa kabel optik lagi, dengan kualitas isi yang sama (tidak ada fungsi addressing dan filtering).

OLT mempunyai fungsi untuk melakukan konversi dari sinyal elektrik menjadi optik. OLT merupakan titik ujung jaringan akses serat optik yang dihubungkan dengan sentral telepon. OLT dibagi menjadi beberapa ODN (Optical Distribution Network). ODN terdiri dari serat optik dan ONU. ONU merupakan perangkat TKO yang berada di sisi pelanggan. Kapasitas setiap ODN yang digunakan di dalam OLT sama.

Perencanaan jaringan PON meliputi pemilihan OLT, pemilihan ODN, penentuan teknik transmisi (1 fiber atau 2 fiber), penentuan Passive Splitter dan kapasitas ONU.

Parameter utama OLT antara lain jenis OLT (1600, 800, dan 400), pabrikan, powering, harga, komponen utama dan rak.

Parameter utama untuk ODN adalah jenis ODN (100, 200 dan 400), pabrikan, powering, harga, komponen utama dan rack. Secara umum didapat hubungan jumlah ODN = kapasitas OLT / kapasitas ODN.

Parameter utama untuk teknik transmisi adalah menggunakan WDM (1 fiber) atau TDM-TDMA (2 fiber). Parameter utama untuk passive splitter adalah splitter 1 ke 2, atau 1 input ke beberapa output, baik dengan back up maupun tidak.

Pemilihan dan penempatan ONU didasarkan atas dasar kapasitas maksimum ODN ataupun didasarkan atas kapasitas demand.

2. Teknologi HFC

Hybrid Fiber Coax merupakan jaringan akses yang dibentuk oleh kombinasi jaringan serat optik dan coaxial. Pada awalnya HFC digunakan oleh operator TV kabel, tetapi saat ini telah banyak digunakan untuk layanan multimedia seperti telepon, data, CATV, Video on Demand dan lain lain.

Komponen jaringan HFC dibentuk oleh Distribution Hub, jaringan serat optik, fiber node, jaringan kabel coaxial, amplifier (optional) dan tap seperti Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Gambar Jaringan HFC

BAB 3

TEKNIK SWITCHING

3.1 Perkembangan Teknologi Switching

Sejarah sentral telepon dimulai dari ditemukannya telepon pada tahun 1876 oleh Alexander Graham Bell. Kemudian sentral telepon manual (**Manual System**) dibangun pertama kali tahun 1878 di Connecticut serta beberapa tempat lain. Hingga pada tahun 1891 ditemukan sistem sentral yang langsung dikendalikan pesawat telepon (**Step By Step System**) oleh Almon B. Strowger dan sentralnya lebih dikenal sebagai sentral Strowger. Tahun 1912, seorang engineer Swedia, Gotthief Batulander menemukan sistem sentral otomatis crossbar yang sederhana, sistemnya disebut Crossbar Batulander. Crossbar Batulander menggunakan rele rele tunggal. Perbaikan sistem Crossbar Batulander muncul Crossbar Switch yang menggunakan sistem pengontrolan elektromagnetik dan pengontrolan bersama (**Common Control System**). Selain sistem Crossbar Switch, perbaikan system Crossbar Batulander juga melahirkan penggunaan Reed relay. Reed relay memicu perkembangan rele elektronik dan menyebabkan berkembangnya sentral elektronik khususnya setelah perang dunia kedua. Sentral elektronik menggunakan pengontrolan computer (Stored Program Controlled) dikenalkan sekitar tahun 1970.

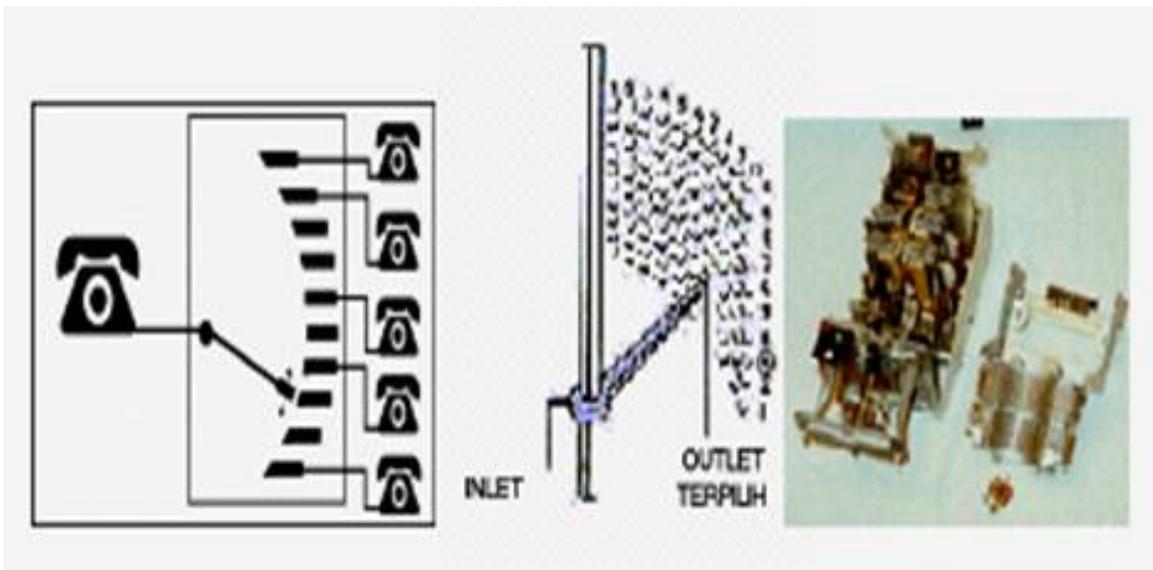
Perkembangan pemakaian komputer menyebabkan system komunikasi bergeser ke system digital. Maka ditemukanlah time switch yang menggunakan elektronika digital. Sistem pengontrolannya tetap menggunakan komputer (Stored Program Controlled). Selain itu, komunikasi juga tidak dibatasi untuk suara yang didigitalisasi, tetapi juga komunikasi data dan gambar (multimedia) sehingga perkembangan sentral digital tidak hanya melayani system circuit switching, tetapi juga packet switching.

Pada akhir abad 20, sistem penggunaan serat optik mulai berkembang. Engineer telekomunikasi mulai memikirkan sistem sentral yang menggunakan optik, sehingga muncul sistem optical switching.

3.2 Jenis Jenis Switch Yang Digunakan

3.2.1 Selektor

Selektor merupakan alat pemilih yang menghubungkan satu masukan (inlet) dengan beberapa pilihan keluaran (outlet). Selektor elektromekanik digerakkan secara elektromagnetik maupun dengan mempergunakan elektromotor. Selektor banyak digunakan pada awal teknologi switching.



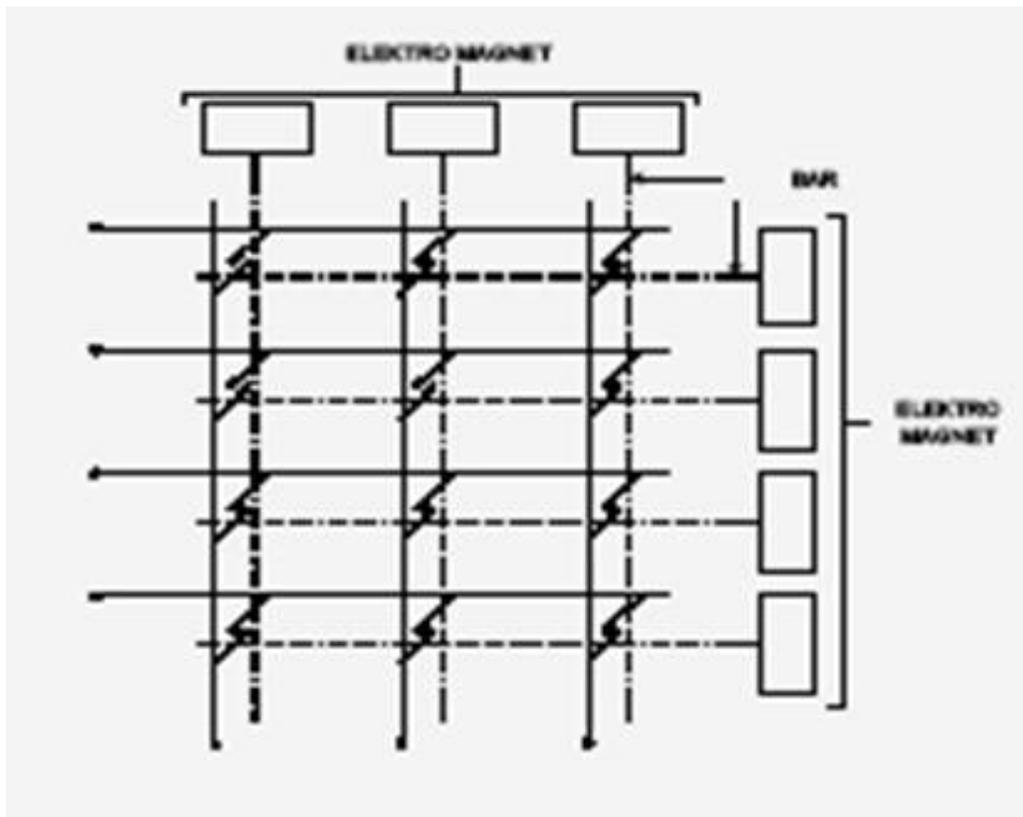
Gambar 3.1 Selektor

Selektor dalam keadaan awal berada pada home position, saat menerima impuls dari telepon, wiper selektor akan berpindah. Perpindahannya ditentukan oleh besarnya impuls tadi. Setiap output selektor dihubungkan dengan telepon lain.

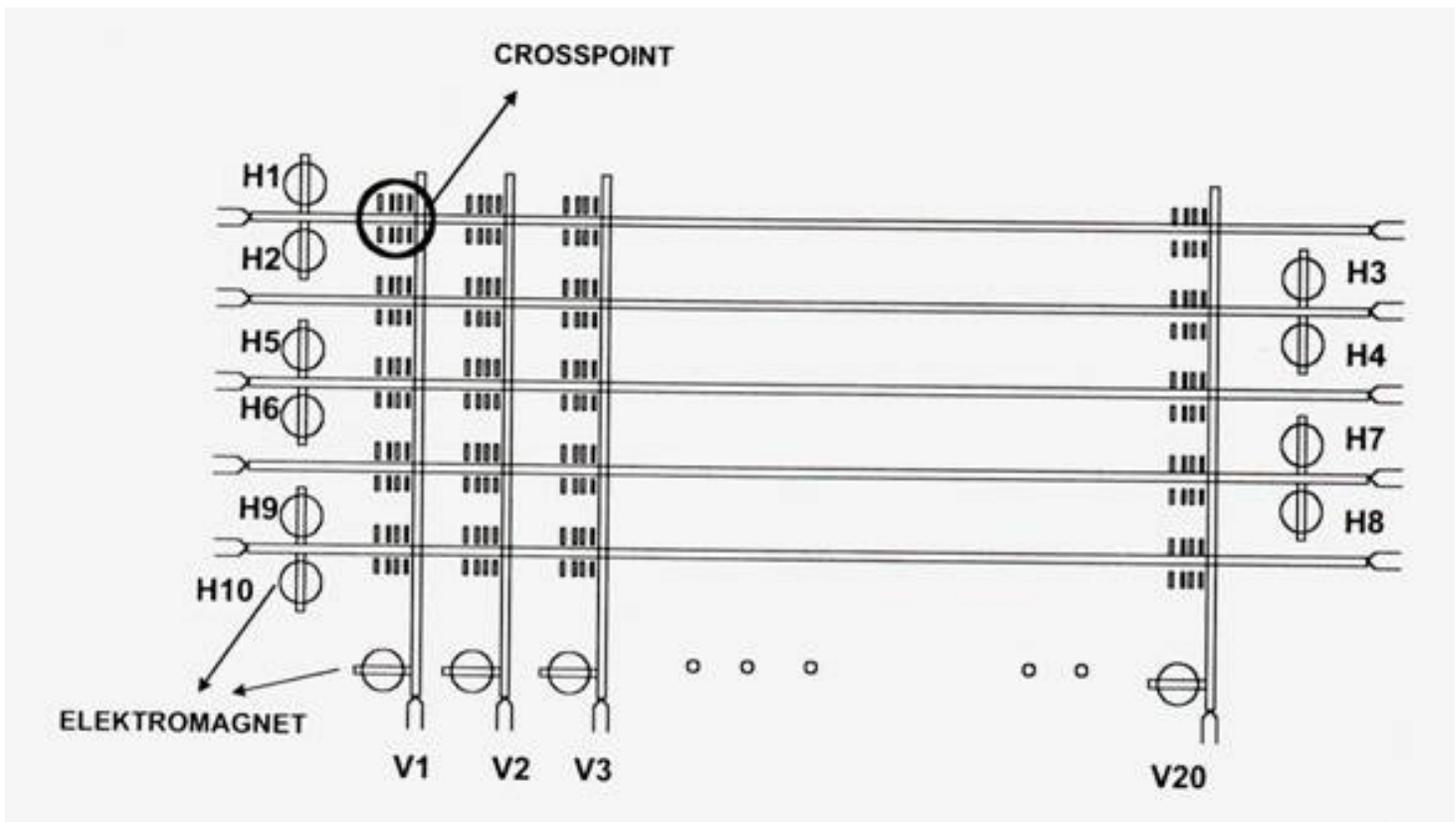
Selektor yang hanya memiliki outlet satu arah disebut Uniselector, sedangkan yang memiliki outlet pada sisi horizontal dan vertikal disebut Two-Motion Selector. Selektor yang digunakan untuk switching adalah Two-motion selector. Selektor ini memiliki 10 baris outlet dan 10 kolom outlet, sehingga 1 inlet dapat dihubungkan dengan 100 outlet. Digit pertama akan menggerakkan wiper ke arah vertikal, sedangkan digit kedua ke arah horizontal.

3.2.2 Crossbar Switch

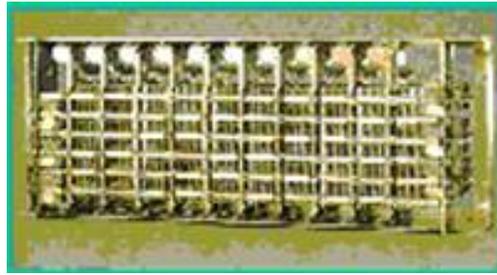
Crossbar switch atau switch yang terdiri dari garis/batang yang bersilangan adalah sistem switch yang menghubungkan beberapa titik input output yang berbentuk matriks. Crossbar switch menggunakan rele elektromagnet dan terdiri dari 10 horizontal bar yang digerakkan oleh 5 pasang rele elektromagnet dan 20 vertikal bar yang digerakkan 20 rele elektromagnet, sehingga memiliki 200 titik persilangan.



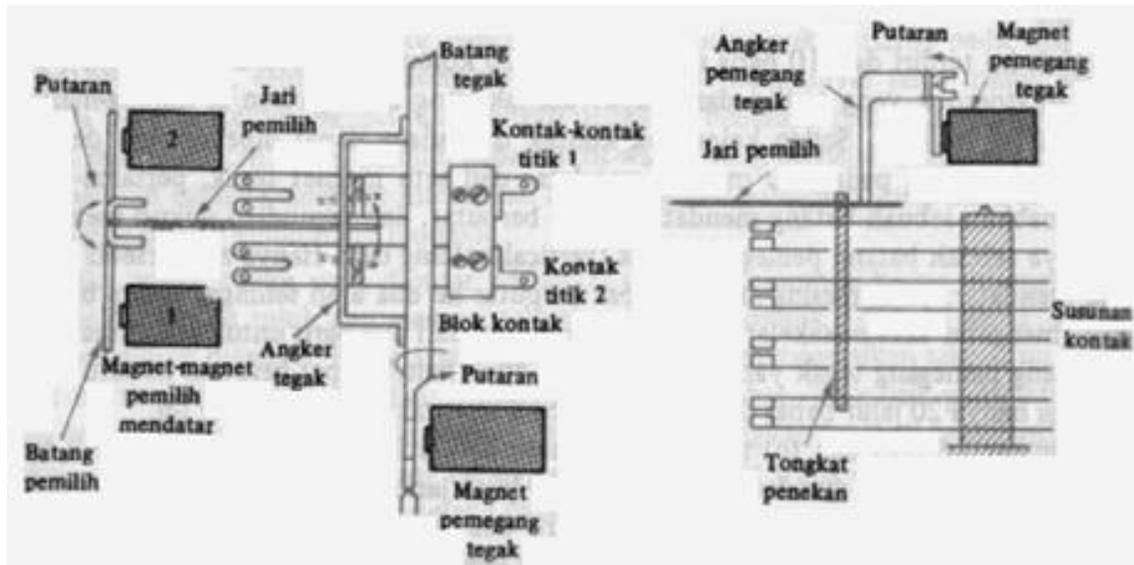
Gambar 3.2 (a). Matriks Crossbar



Gambar 3.2 (b). Skema Crossbar Switch



Gambar 3.3 Bentuk Fisik Crossbar Switch



Gambar 3.4 Prinsip Kerja Crossbar Switch

Dari Gambar 3.2, setiap crospoint terdiri dari dua kelompok kontak. Rele pada horizontal bar menggerakkan batang pemilih ke kelompok kontak atas atau ke kelompok kontak bawah. Misalnya pada gambar B, jika Magnet H1 bekerja, maka batang pemilih akan berada di kelompok kontak di atas pada crospoint, kemudian disusul magnet V1 yang bekerja, maka batang pemilih akan tertekan dan menyebabkan kontak saling berhubungan. Magnet H1 akan kembali pada posts] tidak aktif, tetapi kontak akan tetap tertekan sampai magnet V1 terlepas.

Crossbar switch dapat menghubungkan sekaligus 20 titik hubungan. Magnet vertikal dihubungkan dengan 20 input. Tersedia 10 saluran keluar.

3.2.3 Rele

Selain selektor dan crossbar switch, rele banyak digunakan sebagai komponen penentu sentral telepon. Berdasarkan dasar fisika yang membentuk rele, rele terdiri atas rele elektrostatis, rele elektromagnetis, rele thermo, SCR (Silicon Controlled Rectifier), Rele cahaya dan transistor. Selektor dan crossbar pada dasarnya juga adalah rele, namun memiliki banyak outlet.

Rele elektromagnetis adalah rele yang paling banyak digunakan sebelum ditemukan sentral digital, contohnya adalah rele Reed dan rele Ferred.. Rele ini menggunakan magnetik reed yang memiliki

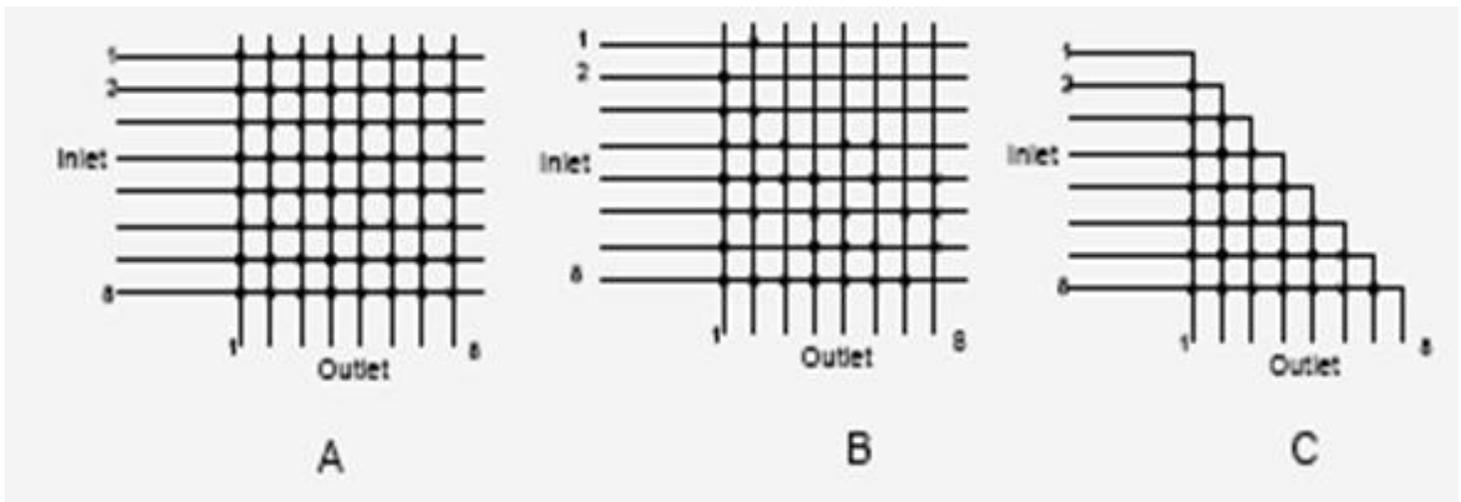
kelebihan, antara lain frekuensi kontak yang besar, ukurannya kecil, waktu kontakannya cepat serta dapat di gerakkan hanya dengan pulsa satu mdetik.

Gambar 3.5 Berbagai Jenis Rele yang Dipakai

Pada perkembangan selanjutnya rele elektronik banyak dipakai pada generasi switching modern. Juga penggunaan rele elektronik dalam bentuk IC.

3.3 Struktur Switching

Secara sederhana, struktur switching adalah kumpulan switch yang menghubungkan beberapa inlet (masukan) ke beberapa outlet (keluaran). Switch dapat dibentuk memakai selektor, crossbar switch ataupun rele. Struktur switch yang paling sederhana adalah susunan Square Matrix.



Gambar 3.6 Struktur Switching :

(a) Square Matrix, (b) Graded Square Matrix, (c) Triangular Matrix

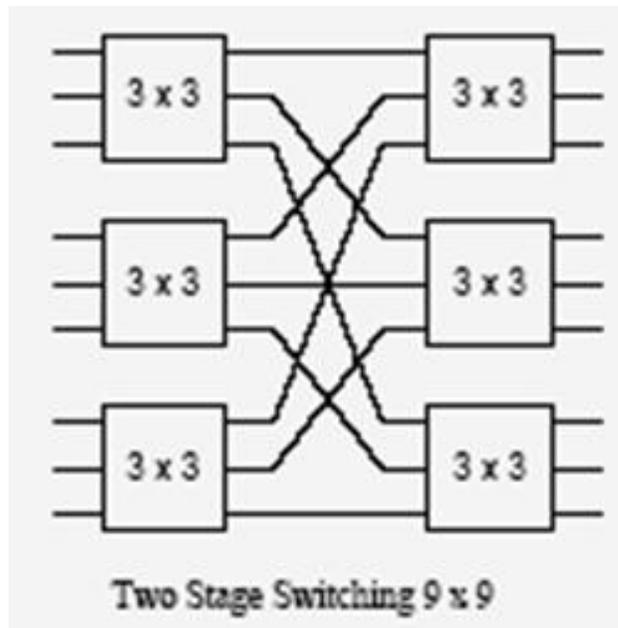
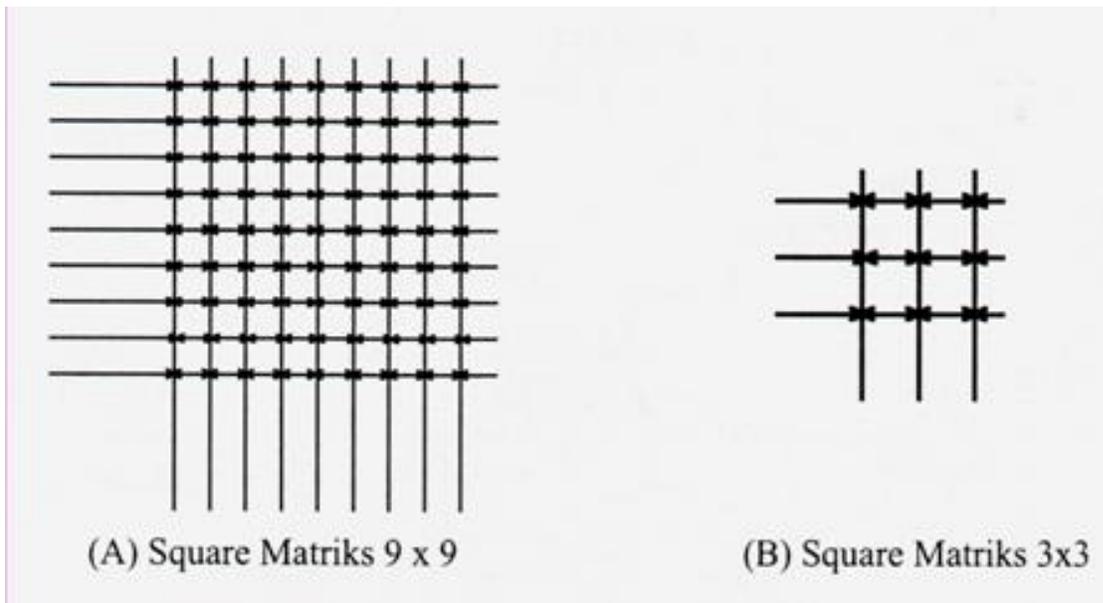
Pada Square Matrix, jika terdapat 5 inlet dan 5 outlet, maka dibutuhkan 25 switch.. Jumlah switch ditentukan oleh jumlah inlet dan outlet serta aturan switching yang ditentukan, misalnya tidak semua outlet dapat diakses oleh inlet. Sistem ini disebut Graded Square Matrix.

Triangular Matrix memiliki jumlah switch yang lebih kecil dibandingkan Square Matrix. Pada Square Matrix sepasang inlet dan outlet memiliki 2 switch, sehingga memiliki 2 jalur hubungan, sedangkan pada Triangular Matrix setiap pasangan hanya memiliki 1 jalur hubungan.

3.3.1 Multiple Stage Switching

Untuk jumlah inlet dan outlet sama, jumlah switch yang dibutuhkan untuk Square Matrix adalah N^2 dan Triangular Matrix adalah $N(N - 1)/2$. Jika jumlah inlet dan outlet 5, maka Square Matrix Switching membutuhkan 25 switch, sedangkan Triangular Matrix Switching membutuhkan 10 switch. Jika terdapat inlet dan outlet 1000 maka akan dibutuhkan 1.000.000 switch atau 499.500 switch.

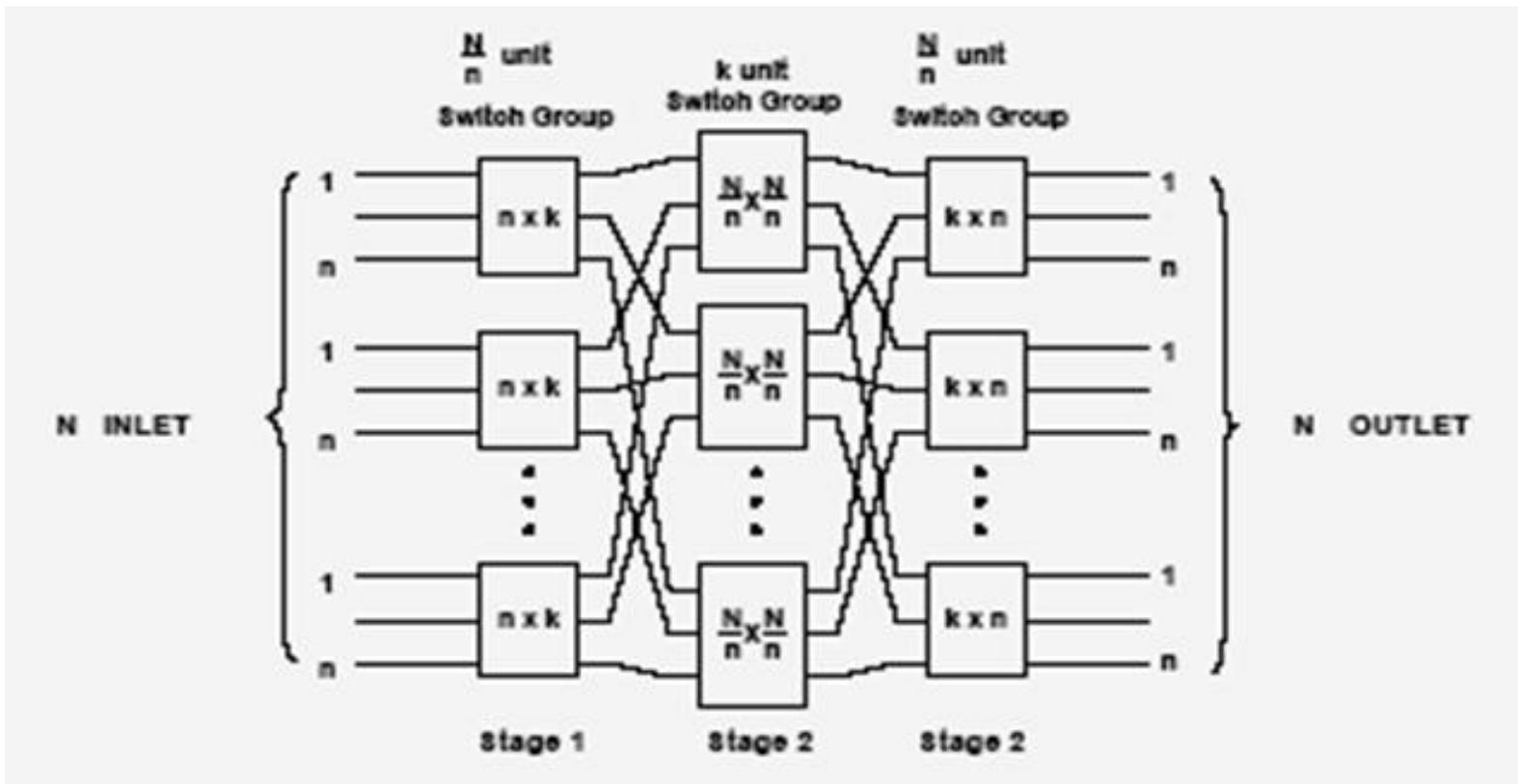
Untuk mereduksi jumlah switch yang terlalu banyak, maka digunakan switch dengan tingkatan (Multiple Stage Switching). Sebagai contoh, untuk 9 inlet dan 9 outlet dibutuhkan switch sebanyak 72 switch untuk Square Matrix, tetapi dengan 2 Stage Switching yang menggunakan full connected Square Matrix 3 x 3, dibutuhkan 54 switch.



Gambar 3.5 Multiple Stage Switching

Untuk switching 3 tingkatan (3 Stage Switching) dengan N inlet-outlet, dimana jumlah switch group tingkat pertama dan ketiga n buah sedangkan jumlah switch group ke dua k buah, akan dibutuhkan jumlah switch sebanyak N_x , dimana :

$$N_x = 2.N.k + k.(N/n)^2$$



Gambar 3.6 Three Stage Switching

Pada kenyataannya, pada saat semua inlet dipergunakan, pada Multiple Stage Switching tidak semua inlet dapat mencapai outlet, ini berarti terjadi blocking. Untuk memperkecil kemungkinan blocking, jumlah stage ke 2 pada Three Stage Switching harus memenuhi : $k=2.n-1$

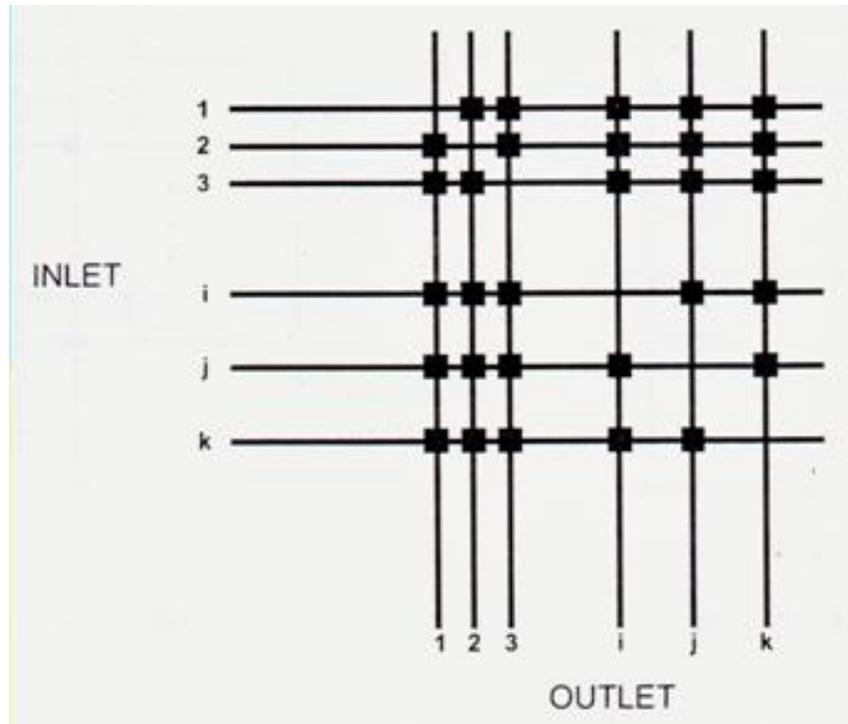
Desain Three Stage Switching yang memenuhi ketentuan ini disebut Nonblocking Switch. Berikut ini perbandingan jumlah switch yang dibutuhkan untuk Nonblocking Three Stage Switching dengan Single Stage Switching (Square Matriks Switching).

Tabel 3.1 Hubungan Jumlah Line dengan Jumlah Switch.

Jumlah Line	Jumlah Switch (Crosspoint)	
	Three Stage Nonblocking Switch	Single Stage Switch
128	7680	16.256
512	63.488	261.632
2.048	516.096	4,2 Juta
8.192	4,2 Juta	67 Juta
32.768	33 Juta	1 Triliun
131.072	268 Juta	Triliun

3.3.2 Sistem Switching 4 Kabel

Jaringan akses menggunakan sistem 2 kabel, namun setelah di sentral telepon sinyal telepon dipisah antara sinyal kirim dan terima dengan menggunakan rangkaian hibrid pada SLIC. Hasilnya adalah rangkaian 4 kabel. Memang pada sentral telepon analog pei mulaan, hanya menggunakan 2 kabel, tetapi karena adanya faktor redaman dan harus diperkuat, maka sentral mau tidak mau harus menggunakan sistem switching 4 kabel. Sehingga bagian kirim dan terima di sistem switching terpisah.



Gambar 3.7 Switching Empat Kabel

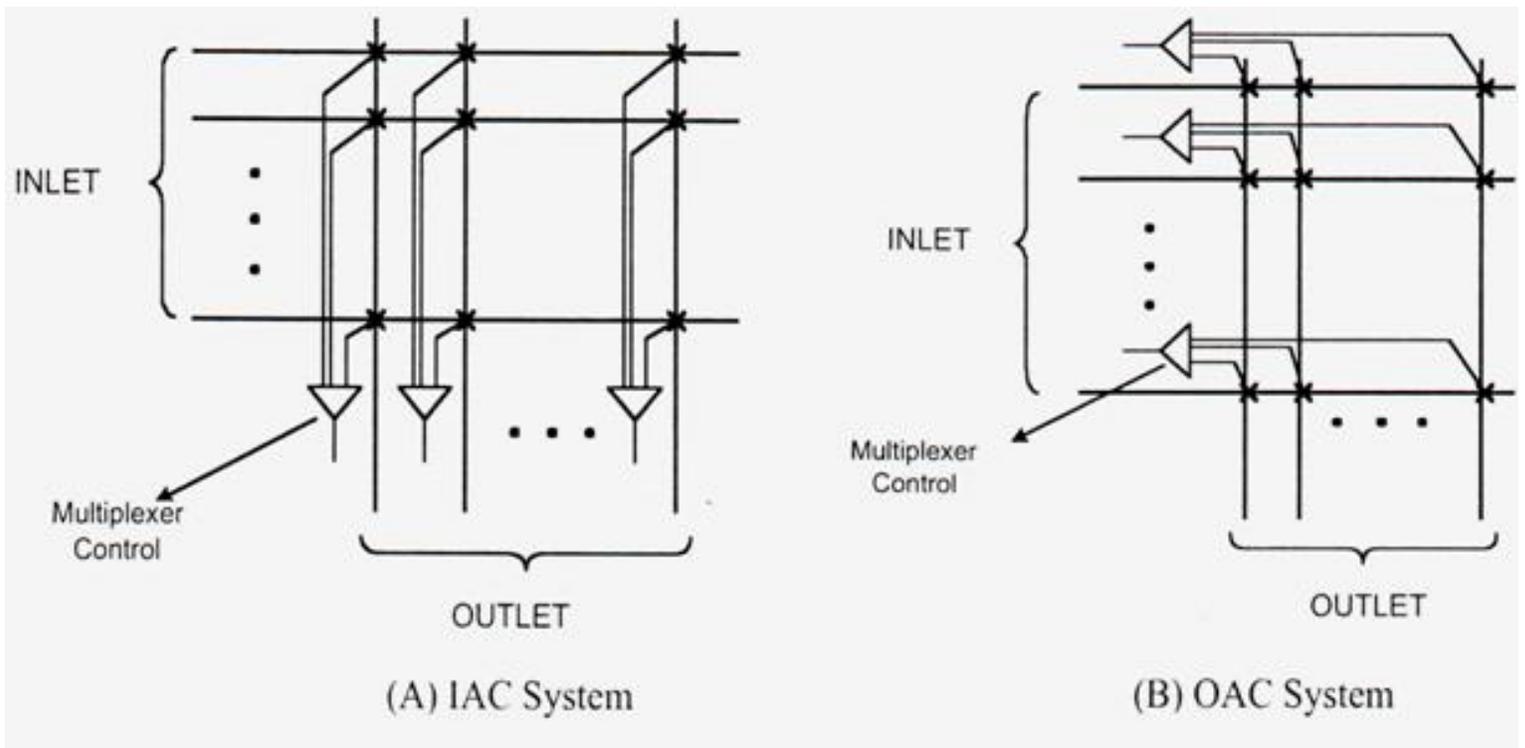
3.3.3 Path Finding

Path finding adalah proses mencari hubungan inlet dan outlet dalam struktur switching. Untuk switching single stage, path finding dilaksanakan secara otomatis, karena inlet dan outlet hanya dihubungkan dengan 1 switch. Tetapi untuk struktur switching yang terdiri dari multiple stage, dibutuhkan algoritma dan waktu pencarian jalan (path finding time).

Pada sentral SPC, path finding dilakukan oleh software path finding routine yang memberikan data path yang mungkin dipakai. Data ini terus diupdate.

3.3.4 Switch Matriks Control

Input Associated control adalah pengontrolan dihubungkan dengan outlet kemudian mendeteksi inlet mana yang akan dihubungkan. Sistem ini digunakan pada sistem step by step, dimana nada dial langsung menggerakkan control pemilih. Dalam Common Control System, data tentang saluran outlet yang bebas dan informasi inlet tersedia bersamaan.



Gambar 3.8 Switching Matrix Control

Output Associated control adalah pengontrolan dihubungkan dengan inlet kemudian mendeteksi outlet mana yang akan dihubungkan.

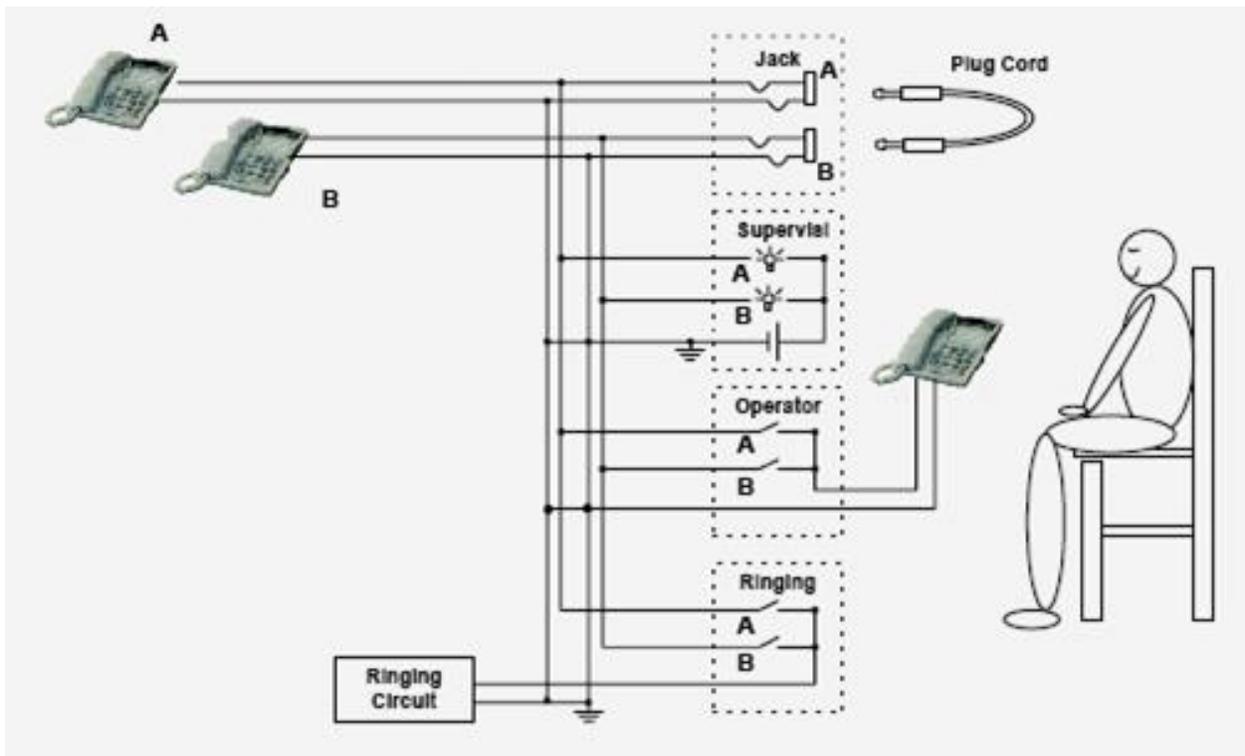
3.4 Jenis-jenis Sentral Telepon

Sentral telepon (telepon exchange) adalah sistem yang dibentuk oleh switching dilengkapi oleh komponen pendukungnya, seperti catudaya, interface jaringan akses dll. Karena switching adalah komponen utama, dalam penyebutannya sering digunakan kata switching untuk menyebutkan kata sentral.

Berdasarkan perkembangan pengontrolannya, switching dibagi atas sistem manual, sistem step by step, sistem common control dan sistem SPC.

3.4.1 Sentral Manual

Telepon pertama kali ditemukan oleh Alexander G'raham Bell pada tahun 1870, yang menyusul dibentuknya sistem switching. Sentral dibentuk menjadi switchboard yang dioperasikan oleh operator. Saat pelanggan A mengangkat handset, operator mendapat alert (lampu indikator menyala) dan menanyakan kepada siapa ingin dihubungkan (misal pelanggan B). Operator kemudian mengirim nada ringing ke pelanggan B, setelah diangkat, operator menghubungkan keduanya dengan kabel plug cord. Masing-masing operator mengoperasikan satu switchboard.



Gambar 3.9 (a). Rangkaian Sentral Manual



(B)

Gambar 3.9 (b) Switchboard Sentral Manual

3.4.2 Step By Step (Direct Control)

Step By Step adalah sistem switching otomatis yang paling tua dan paling sederhana. Step By Step Switching menggunakan pengontrolan dial langsung (direct-dial control) dimana switch secara langsung merespon digit yang dikirimkan telepon ke masing-masing tingkatan switch.

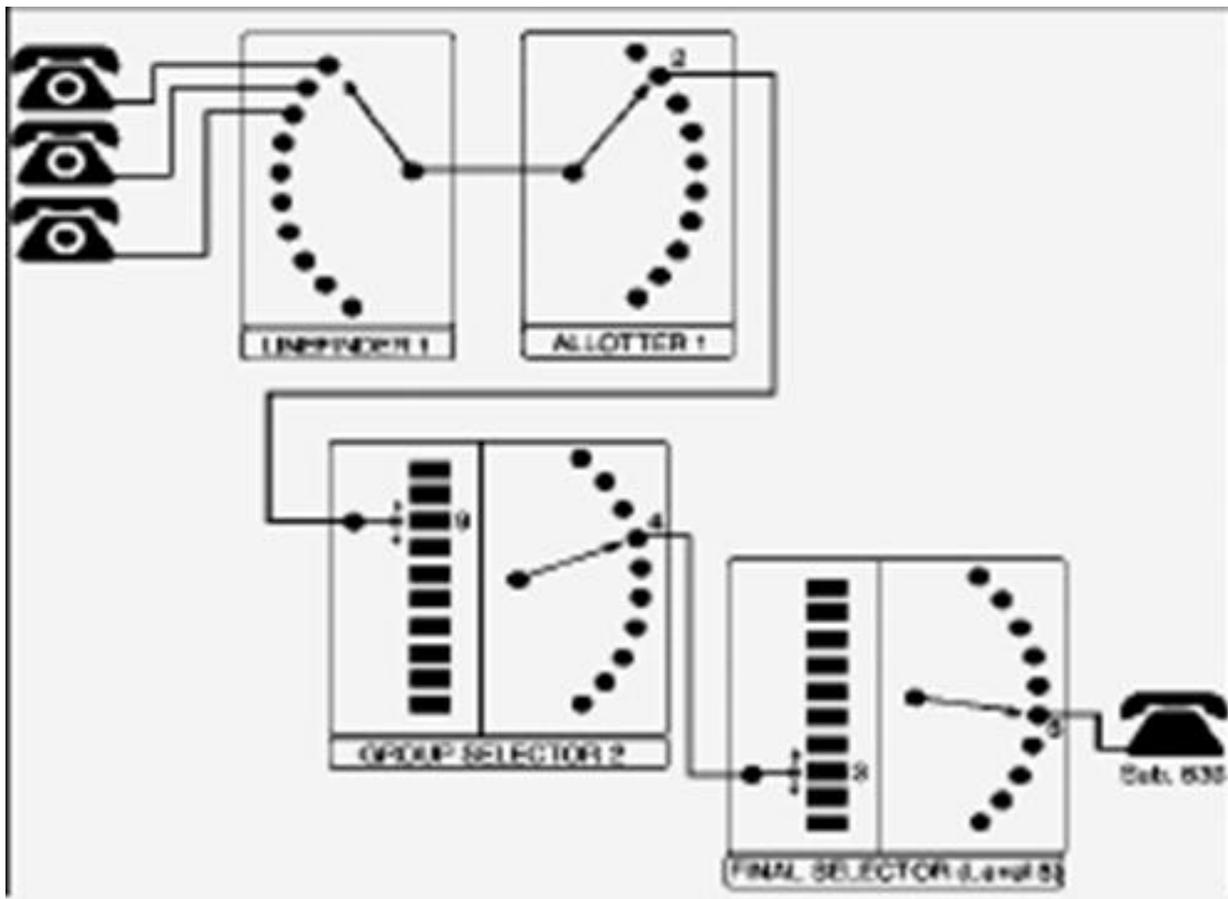
Sistem switching Step By Step menggunakan selektor sebagai komponen utamanya. Sistem switching ini mendominasi dunia telekomunikasi sampai tahun 1970. Komponen utama sistem switching Step By Step

antara lain :

- Subscriber Line Circuit, untuk mendeteksi handset telepon yang akan memanggil dan memberi nada sibuk pada pelanggan lain jika dipanggil.
- Linefinder dan Allotter, melayani pelanggan yang akan memanggil dan mengalokasikan salurannya ke Group Selector.
- Group Selector, menerima digit dari telepon pe»langgil dan merutekannya tingkat demi tingkat.
- Final Selector dan Ring Generator, Selektor yang berhubungan langsung dengan telepon yang dipanggil dan memberikan sinyal dering.
- Charging Circuit, mendeteksi jika telepon yang memanggil telah disambungkan dan menghitung biaya pembicaraan.
- PG/CSH Alarm, memberikan sinyal pengontrolan untuk kesalahan perangkat.

Line Finder & Allotter pada Sentral Step By Step

Saat telepon pelanggan diangkat, arus mengalir dan dideteksi oleh SLC. Seperti disebutkan di atas, jika telepon mendial maka akan langsung menggerakkan Group Selector. Tetapi karena jumlah inlet selektor terbatas dibandingkan jumlah pelanggan, maka ditempuh metode pendahuluan dengan 2 langkah, yakni (1) menemukan selektor yang bebas (menggunakan Allotter) dan (2) menghubungkan telepon yang memanggil ke selektor jika ada Group Selektor yang bebas (menggunakan Line Finder).



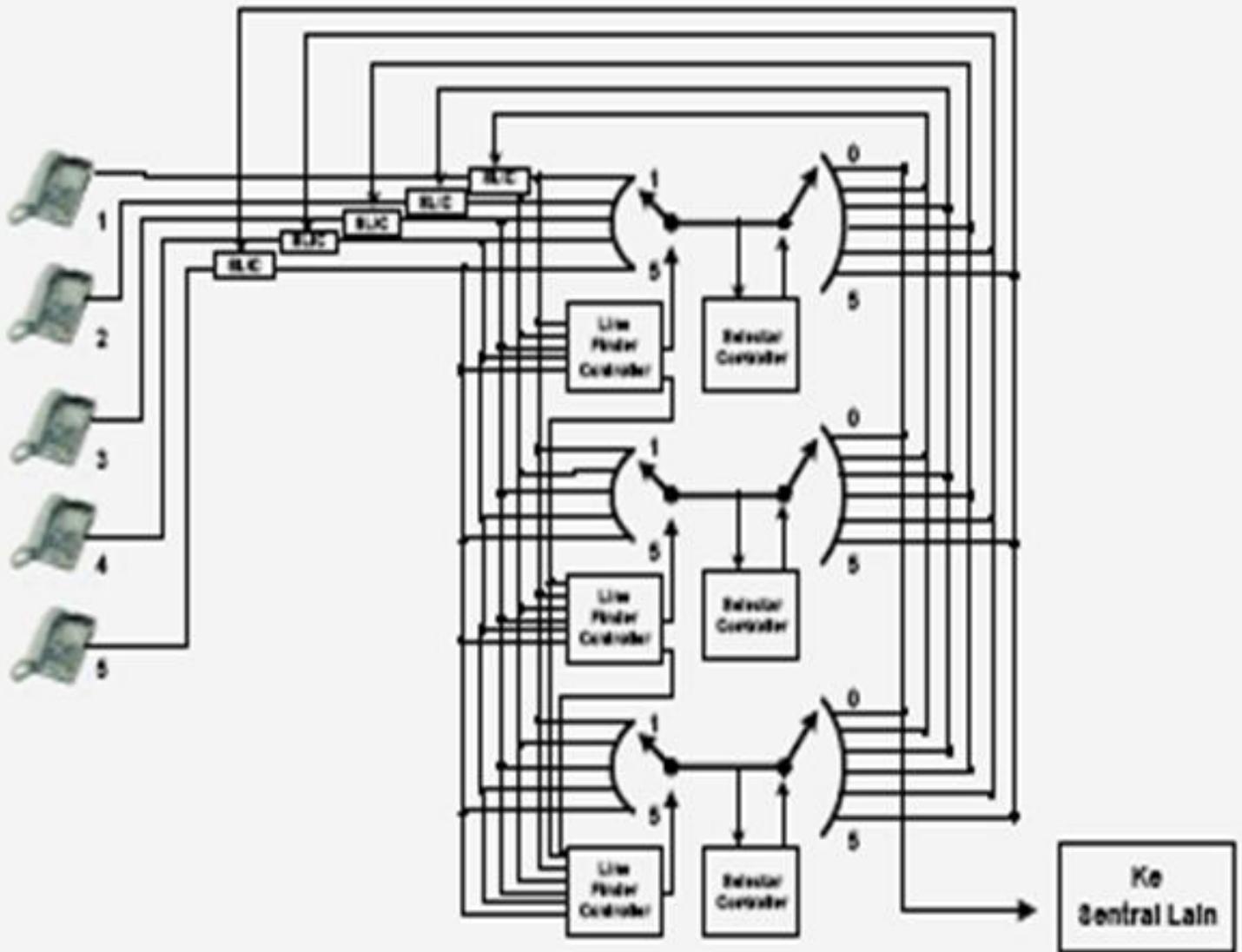
Gambar 3.10 Line Finder, Allotter, Group Switch dan Final Selector

Pre Selector Group Selector dan Final Selector

Beberapa sentral Step By Step tidak menggunakan Linefinder dan Allotter, tetapi langsung menggunakan selektor. Selektor yang langsung terhubung dengan pelanggan ini disebut Pre Selector, sedangkan selektor terakhir disebut final selector. Selektor yang berada diantara Pre dan Final selector disebut Group Selector. Satu selector mewakili satu digit nomor telepon.

Contoh Sentral Step By Step Sederhana

Berikut ini contoh sentral Step By Step sederhana yang melayani 5 pelanggan dan 1 trunk untuk ke sentral lain. Karena kapasitasnya yang kecil, maka selektor yang dipakai hanyalah Line Finder, dan Final Selector.



Gambar 3.11 Sentral Step By Step Kapasitas 5 Pelanggan

Masing-masing pelanggan dihubungkan ke SLIC dan terhubung ke 3 Line Finder. 3 line finder berarti setiap saat ada 3 telepon yang bisa menggunakan sentral. Dibandingkan jumlah pelanggan, diperoleh perbandingan 3:5 atau 60%. Persentasi ini sering disebut sebagai konsentrasi. Jika disebut 20%, maka hanya 20% dari pelanggan yang bisa menggunakan sentral secara bersamaan.

Sentral dengan 5 pelanggan di atas menggunakan 3 Line Finder yang menghasilkan 3 telepon yang bisa aktif secara bersamaan dengan pertimbangan, 1 telepon menelepon ke sentral lain dan 2 telepon menelepon pelanggan di dalam sentral, sehingga 5 pesawat telepon dapat aktif secara bersamaan.

Sentral Strowger

Salah satu sentral Step By Step yang terkenal adalah Sentral Strowger. Generasi pertama sentral ini dibuat tahun 1880 berbentuk collar box yang kemudian dipatenkan pada tahun 1891. Masing-masing telepon dihubungkan dengan sentral menggunakan 5 kabel, 1 kabel untuk grounding, 4 kabel untuk

nomor panggil. Misalnya, untuk mendial nomor 324, pemanggil harus menekan : tombol 1 tiga kali, tombol 2 dua kali dan tombol 3 empat kali. Sedangkan untuk mengakhiri harus menekan tombol 4. Sentralnya menggunakan 1000 switch.

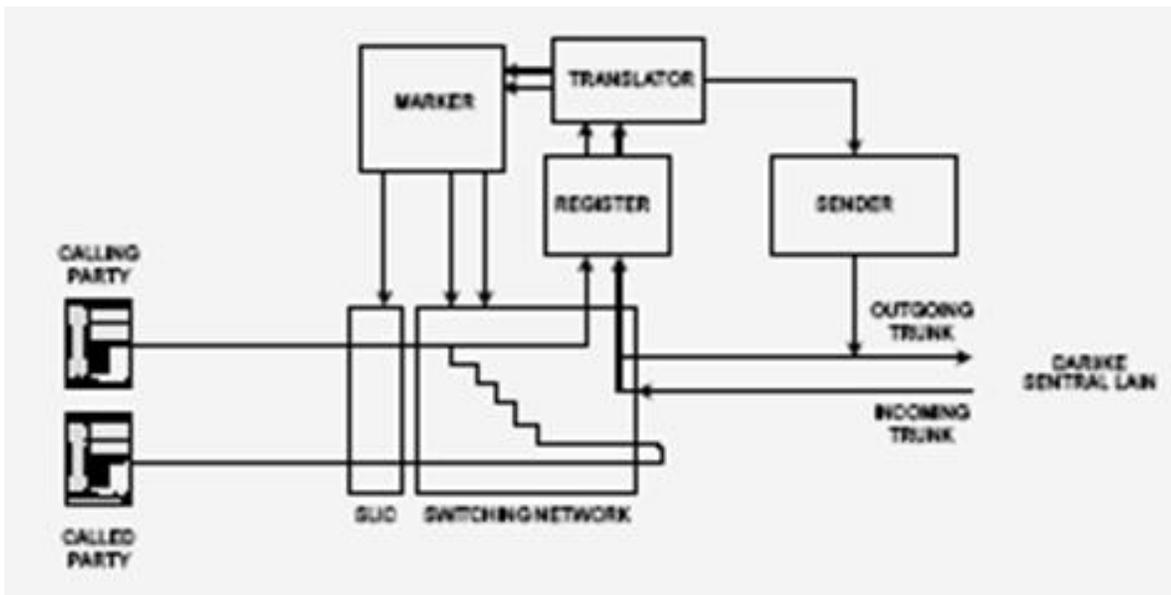
Sentral Strowger digunakan pertama kali di La Porte, Indiana, tahun 1892. Kelemahan sentral ini menggunakan banyak kabel ke pelanggan dan pelanggan harus menghafal berapakah ia menekan tombol. Tahun 1896 sentral diperbaiki sehingga hanya menggunakan 3 kabel dan menggunakan rotary dial. Pada tahun 1897 sentral strowger menggunakan two stage switching dan dipasang di Augusta, Georgia dan **tahun 1900** di New Bedford, Massachusetts. Pada perkembangan selanjutnya ada **tiga tipe** sentral strowger yakni : Tipe Pre-2000 adalah desain sebelum tahun 1936 - 1958, Tipe 4000 desain terakhir yang dikenalkan tahun 1958.

3.4.3 Common Control (Indirect Control)

Perkembangan dari sentral Step By Step adalah sentral dengan sistem pengontrolan bersama (Common Control System). Dalam ~~-in common control, proses yang terjadi antara lain :

- Mendeteksi panggilan serta menyimpan nomor yang didial
- Memilih jalur atau switch yang menghubungkan antara pemanggil (originating call dan yang dipanggil (terminating call)
- Memeriksa apakah nomor yang dipanggil bebas
- Menghubungkan panggilan

Prinsip common control inilah yang selanjutnya digunakan sebagai dasar semua sentral modem (sentral modem menggunakan digital switch dengan sistem common control SPC). Sistem common control sendiri berkembang dari manual controlled, mechanical controlled, electronic controlled dan computerized controlled (Store Program Controlled).



Gambar 3.12 Blok Dasar Sentral Common Control

Sentral common control sederhana terdiri dari blok switching network, register marker, translator, dan sender. Fungsi masing masing bagian antara lain :

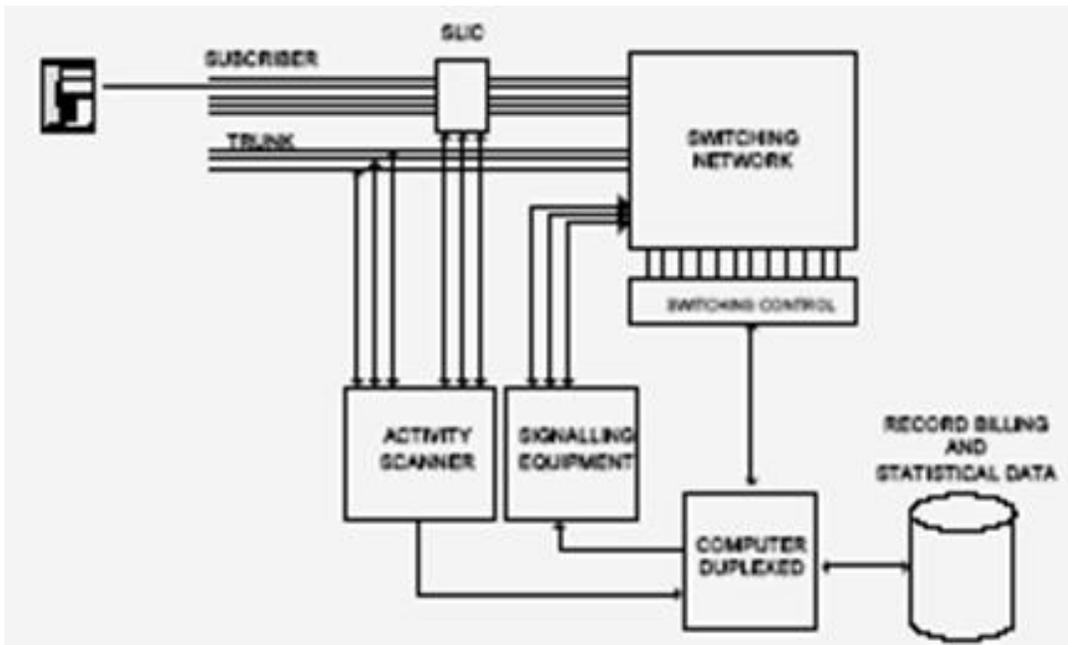
- Switching network : adalah komponen switch seperti yang ,telah dijelaskan sebelumnya. Switch ini berfungsi menghubungkan saluran panggil (calling party) dan saluran keluar (called party). Switch dapat berupa switch crossbar maupun switch elektronik.
- Register : berfungsi sebagai penyimpan digit-digit yang didial.
- Translator berfungsi sebagai pengubah nomor dial menjadi perintah atau instruksi switching.
- Marker : berfungsi sebagai pemilih jalur dan pengontrol switching network: Sender : sebagai pengontrol digit outgoing dan merutingkan panggilan outgoing.

Sentral Crossbar

Di beberapa tempat, sentral common control crossbar masih banyak digunakan. Telephone eXchange Crossbar no.1 TXC 1(TXK1 atau ATE 5005A) digunakan pertama kali di Broughton, Lancashire tahun 1964. TXK1 digunakan sebagai Group Switching Centres, Sector Switching Centres dan S.T.D. Kemudian dimodifikasi menjadi TXK2 atau ATE 5005T sebagai International Switching Centres. Generasi ketiga sentral crossbar modern adalah TXK3 (BXB 1112) digunakan mulai tahun 1971. TXK4 atau BXB 1121, menggunakan 4-wire register control system dan digunakan sebagai Transit Switching. TXK5 atau ARM20, digunakan sebagai **International Switching** Centre, di Stag Lane, London. TXK6 atau AKE 13 digunakan sebagai ISC.

3.4.4 Stored Program Controlled (SPC)

Penggunaan komputer untuk pengontrolan sentral membentuk teknologi SPC. Diagramnya ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



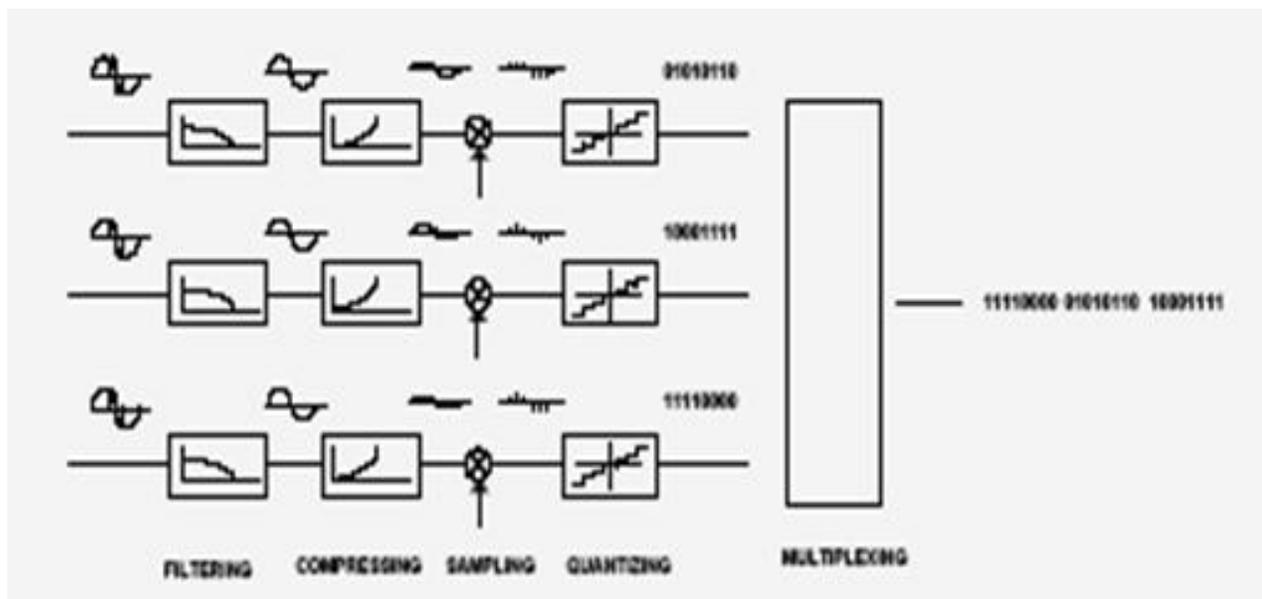
Gambar 3.13 Blok Dasar Sentral SPC

Sentral SPC terdiri dari blok activity scanner, signalling equipment, switching network dan kontrolnya, komputer sebagai pengontrol utama dan memori untuk menyimpan data.

Pengembangan sentral crossbar yang diterangkan di atas juga mengarah pada penggunaan komputer dalam pengontrolannya. Misalnya sentral crossbar hibrid ARE-11, dimana ditambahkan perangkat elektronik untuk menggantikan register dan marker, serta komputer kecil untuk pengontrolannya. Kemudian ARE-11 dimodifikasi menjadi ARF crossbar exchange, yang akhirnya diubah menjadi fully dedicated computer controlled exchange AXE. Pada sentral AXE switch crossbar digantikan dengan switch reed relay. Kemudian pada generasi selanjutnya group switchnya digantikan dengan switch digital, sentralnya dinamakan TXE.

3.5 Switching Digital

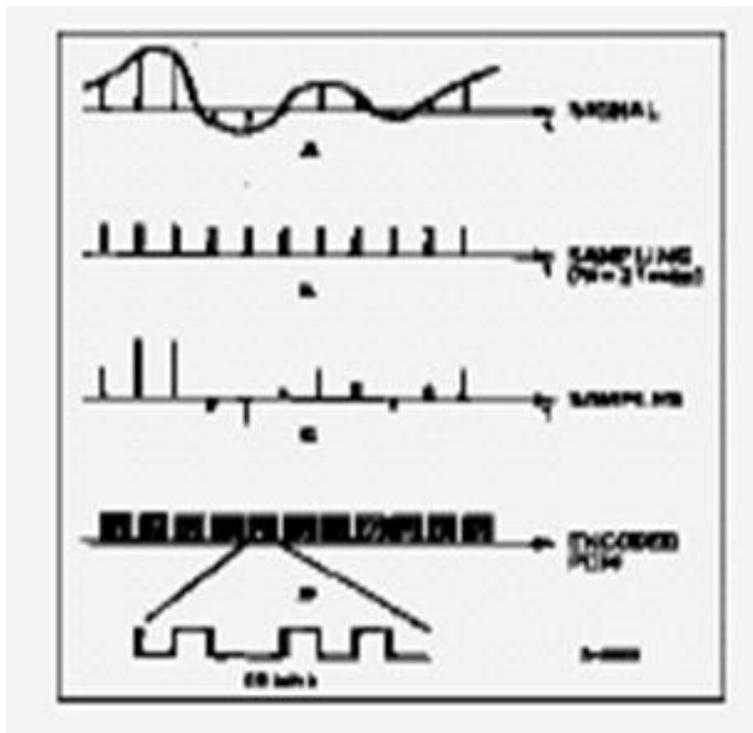
Bersamaan dengan perkembangan sentral analog (hanya menggunakan space switch), ditemukan sistem transmisi digital, dimana sinyal suara analog dari setiap line telepon dicuplik dan dikonversikan menjadi bit bit digital, kemudian dikirimkan dalam satu frame secara bersama. Pembentukan sinyal analog ke sinyal digital ini dikenal sebagai PCM (Pulse Code Modulation).



Gambar 3.14 Dasar Sistem PCM

Sinyal telepon dibatasi sampai hanya pada frekuensi 300 sampai 3400 Hz (dengan pembulatan lebar frekuensi 4 kHz) dengan menggunakan filter lowpass, kemudian sinyal ini dikompres menjadi sinyal berlevel kecil untuk selanjutnya dicuplik sehingga dihasilkan sinyal analog diskrit yang disebut Pulse Amplitudo Modulation (PAM). Pencuplikan atau sampling ini dilakukan setiap 125 μ s atau dengan menggunakan sinyal pulsa berfrekuensi 8 kHz. Sinyal PAM kemudian dikuantisasi menjadi sinyal digital, berdasarkan tinggi garis garis cuplikan. Setiap hasil sampling diubah menjadi 8 bit sinyal digital. Setelah menjadi sinyal digital, sinyal dari beberapa telepon dimultiplexing agar dapat dikirim secara bersamaan.

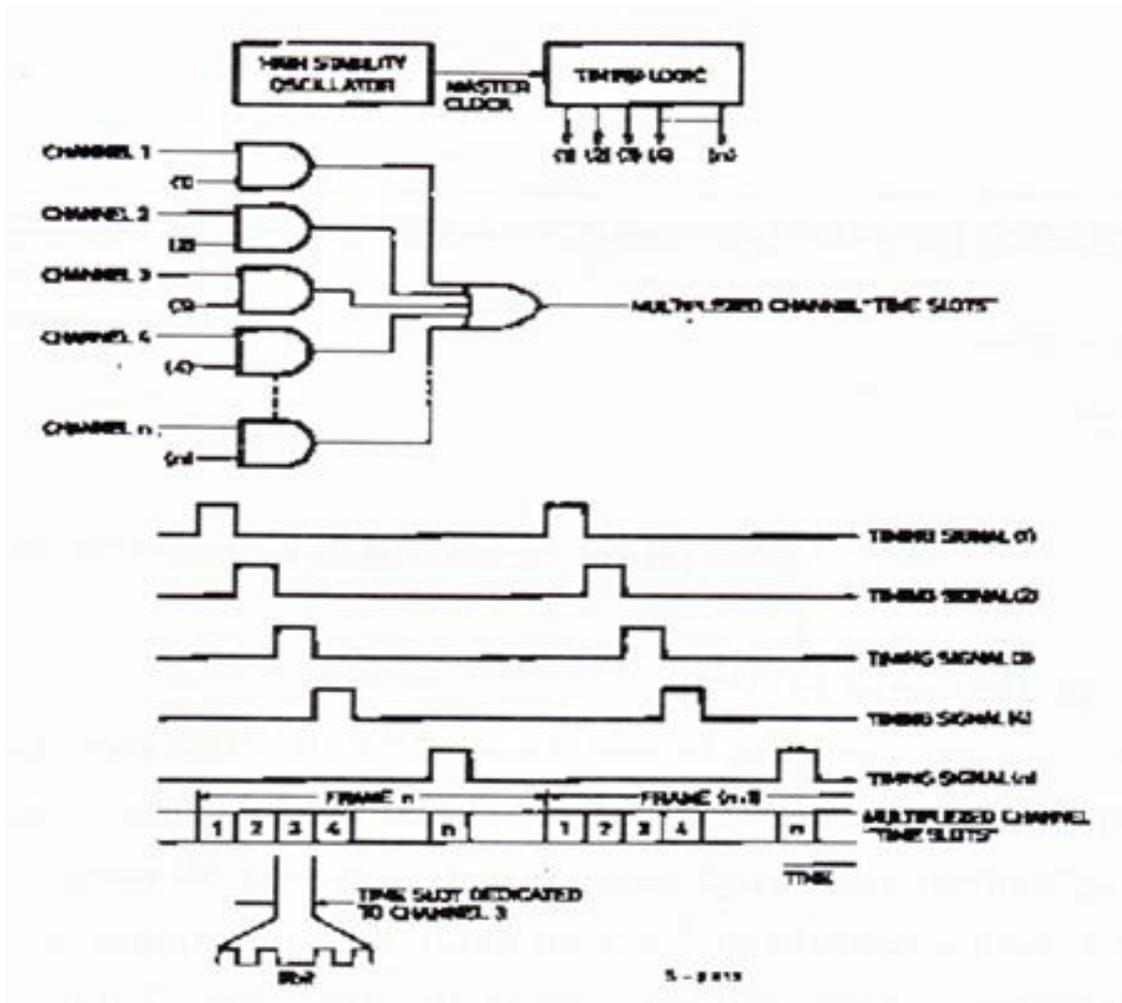
Jika sinyal disampling tanpa diikuti proses multiplexing (TDM), akan diperoleh 8 bit setiap selama 125 s atau 64.000 bit selama 1-detik, atau jika dihitung kecepatannya 64.000 bit/detik atau 64 kbps. Gambar berikut menunjukkan proses pengubahan sinyal analog menjadi sinyal digital.



Gambar 3.15 Bentuk Sinyal PCM

TDM (Time Division Multiplexing) adalah metode penggabungan beberapa sinyal digital menjadi satu sinyal digital yang memiliki kecepatan tinggi. Penggabungan ini dimaksudkan agar mempermudah pengiriman sinyal secara bersamaan. TDM merupakan bagian dari proses PCM di atas. Gambar 3.16 menunjukkan prinsip TDM. TDM menyusun beberapa sinyal secara serial, tiap sinyal dikorelasikan dengan time slot di frame TDM. Data dari n saluran yang telah di ubah menjadi sinyal digital dikompresi dan ditransfer ke satu saluran tunggal. Standar internasional untuk sinyal TDM terbagi 2, yakni :

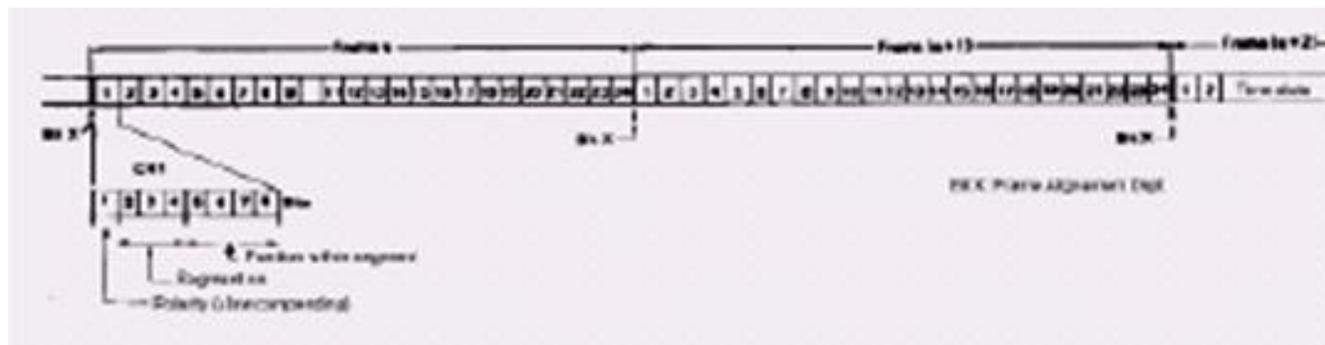
- The North American Standard (PCM 24 Transmission System)
- The European Primary System (PCM 30 Transmission System)



Gambar 3.16 Proses Pembentukan Frame TDM

3.5.1 Sistem Transmisi PCM 24

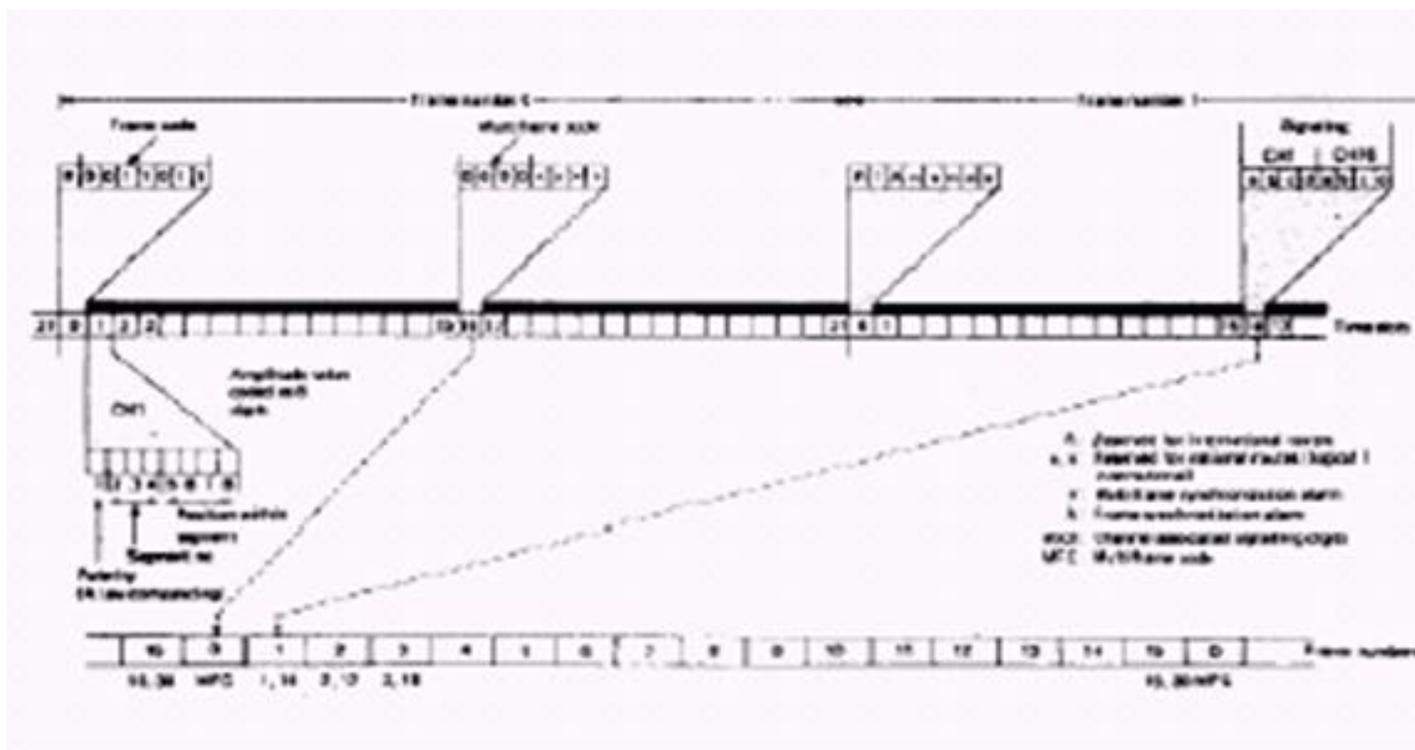
Gambar 3.17 menunjukkan format frame sistem transmisi PCM 24. Frame PCM 24 terdiri dari 24 saluran telepon yang telah diubah menjadi sinyal digital, dengan frekuensi sampling 8 kHz dengan kode Mu law yg menghasilkan 8-bit word tiap sampling. Sehingga dalam satu frame terdapat 192 bit. Kemudian 1 bit frame alignment ditambahkan pada awal susunan frame, sehingga jumlah total 193 bit. Karena frame ini dibentuk dalam range waktu 125 μ s, maka jumlah total adalah 1.544.000 bit dalam 1 detik atau 1.544 Kbit/s atau 1,544 Mbps. Di dalam sistem transmisi, saluran yang memiliki kecepatan 1,544 Mbps disebut saluran TL Sistem ini digunakan di USA, Kanada dan Jepang.



Gambar 3.17 Proses Pembentukan Frame PCM 24

3.5.2 Sistem Transmisi PCM 30

Gambar 3.18 menunjukkan format frame PCM 30. TDM mengkombinasikan 30 saluran telepon yang disampling dengan frekuensi 8 kHz dengan menggunakan kode A law, menghasilkan 8-bit word setiap sampling. Selain 30 sinyal telepon (masing masing 8 bit) juga ditambahkan 2 x 8 bit untuk sinyal signaling dan supervisi. Jika setiap 8 bit disebut 1 time slot, maka PCM 30 terdiri atas 32 time slot, dimana 30 time slot adalah untuk sinyal telepon, 2 time slot untuk sinyal tambahan (slot ke 0 untuk supervisi/ frame allignment, slot ke 31 untuk signalling). Jumlah total adalah $8 \times 32 = 256$ bit. Karena pembentukannya berlangsung selama 125 s, maka diperoleh jumlah total 2.048.000 selama 1 detik, menghasilkan kecepatan 2048 kbps atau 2,048 Mbps. Saluran yang memiliki kapasitas 2,048 Mbps disebut saluran E1. Sistem transmisi PCM 30 banyak digunakan di Eropa, Australia, Amerika Latin, juga termasuk di Indonesia.



Gambar 3.18 Proses pembentukan Frame PCM 30

3.5.4 Prinsip Sistem Switching Digital

Digitalisasi suara ini memiliki banyak kelebihan sehingga teknologi sentral juga bergeser ke sentral digital. Gambar 3.19 menunjukkan prinsip sistem switching digital. Saluran telepon yang telah didigitalisasi masuk ke multiplexer, kemudian sinyal-sinyal telepon berbentuk digital yang memiliki tujuan yang berbeda-beda ini masuk ke switching matrix dalam bentuk frame. Setelah masuk, switch

digital merutekan bit bit digital telepon menuju masing masing tujuannya. Kemudian sinyal digital dari beberapa telepon keluar dari switching matrix dalam bentuk frame yang kemudian diuraikan kembali kemasing-masing saluran oleh demultiplexer.

Pada Gambar 3.19 dicontohkan pelanggan S 1-5 ingin dihubungkan dengan pelanggan 58-11, pelanggan 51-8 dihubungkan dengan 54-10. Hubungan antara S1-5 dan

S8-11 meliputi operasi :

- transfer informasi dari jalur F1 ke jalur F8 (space division switching)
- transfer posisi dari posisi 5 ke 11 (time division switching).

Begitu juga pelanggan S1-8 ke S4-10, prosesnya meliputi transfer space switching dari F1 ke F4, dan transfer time switching dari posisi 8 ke 10.

3.5.5 Digital Switch

Dalam sistem sebelumnya, switch dibedakan berdasarkan tempat atau fisiknya, disebut juga sebagai space switch. Dalam sistem digital, switch dibedakan atas waktu penggunaan jalannya, misalnya suatu switch digital memiliki kapasitas 10 time slot (10 time slot kirim dan 10 time slot terima), maka kapasitasnya adalah 10 sambungan sekaligus. Sinyal telepon dikonversikan menjadi sinyal digital (0 dan 1) dan diswitch ke salah satu time slot tersebut. Jika saluran i akan berhubungan dengan saluran j, saluran i akan memasuki suatu multiplexer dan ditempatkan ke time slot j, begitu juga saat j merespon, sinyalnya akan ditempatkan ke time slot j. Gambar berikut menunjukkan sebuah digital switch.

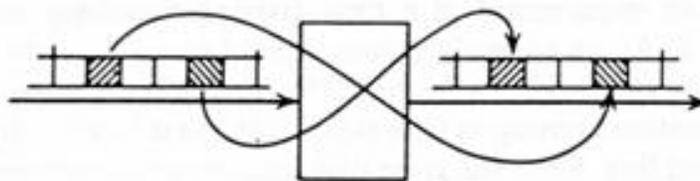
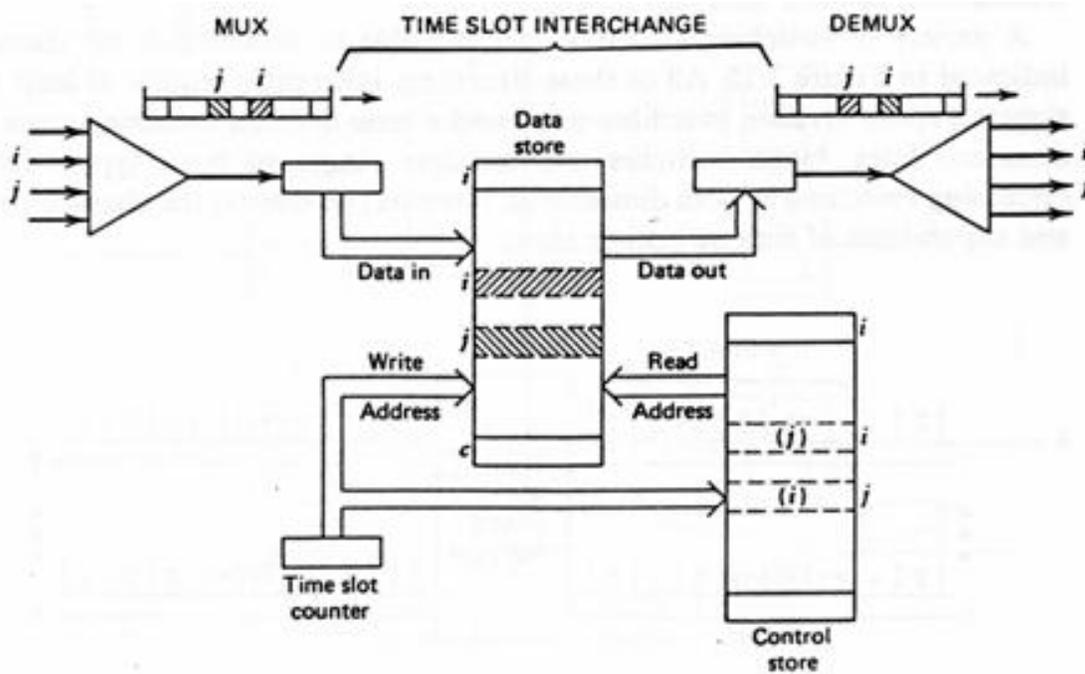


Figure 5.16. Time slot interchange operation.



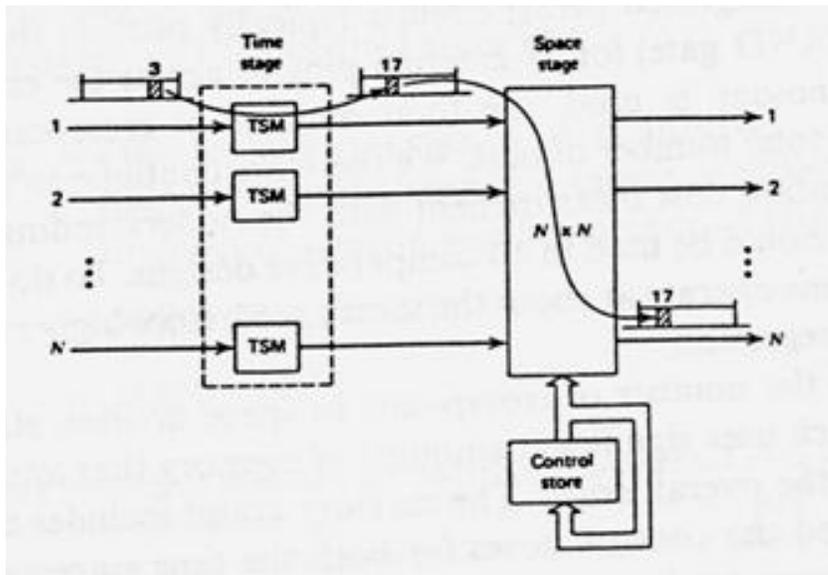
Gambar 3.20 Digital Switch

Digital switch terdiri dari komponen multiplexer, demultiplexer, memory register dan komponen elektronika digital lainnya. Secara normal dengan frekuensi sampling TDM standart, jumlah channel bergantung pada kecepatan akses memori, yang dapat dihitung berdasarkan rumus

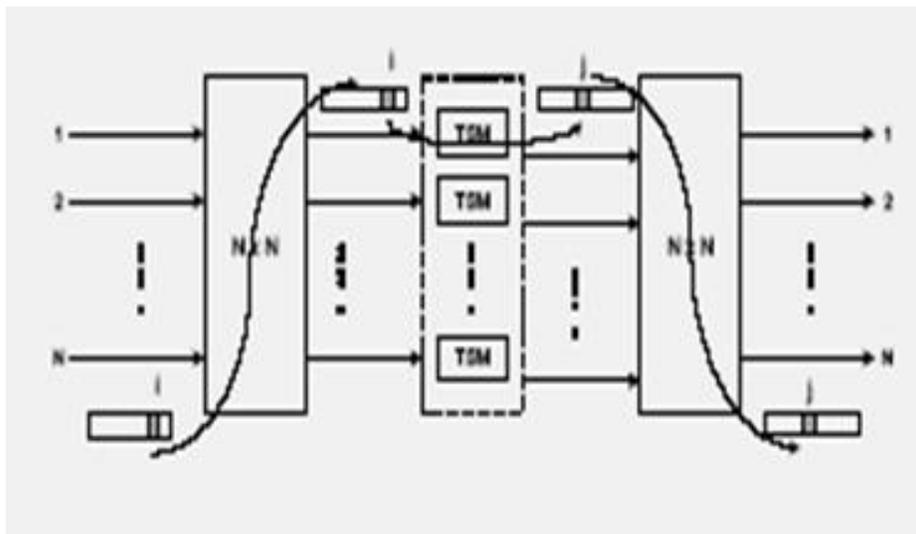
$$c = 125/(2.t_c)$$

Dimana t_c adalah kecepatan memory dalam satuan millisec. Sebagai contoh, jika kecepatan memory adalah 125 nsec, maka akan diperoleh 500 saluran full duplex. Gambar 3.21 dilambangkan sebagai TSM (Time Switch Module).

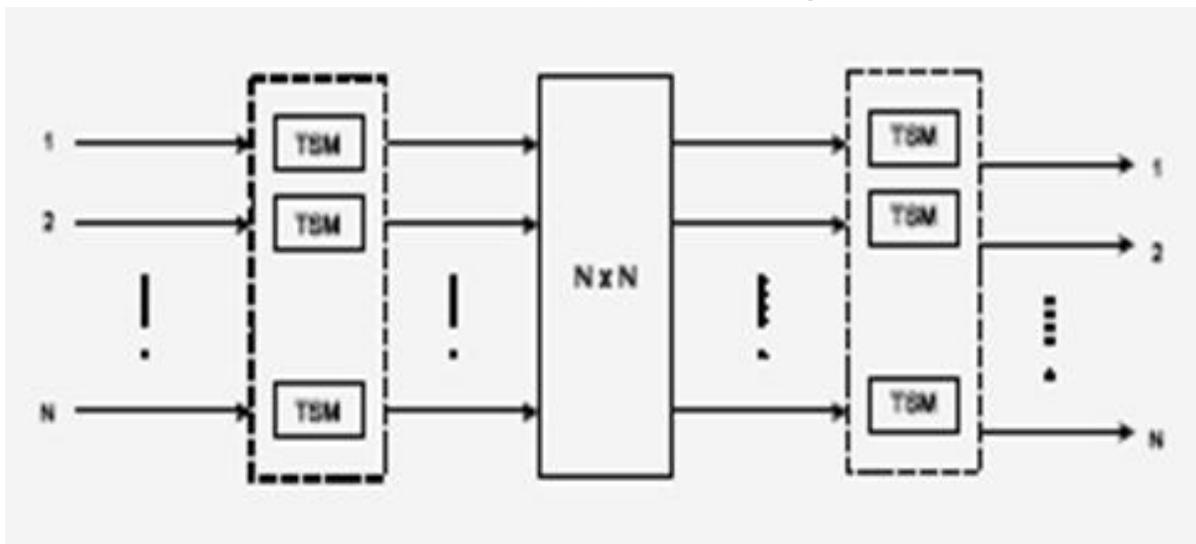
Untuk aplikasi sentral besar, sering digunakan kombinasi space switch dan time switch atau disebut juga switching dua dimensi. Hasil kombinasinya antara lain TS switching (Time Space), STS (Space Time Space), TST (Time Space Time) dan TSSST (Time Space Space Space Time).



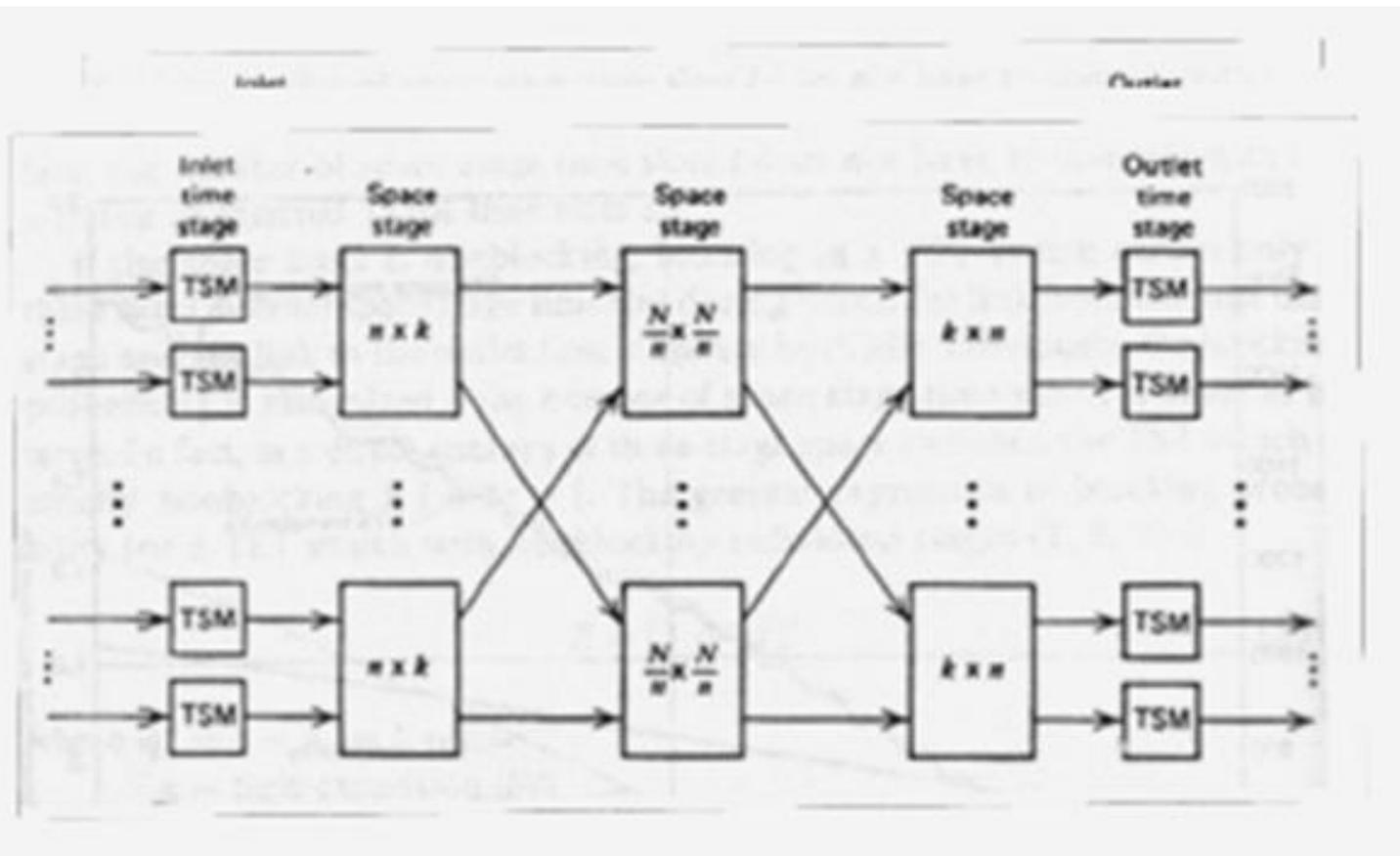
(a) TS Switching



(b) TST Switching



(c) TST Switching



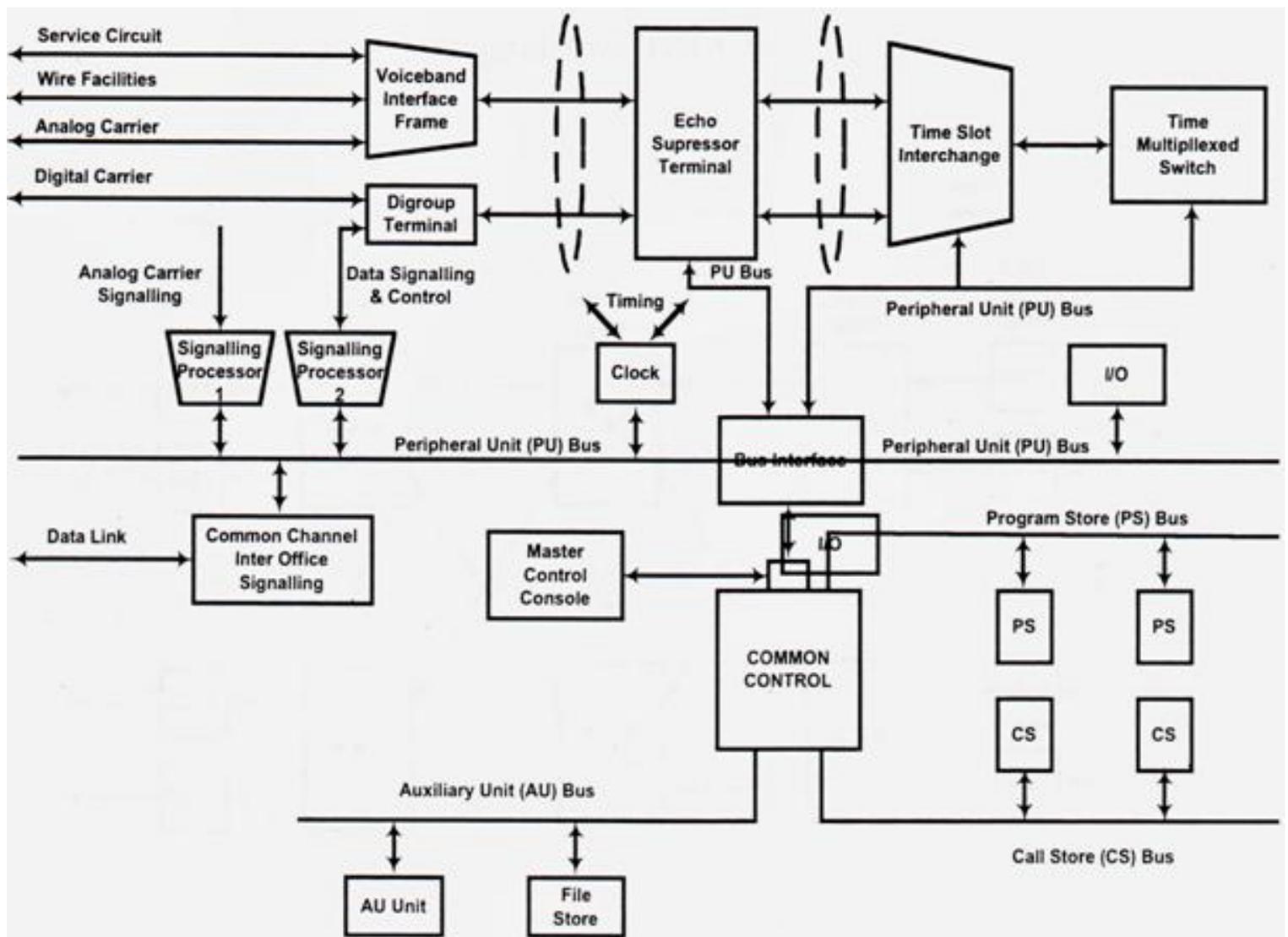
(d) TSSST Switching

Gambar 3.21 Gambar Beberapa Switching

Perangkat sentral digital modern menggunakan digital switch TSSST. Sebagai contoh AT&T No. 4 ESS.

3.5.6 Sentral Digital ESS No.4

Sentral ESS (Electronic Switching System) No.4 adalah produksi Bell Laboratories pada tahun 1976 yang mampu menangani sampai 550.000 panggilan per jam. Sentral ESS No.4 terdiri atas empat blok fungsional, yakni 1A Processor, Network, Transmission Interface, dan Signal Processor. Blok sentral ini ditunjukkan pada Gambar 3.22.



Gambar 3.22 Arsitektur Sentral Digital ESS No.4

IA Processor terdiri atas subsystem Central Control (CC), Program Store (PS), Call Store (CS), File Store (FS), Auxiliary Units (AU), Input/Output (I/O), Bus Systems (AU, PS, CS, PU), dan Master-Control Console (MCC).

Network terdiri atas Time Slot Interchange (TSI), Time Multiplexed Switch (TMS), Network Clock (NC), dan Peripheral Unit Bus Interface (PUBB).

Transmission Interface terdiri atas Voiceband Interface Frame (VIF), Digroup Terminal (DT), dan Echo Suppressor Terminal (EST)

Signal Processors terdiri atas Signal Processor 1 (SP1), Signal Processor 2 (SP2), Common Channel Interoffice Signalling (CCIS) Terminal.

Berikut ini cara kerja sentral digital ESS No.4. Sentral dapat dihubungkan dengan beberapa jenis saluran, seperti saluran pelanggan 2 kabel analog, saluran pelanggan digital, saluran trunk dengan carrier analog maupun saluran trunk carrier digital.

Saluran analog dihubungkan dengan sentral melalui subunit VoiceLand Interface Unit (VIF), VIF

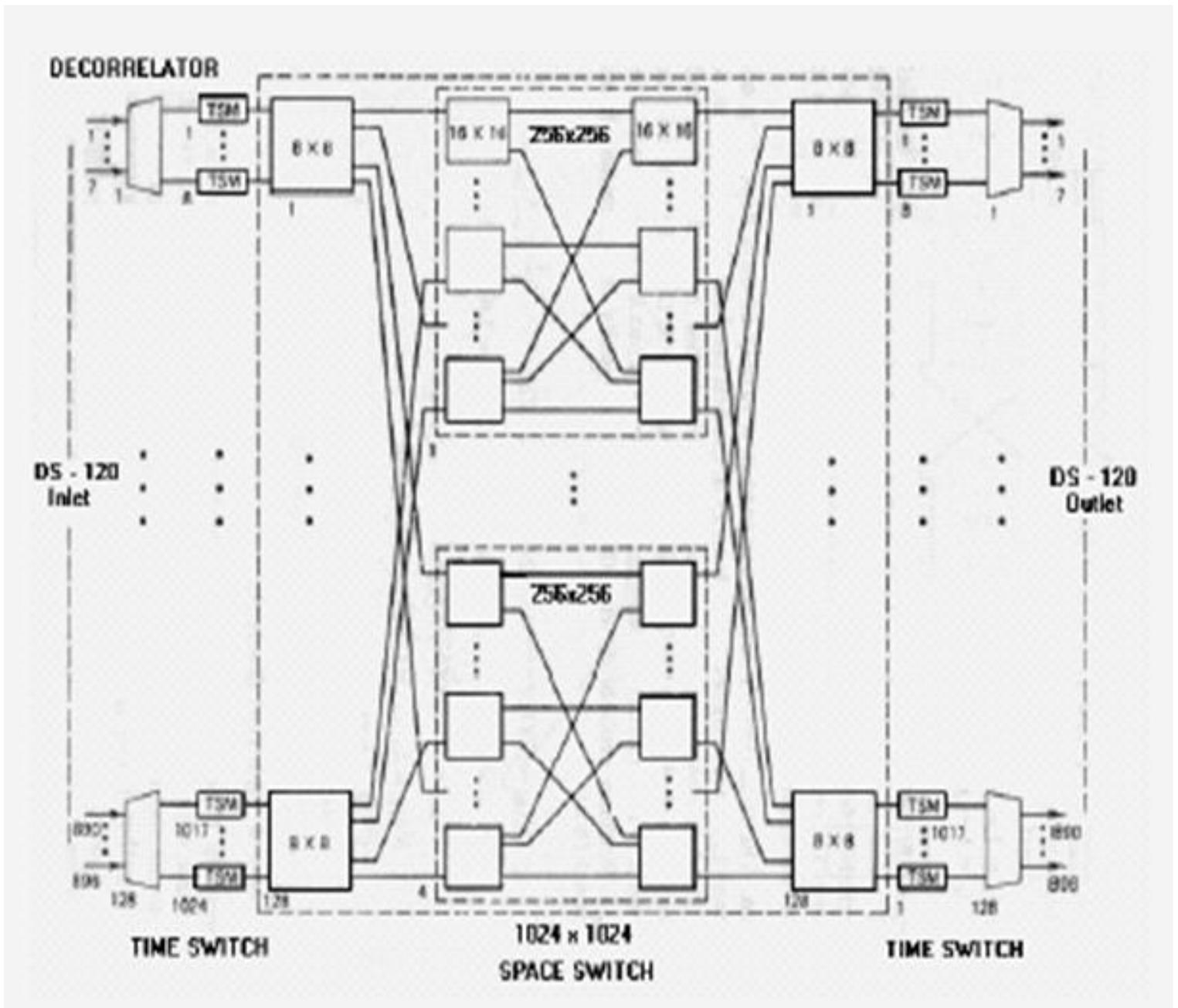
melakukan proses sampling, multiplex, dan coding. Saluran digital dihubungkan dengan sentral melalui subunit Digroup Terminal (DT). Output VIF dan DT adalah sinyal PCM 128 timeslot 8 bit.

Sinyal PCM ini kemudian dikirim ke switch digital yang terdiri atas Time Slot Interchange (TSI) dan Time Multiplexed Switch (TMS/TSM) (lihat bagian 3.2.4 buku ini). Setelah tiap bit signal ditempatkan di masing-masing tujuan dalam format timeslot PCM, sinyal ini dikirim kembali ke VIF dan DT untuk dikirim.

Signal Processor 1(SP1) digunakan untuk melakukan scanning saluran masuk / keluar, dan mendistribusikan signalling untuk saluran analog. SP2 melakukan tugas yang sama dengan SP 1 tetapi untuk saluran masuk / keluar digital. Common Channel Interoffice Signalling (CCIS) digunakan untuk signalling alternative antar sentral.

Alat input output seperti keyboard, display dan printer dihubungkan melalui I/O. Perangkat tambahan untuk maintenance dan lain lain diletakkan di Auxiliry Unit (AU), sedangkan memory sentral dibagi atas memori untuk program (PS) dan memori untuk panggilan (CS). Semua subsystem di atas dikontrol oleh IA Processor melalui Bus Systems (AU, PS, CS, PU).

Komponen terpenting yang perlu dianalisa pada sentral ESS No.4 adalah subsystem switch digital (TSI dan TSM). Switch digital ESS No.4 terdiri atas susunan matriks switch four stage TSSSST, ditunjukkan pada gambar 3.23. Inputnya adalah 120 saluran (masing-masing saluran adalah 64 Kbps, sehingga secara total setara 5 sinyal PCM T1), kemudian input ini dibagikan ke 128 decorrelator (TSI) yang menghasilkan 1024 line, kemudian masing-masing line dihubungkan ke Time Switch (TSM), TSM dihubungkan dengan matrix 4 stage Space Switch 1024 x 1024. Jumlah saluran yang mungkin dilalui dari input ke output adalah : $120 \times 7 \times 128 = 107.520$ saluran.

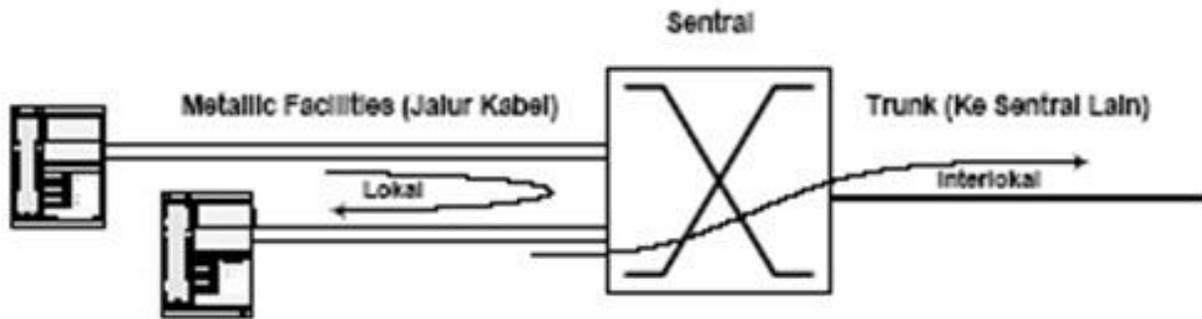


Gambar 3.23 Arsitektur Sentral Digital ESS No.4

3.5.7 Digital Cross Connect

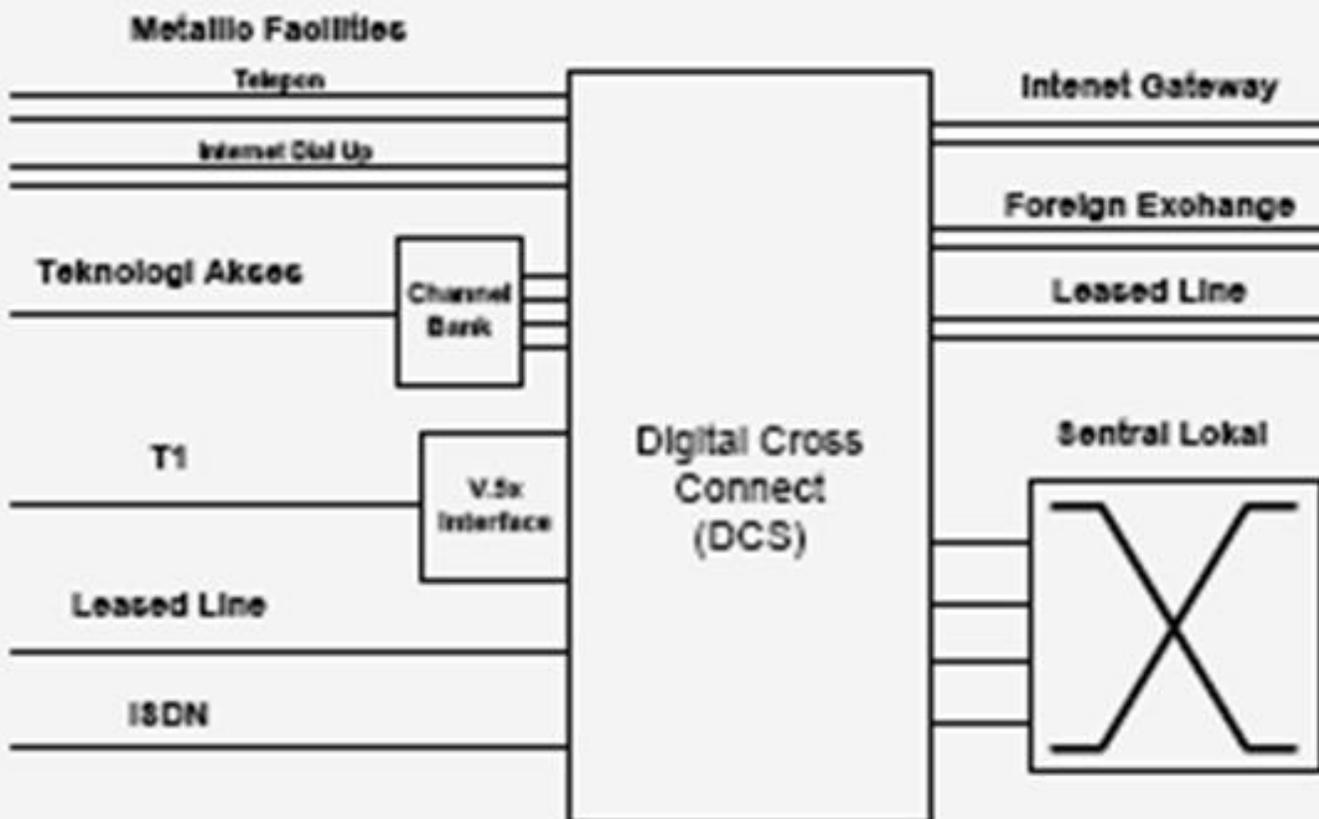
Digital Cross Connect (DCS atau DXS) pada dasarnya adalah matrix switching digital yang digunakan untuk operasi interfacing saluran input dan output yang memiliki hubungan yang relatif statis. Beberapa peralatan telekomunikasi yang dihubungkan berdasarkan rute panggilan dapat dihubungkan secara otomatis dengan menggunakan DCS.

Pada awalnya, sentral hanya digunakan untuk melayani panggilan telepon dalam bentuk sepasang kabel. Jika panggilan adalah lokal, maka akan dirutekan ke telepon lokal, tetapi jika interlokal, maka panggilan akan dirutekan ke trunk. Hal ini ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3.24 Prinsip Kerja Sederhana Sentral Telepon

Dengan perkembangan layanan telekomunikasi, misalnya di sisi jaringan akses, yang dilayani tidak saja sepasang kabel, tetapi bisa juga berbentuk saluran digital seperti DLC, saluran T1, kemudian sinyal dari teknologi akses (seperti jaringan serat optik yang menggunakan channel bank), atau berasal dari sentral remote. Dari sisi trunk, dapat menuju sentral lain, sentral internasional, gateway internet, gateway voip ataupun saluran sewa. Sentral yang canggih memiliki semua fungsi yang merutekan trafik dan layanan tersebut, tetapi interkoneksi dengan perangkat lain juga sering membuat kesalahan operasional. Oleh karenanya untuk mengurangi biaya, serta tetap menggunakan perangkat eksis, digunakanlah Digital Cross Connect System (DCS). Hal ini ditunjukkan pada gambar berikut.

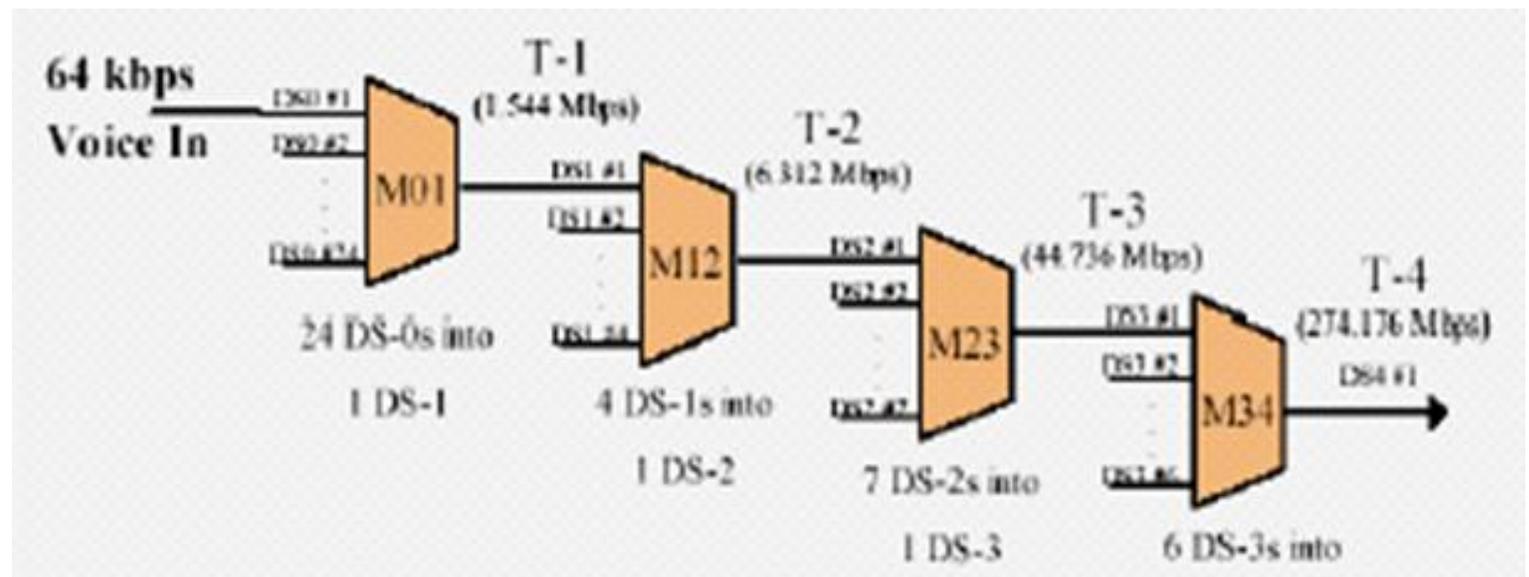


Gambar 3.25 Prinsip Kerja Digital Cross Connect System

Salah satu fungsi penting DLC adalah proses grooming, yakni pemisahan trafik circuit switching (telepon biasa) dengan trafik channel switching (trafik leased line : terdiri dari message switching dan packet switching). Proses grooming terdiri atas proses konsolidasi dan segregasi. Proses konsolidasi yaitu mengumpulkan trafik circuit switching atau channel switching menjadi satu kemudian menyalurkannya, segregasi adalah proses kebalikannya.

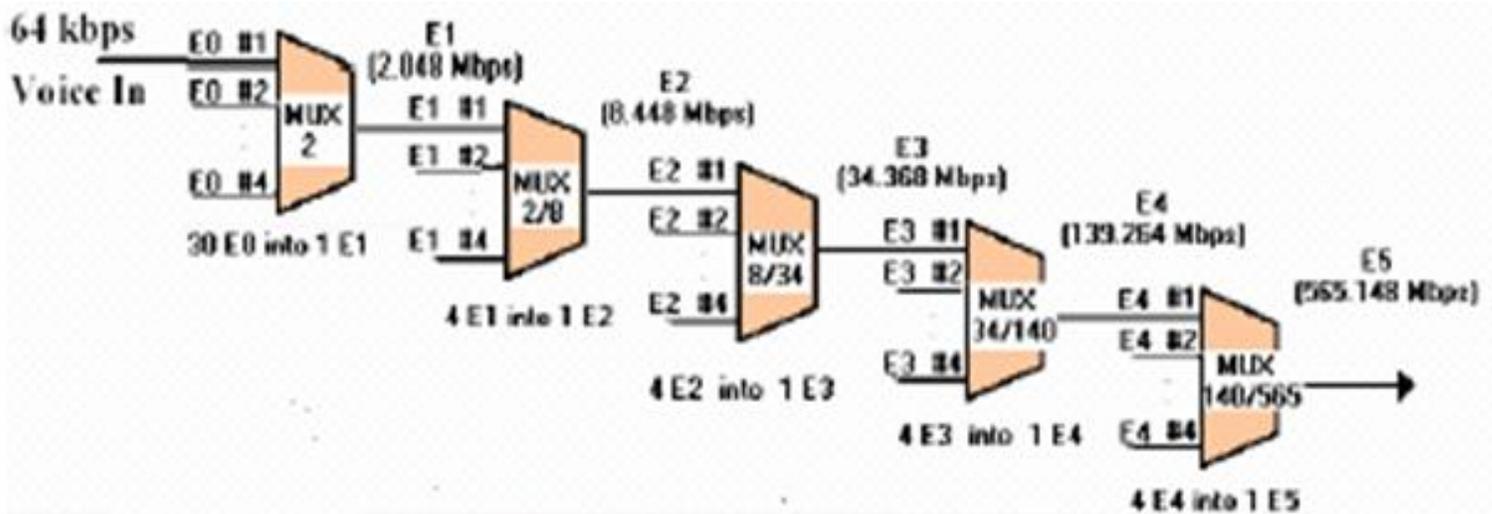
Hirarki DCS

Sebelum mengetahui lebih lanjut mengenai hirarki DCS, perlu diketahui bentuk-bentuk sinyal di dalam transmisi digital. Pada sistem PCM 24, dikenal bentuk sinyal DSO, DS 1, DS2, DS3 dan DS4. DSO adalah bentuk sinyal dasar digital 1 saluran telepon dengan kapasitas 64 Kbps. Beberapa sinyal DSO dimultiplex dengan perangkat multiplex MO 1 membentuk sinyal DS 1 yang terdiri dari 24 DSO, kapasitas DS 1 adalah 1,544 Mbps. Saluran yang memiliki kapasitas sinyal DS 1 disebut saluran T1. Beberapa sinyal DS1 membentuk sinyal DS2 dengan kapasitas 6,312 Mbps, salurannya disebut T2. Seterusnya sampai membentuk sinyal DS4 dengan salurannya disebut saluran T4. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 3.26.



Gambar 3.26 Tingkatan Multiplex Sinyal PCM 24

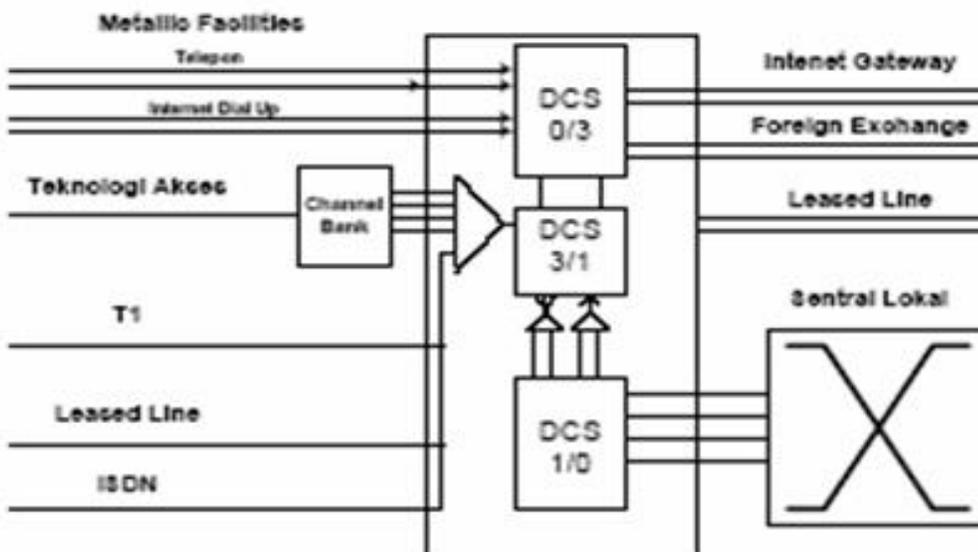
Seperti halnya sistem PCM 24, pada PCM 30 terdapat tingkatan E0, E1, E2, E3, E4 dan ES seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.27.



Gambar 3.27 Tingkatan Multiplex Sinyal PCM 30

Kedua sistem di atas sering disebut sebagai sistem PDH (Plesiochronous Digital Hierarchies). Hal ini sering menyulitkan sistem telekomunikasi yang mengadopsi dua sistem di atas, karena adanya perbedaan pembentukan frame sinyal. Bersamaan dengan perkembangan teknologi, maka muncul teknologi SDH (Synchronus Digital Hierarchies) yang dapat menggabungkan dua sistem di atas (dipelajari pada Teknik Jaringan Telekomunikasi II).

Hirarki pada DCS berkaitan dengan pertukaran posisi sinyal dasar (64 Kbps) pada frame. Misalnya pada sistem T1, terdapat hirarki DCS 1/0 yang berarti DCS mempertukarkan posisi sinyal DSO pada sinyal DS 1 serta membentuk frame DSO. DCS 3/1 berarti DCS mempertukarkan posisi sinyal DSO pada frame DS3 dan membentuk frame DSL. Proses ini terjadi untuk merutekan sinyal DSO sesuai dengan tujuannya, serta menggunakan transmisi secara bersamaan. Contoh hirarki DCS dengan sistem PCM 24 (sering disebut sebagai T- Carrier, PCM 30 = E - Carrier).



Gambar 3.28 Contoh Hirarki DCS

3.6 PABX

PABX atau Private Automatic Branch eXchange adalah sentral telepon kecil yang digunakan pada sisi pelanggan seperti gedung perkantoran, kantor serta rumah. Berbeda dengan sentral telepon, trunk PABX yang dihubungkan dengan sentral telepon sering disebut dengan line, sedangkan line yang dihubungkan dengan telepon pelanggan sering disebut sebagai extension.

Kapasitas PABX umumnya sangat kecil, mulai 4 extension sampai 500 extension. Beberapa PABX dengan kapasitas ratusan extension digunakan sebagai sentral rural, contohnya PABX MD 110, yang digunakan sebagai sentral rural PT.Telkom di Indonesia. Penulisan kapasitas PABX berturut-turut menunjukkan merk, jumlah line, dan jumlah extension. Misalnya PABX Q-Net 105, berarti merk Q-Net dengan jumlah line 1 dan extension 05. Kapasitas yang sering ditemui adalah 104, 105, 106, 208, 216, 308, 432, 864, dan lain lain.

Fitur umum pada pabx antara lain :

1. Cal Restriction, fasilitas blocking untuk panggilan keluar baik untuk panggilan local, SLJJ, mobile maupun SLI.
2. Barred Number, fasilitas PABX untuk memblokir nomor-nomor tertentu.
3. Intercom, fasilitas panggilan antar extension. PABX yang baik memiliki sifat full interconnection.
4. Call Transfer, digunakan untuk mentransfer panggilan dari/ke nomor luar dari satu extension ke extension lain.
5. Consultative Transfer, melakukan intercom sebelum transfer panggilan.
6. Conference, fasilitas untuk berbicara bersama-sama, baik hanya intercom, maupun dengan nomor lain.
7. Brokering, menunda pembicaraan dengan memberikan nada musik pada lawan bicara.
8. Line Grouping, fasilitas pembagian akses line telepon pada setiap extension.
9. Line Group Ringing, fasilitas yang mengizinkan extension mana berdering jika ada panggilan dari luar.
10. Line Pick Up, fasilitas menerima panggilan dari telepon lain yang tidak berdering.
11. Music On Hold, fasilitas musik yang didengar penelepon lain ketika akan melakukan transfer atau brokering.
12. DISA (Direct Inward System Access), fasilitas yang memungkinkan pemanggil dari luar dapat langsung memanggil nomor extension yang dituju. PABX yang baik dapat terkoneksi langsung dengan panggilan sentral.
13. Fax Link, fasilitas yang memungkinkan pesawat telepon diganti dengan fax.
14. Time Reminder Tone, pemberian tone pada interval waktu bicara tertentu.
15. Time Break, fasilitas yang otomatis memutuskan pembicaraan jika melebihi waktu tertentu.

16. Distinctive Ring, fasilitas yang membedakan bunyi dering antar extension maupun dering dari telepon luar.
17. Adjustable Flash Time, flash time yang dapat diubah.
18. Pulse / DTMF Dialing, dialing pulsa atau DTMF. PABX yang baik memiliki kedua jenis dialing, sehingga kompatibel dengan banyak jenis telepon.
19. External Music, fasilitas yang dapat menggantikan suara music on hold default dengan suara dari piranti lain.
20. Out Going Message (OGM), fasilitas yang memungkinkan pengguna memberikan pesan atau kata sambutan saat ditelepon nomor lain.
21. Voicemail, fasilitas yang memungkinkan pelanggan meninggalkan pesan suara untuk nomor extension tertentu.

BAB 4

JARINGAN ANTAR SENTRAL

4.1 Pendahuluan

Setelah memahami sistem telepon, jaringan akses, serta sistem switching, maka pengetahuan lebih lanjut adalah bagaimana menghubungkan satu sentral dengan sentral lain. Jaringan yang menghubungkan antara sentral yang satu dengan sentral yang lain dikenal sebagai jaringan transmisi. Untuk memahami jaringan transmisi, pada bab ini akan dibagi atas tiga topik pembahasan, yakni :

- Jaringan Sentral, menerangkan jenis, bentuk jaringan serta hirarki sentral telepon
- Sistem Transmisi Digital, menerangkan bagaimana pembentukan sinyal transmisi antar sentral.
- Analisa trafik, digunakan untuk menentukan tingkat kebutuhan perangkat telekomunikasi.

4.2 Jaringan Sentral

4.2.1 Jenis Sentral

Dalam aplikasi jaringan telekomunikasi, sentral telepon dipergunakan berdasarkan kebutuhan serta efisiensi biaya, sehingga sentral di satu tempat tidak harus sama fungsinya dengan sentral di tempat lain. Oleh karena itu, berdasarkan kemampuan layanannya sentral dibagi atas :

- Sentral Lengkap, yaitu sentral yang mampu menghubungkan panggilan di wilayah sentral tersebut tanpa bantuan sentral lain.
- Sentral Satelit, yaitu sentral yang membutuhkan bantuan sentral lain untuk menghubungkan panggilan pelanggan di sentral tersebut.

Berbagai jenis sentral ditunjukkan pada Gambar 4.1.

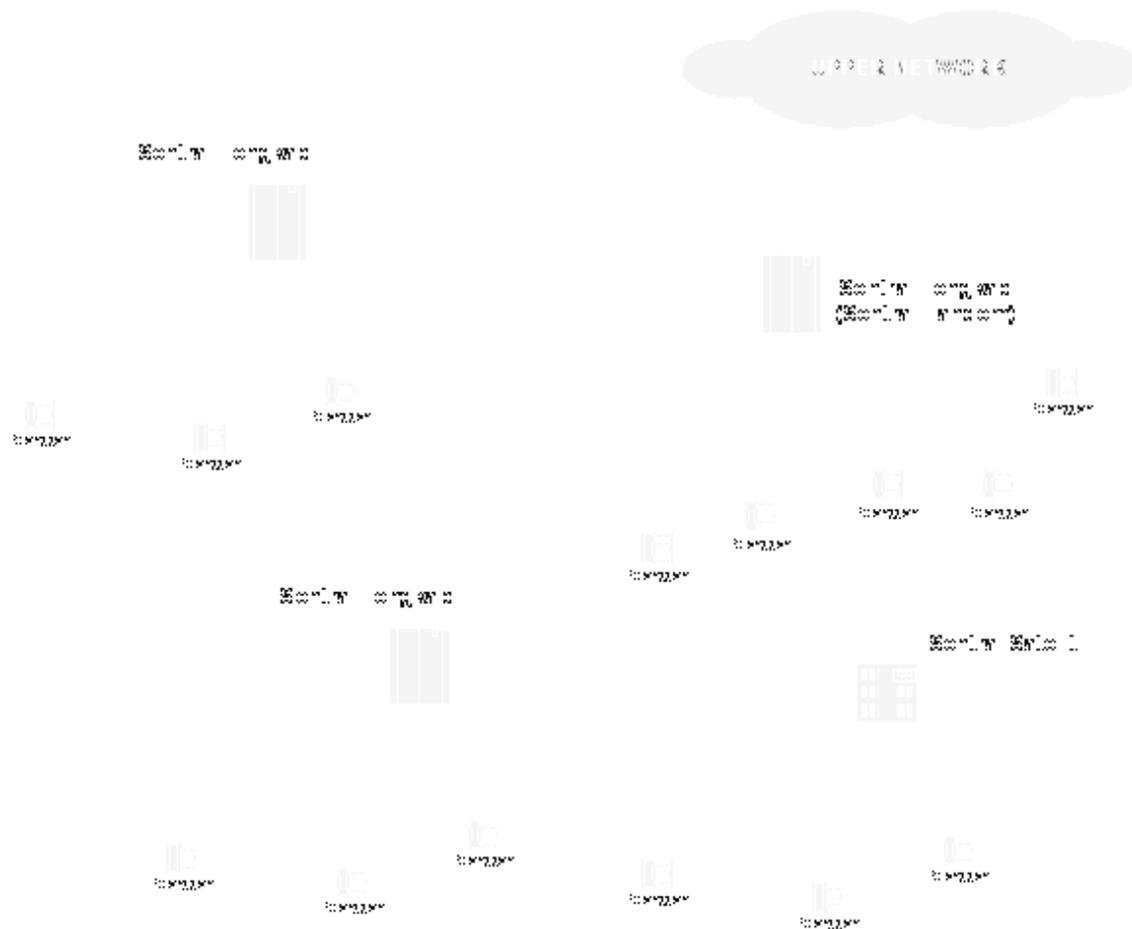
Selain itu terdapat istilah sentral lokal dan sentral tandem. Sentral lokal adalah sentral yang mengolah satu wilayah tertentu, dan hubungan pelanggan antara wilayah tersebut adalah hubungan lokal. Sentral lokal dapat berupa sentral lengkap (dapat dilengkapi dengan sentral satelit) maupun terdiri dari beberapa sentral (multi exchange area, MEA).

Gambar 4.1 Sentral Lengkap dengan Sentral Satelit

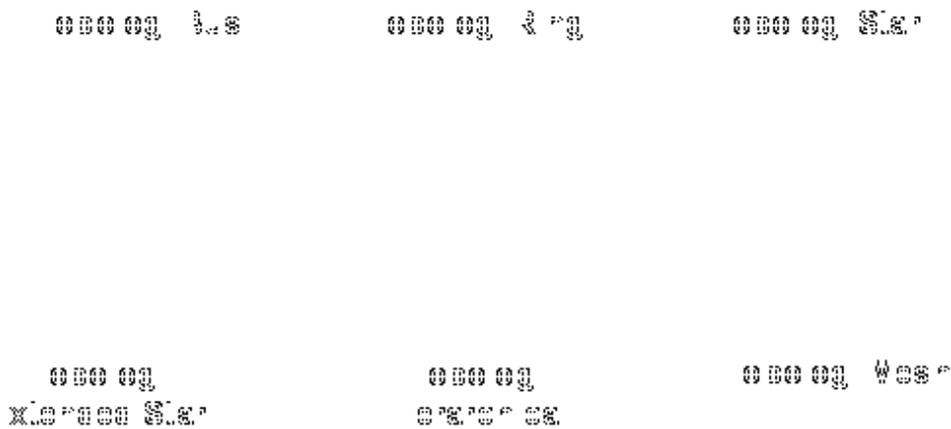
Sedangkan sentral tandem adalah sentral yang berfungsi menghubungkan jaringan lokal dengan jaringan interlokal. Sentral lokal dapat berfungsi sekaligus sebagai sentral tandem. Contoh konfigurasi sentral tandem ditunjukkan pada Gambar 4.2.

4.2.2 Bentuk Jaringan

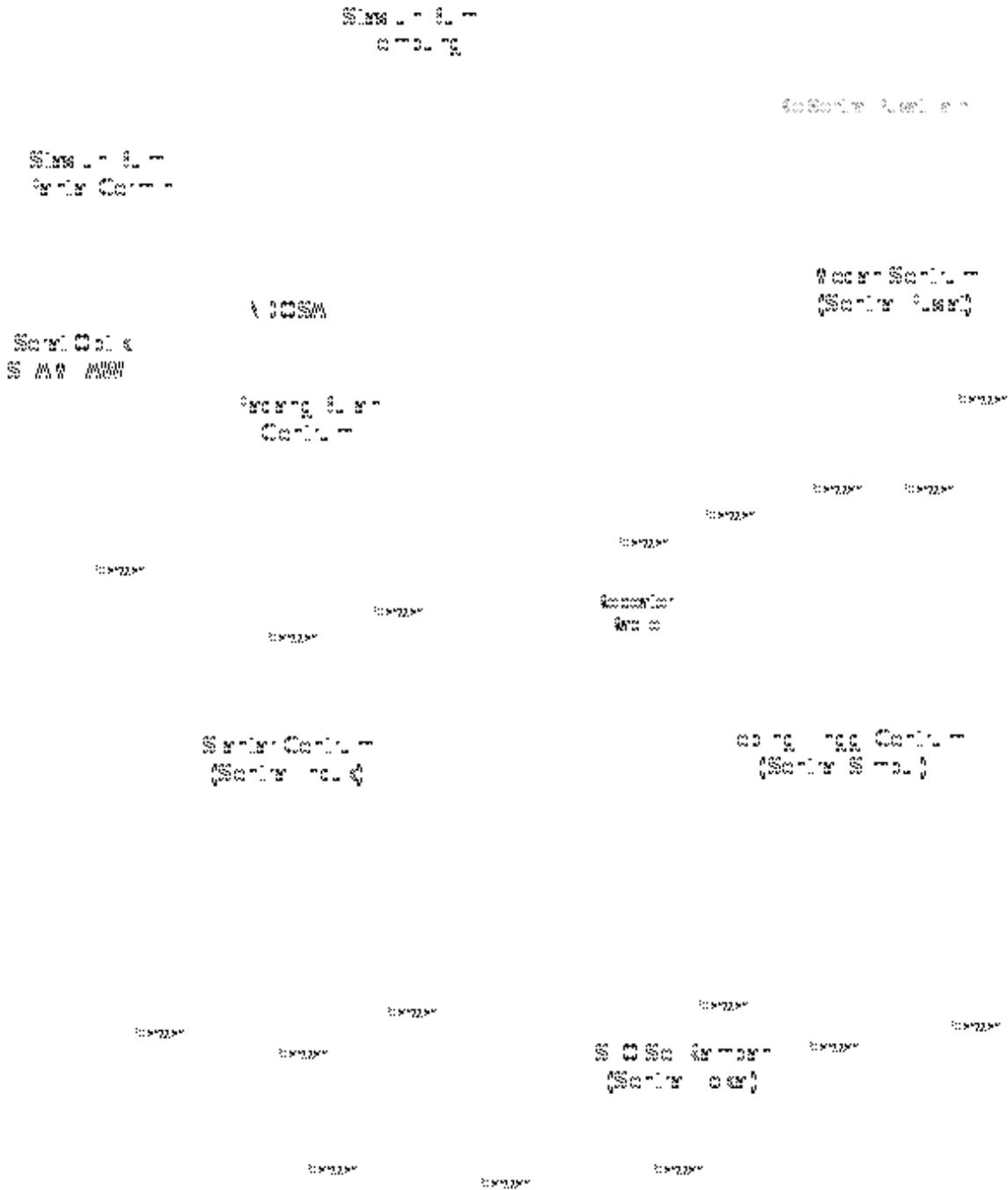
Jika jaringan yang menghubungkan pelanggan dengan sentral disebut jaringan akses, maka jaringan yang menghubungkan antar sentral sering disebut sebagai trunk ataupun jaringan transmisi. Jaringan akses umumnya berbentuk star (bintang), tetapi jaringan antar sentral memiliki beberapa bentuk (topologi), antara lain topologi bus, ring, star, extended star, hierarchial dan topologi mesh. Topologi yang digunakan tergantung pada jaringan transmisi yang digunakan, tetapi kebanyakan menggunakan topologi star, extended star ataupun hierarchial. Beberapa topologi jaringan antar sentral yang ada ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.2 Konfigurasi Sentral Tandem



Gambar 4.3 Bentuk Topologi Jaringan antar Sentral



Gambar 4.4 Contoh Konfigurasi Sentral

4.2.3 Hirarki Sentral Telepon

Hirarki sentral telepon adalah susunan tingkatan pelayanan sentral telepon. Hirarki sentral telepon satu Negara seringkali berbeda dengan negara lain. Berikut ini perbandingan beberapa hirarki sentral telepon.

Tabel 4.1 Hirarki Sentral

Indonesia	Jerman	Amerika	Inggris	CCITT
		Regional center		Quartenary Center

Sentral Pusat	Zentrum	Sectional Center	Zone Center	Tertiary center
Sentral Induk	Haupt Amt	Primary Center	Sub Zone Center	Secondary Center
Sentral Simpul	Knotten Amt	Toll center	Group Swit. Center	Primary Center
Sentral Lokal	End Amt	End Office	Local Exchange	Local Exchange

Sentral Pusat digunakan juga sebagai gerbang (gateway) panggilan internasional, sedangkan sentral lokal umumnya terdapat di kecamatan atau kotamadya. Sentral induk dan sentral simpul berada di antara sentral pusat dan sentral lokal. Gambar 4.4 berikut ini adalah contoh konfigurasi sentral.

4.2.4 Penomoran atau Numbering

Penomoran telepon terdiri atas beberapa bagian, antara lain country code, area code, office code dan directory number.

Contohnya, nomor salah satu pelanggan di kota Medan +62 61 8213343, dimana :

- tanda (+) : Operator code, yang digunakan untuk panggilan internasional dan mobile, misalnya diganti dengan 001, 008, 017 dan lainnya, tanda (+) digunakan untuk panggilan mobile.
- 62 : Country code atau kode negara, yang digunakan untuk panggilan internasional atau panggilan mobile, 62 kode untuk Indonesia.
- 61 : Area code atau kode wilayah, yang digunakan untuk panggilan internasional, mobile atau SLJJ. Khusus SLJJ, operator code dan country code digantikan dengan angka `0'.
- 821 : Office code atau kode sentral, menunjukkan kode sentral dimana pelanggan terhubung secara langsung. Dalam hal ini sentral daerah Padang Bulan. Office code ada jika dalam satu area lokal terdapat banyak sentral (Multi Exchange Area, MEA).
- 3343 : Directory number, yakni nomor urut telepon pelanggan pada sentral telepon.

Pada daerah kota dengan konfigurasi MEA, nomor pelanggan adalah gabungan office code dan directory number (8213343). Untuk daerah dengan sentral tunggal, office code tidak disertakan, sehingga nomor pelanggan adalah hanya directory number (jumlah digit lebih sedikit).

Pembagian wilayah panggilan meliputi panggilan lokal, interlokal atau SLJJ, panggilan internasional atau SLI serta panggilan telepon bergerak (mobile). Pembagian wilayah berikut ini adalah yang digunakan di Indonesia (PT.Telkom).

- Lokal : yaitu daerah layanan yang memiliki office code yang sama, pembagiannya adalah sebagai berikut : Lokal 1: jika jarak percakapan 0 - 20 km
 - Lokal 2: jika jarak percakapan di atas 20 km
- SLJJ : yaitu daerah layanan yang memiliki.office code berbeda, pembagiannya adalah sebagai berikut :
 - SLJJ jarak dibawah 30 km : terdiri dari area 0 - 20 km dan 20 - 30 km
 - SLJJ jarak di atas 30 km : terdiri dari,
 - SLJJ Zona 1: jika jarak percakapan antara 30 - 200 km
 - SLJJ Zona 2: jika jarak percakapan antara 200 – 500 km
 - SLJJ Zona 3: jika jarak percakapan di atas 500 km
 - SLI : yaitu pembicaraan antar negara. Dibagi atas zona A, B, C, D, Satelit Immarsat dan sateli Thuraya.
- Mobile : pembagian zona seperti pada zona lokal, SLJJ, dan SLI.

Selain pembagian di atas, terdapat juga istilah intrawilayah, yaitu daerah lokal dengan tariff SLJJ.

Penyusunan area code, atau prefix dapat dilakukan secara random maupun sistematis. Secara random memiliki kemudahan dalam perencanaan tetapi sulit dalam implementasi. Penomoran random biasanya dibagi atas wilayah. Kesulitannya antara lain, mengenai urutan nomor serta hubungannya dengan jarak, juga perhitungan tarif yang dapat membingungkan. Sebaliknya penyusunan nomor prefix secara sistematis sangat sulit dalam perencanaan tetapi akan mudah dalam implementasinya. Perencanaan sistematis sering didasarkan pada hirarki sentral.

Untuk nomor pelanggan, ada 3 cara perencanaannya, yakni metode penomoran terbuka, penomoran tertutup dan campuran. Pada penomoran terbuka, nomor area code dan nomor pelanggan dipisah. Saat ini lebih banyak digunakan sistem penomoran terbuka, dimana nomor area code hanya didial jika akan melakukan panggilan interlokal. Untuk daerah MEA nomor pelanggan terdiri dari office code dan directory number.

Pada sistem penomoran tertutup, nomor pelanggan terdiri dari nomor area code dan nomor pelanggan itu sendiri. Area code tetap digunakan baik panggilan lokal maupun interlokal. Sistem penomoran campuran menggunakan kedua sistem penomoran di atas.

4.2.5 Perutean atau Routing

Ruting adalah aturan proses pencarian jalan bebas (telecommunication path) di jaringan yang dapat dipakai untuk menghubungkan panggilan dari asal ke tujuan.

Dari hirarki sistem sentral telepon, masing masing sentral memiliki link ke sentral lain. Bahkan beberapa sentral terhubung lebih dari satu link dengan sentral lain. Berdasarkan pemilihan rutenya, link-link tersebut dikelompokkan menjadi :

- Direct route / first choice route
- Alternative route / second route, thirth route dan seterusnya
- Last choice

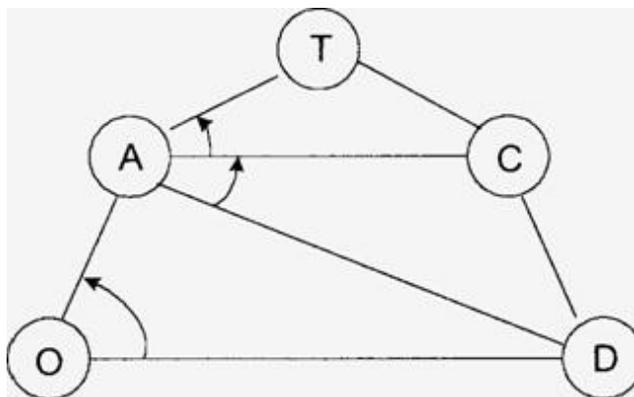
Perhitungan jumlah trunk yang diperlukan didasarkan pada first choice route, jika first choice route telah penuh maka beralih ke second route. Cara analisa trafik di second route disebut analisa trafik luap (overflow traffic).

Ruting dapat ditetapkan secara tetap (Fix) maupun secara dinamis. Berikut ini akan diuraikan beberapa jenis ruting.

a. Fixed Hierarchical Routing (FHR)

Metode ruting FHR adalah metode ruting berurutan yang statis. Pada metode ini telah ditetapkan terlebih dahulu rute mana yang menjadi first choice dan alternative choice untuk setiap panggilan.

Penetapan rute ini biasanya didasarkan pada hirarki sentral yang dipakai. Seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut ini :



Gambar 4.5 Fixed Hierarchical Routing (FHR)

Pilihan rute yang ditentukan untuk menghubungkan pelanggan di sentral lokal originating O dan sentral lokal destination D adalah :

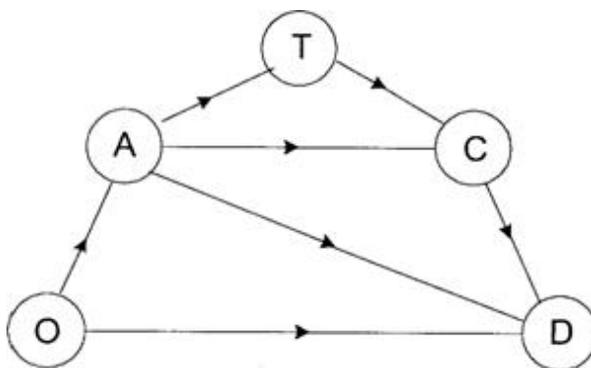
- First choice / Direct route : OD

- Second choice route : OAD
- Thirth choice route : OACD
- Last choice route : OATCD

Keuntungan Fix Hierarchical Routing adalah tidak adanya kemungkinan terjadi loop atau cycle.

b. Dynamic Non Hierarchical Routing (DNHR)

Pada ruting DNHR rute tidak ditentukan mana yang harus dipakai, tetapi sentral telepon dilengkapi program yang menghitung secara berkala beban setiap rute, sehingga dapat dipilih rute yang paling pendek dan beban paling rendah. Ruting DNHR disebut juga adaptive ruting. Contoh representasi DNHR ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Dynamic Non Hierarchical Routing (DNHR)

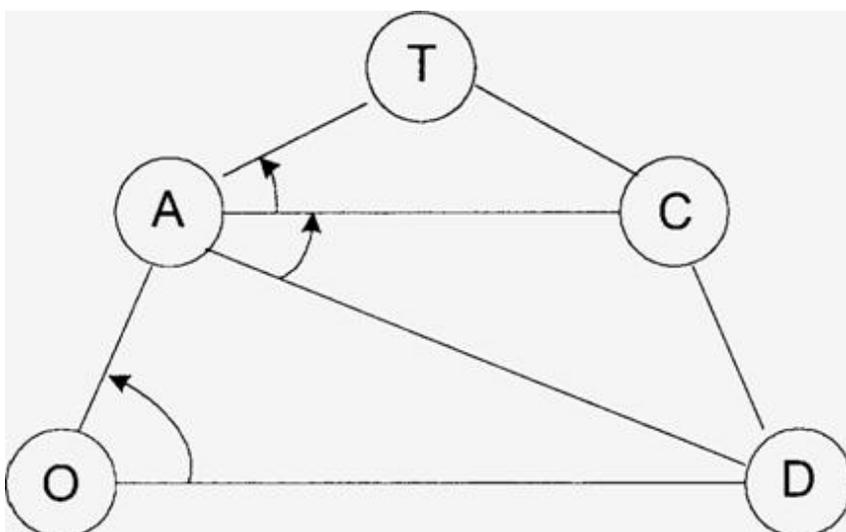
c. Pengontrolan Ruting

Pengontrolan ruting adalah suatu cara untuk memastikan bahwa ruting dapat dilakukan atau tidak. Sentral yang memiliki kemampuan ruting berarti berhak mengirimkan nada sibuk kepada pelanggan.

Beberapa pengontrolan ruting untuk metode ruting FHR antara lain:

- Successive Office Control, SOC, dimana pengontrolan ruting terjadi pada setiap sentral yang dilalui, jadi semua sentral yang dilalui memiliki kemampuan memberikan nada sibuk atau terdapat loss.
- Originating Office Control, OOC, dimana pengontrolan ruting hanya di sentral asal, sehingga sentral asal yang memutuskan panggilan dapat dilayani atau tidak. OOC dengan Spill Forward, selain sentral origin, beberapa sentral juga diberi kemampuan ruting. Hal ini lebih pada pertimbangan kapasitas pengontrolan.

Berikut ini contoh penggunaan pengontrolan ruting di atas. Terdapat jaringan dengan 5 sentral.



(a). Jaringan 5 Sentral

Gambar 4.7 (a). Pengontrolan Ruting dari Jaringan Lima Sentral



Gambar 4.7 (b). Pengontrolan Ruting dengan Path loss Sequence (PLS)

Selain metode pengontrolan di atas, pada sistem ruting DNHR dikenal juga sistem pengontrolan Crank Back, yaitu panggilan yang sampai pada sentral tertentu yang mendapatkan blocking, dapat dikembalikan ke sentral sebelumnya agar dapat dicarikan alternative ruting yang lain.

Dari kedua metode di atas, untuk keperluan network planning, pendimensionan jaringan dan perhitungan GOS standar digunakan sistem ruting FHR.

4.2.6 Pentarifan atau Charging

Pentarifan dikenakan kepada pelanggan dipengaruhi oleh 3 faktor, yakni cicilan investasi perangkat telekomunikasi, biaya sewa perangkat dan biaya operasional untuk penggunaan yang berhasil. Ketiga komponen tersebut mempengaruhi berapa besar tarif yang harus dibayar. Umumnya tarif terdiri dari sejumlah biaya tetap untuk berlangganan ditambah biaya penggunaan.

Metode pentarifan dibagi atas tiga jenis, yakni service tariff, flat rate tariff dan campuran. Metode service tariff membagi biaya atas 2 bagian, yakni basic rate (biaya tetap/bulan) serta call charge (biaya penggunaan). Sedangkan pada metode flat rate tariff pelanggan dikenakan biaya tetap perbulan tanpa melihat jumlah pemakaian. Metode campuran menggunakan kedua metode di atas. Kebanyakan operator telekomunikasi menggunakan kedua jasa pentarifan tersebut.

Pentarifan juga dipengaruhi trafik serta zoning komunikasi. Untuk beberapa kasus, trafik telekomunikasi memiliki bentuk tipikal seperti berikut ini.



Gambar 4.8 Grafik Trafik vs Waktu Beban Telekomunikasi

Zoning layanan telekomunikasi membagi tarif berdasarkan jarak. Berikut ini tabulasi charging standar yang digunakan di Indonesia (PT.Telkom).

1. Tarif Lokal

Jnrak (km)	00.00 - 09.00	09.00 - 15.00	15.00 - 24.00
0- 20		Rp.195,-/2 menit	Pp.195,-/ 3 menit
> 20	Pp.195,-/ 2 menit	Rp.195,-/1,5 menit	Rp.195,-/ 2 menit

2. Tarif SLJJ Jarak < 30 km

Jarak (km)	00.00 - 08.00	08.00 - 18.00	18.00 - 24.00
0- 20	Pp. 69, / menit	Rp.102,-/ menit	Rp.69,-/ menit
20 - 30	Pp.102,-/ menit	Rp.136,-/ menit	Pp.102,-/ menit

3. Tarif SLJJ Jarak > 30 km

Zona	Jarak (km)	06.00 - 07.00	08.00 - 18.00	18.00- 20.00	20.00 - 23.00	23.00 - 06.00
I	30 - 200					
II	200 - 500					
III	> 500					

4. Tarif Panggilan Seluler

Tarif panggilan seluler memiliki komponen tambahan, yakni biaya air time. Biaya air time ini diberikan sesuai rute panggilan yang ditempuh, antara lain :

PSTN - Seluler : tarif PSTN (sesuai zona) + 1x biaya airtime

Seluler - Seluler : tarif PSTN* (sesuai zona) + 2x biaya airtime

Namun karena faktor persaingan antara operator seluler, tarif (*) berubah sesuai dengan kebijakan masing-masing operator.

5. Tarif SLI

Tarif SLI juga tergantung operator SLI dan kebijaksanaan penyelenggara jaringan backbone internasional.

4.3 Sistem Transmisi Digital

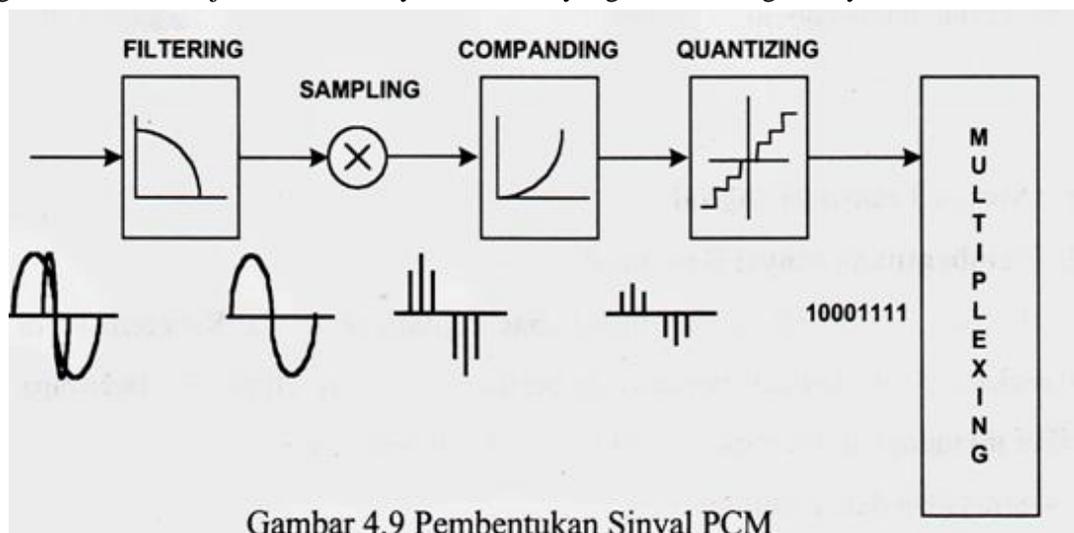
4.3.1 Pembentukan Sinyal Baseband

Isi dari bagian ini adalah membahas digitalisasi suara. Sebelum lebih jauh melangkah, perlu dijawab pertanyaan berikut ini, "Why

Digital?". Beberapa item berikut ini mungkin dapat menjawab pertanyaan tersebut, yakni :

- Kemudahan dalam multiplexing
- Mudah dalam pensinyalan
- Menggunakan elektronika modern
- Integrasi antara switching dan transmisi
- Mudah dalam regenerasi sinyal
- Performansi mudah dimonitor
- Interferensi rendah
- Enkripsi mudah
- Dapat digabung dengan layanan lain

Edisi awal digitalisasi suara diawali oleh PCM yang populer sampai sekarang. PCM mengubah gelombang suara (perubahan tegangan secara analog) menjadi rentetan pulsa digital ('0' dan '1') dengan kecepatan 64 kbps. Pemakaiannya masih standart untuk telepon digital saat ini. Penelitian terus dikembangkan agar sebisa mungkin mengurangi kapasitas tersebut. Muncul beberapa metode digitalisi suara yang lain, seperti DPCM, DM, APC dan Vocoder. Penggunaan yang nyata adalah untuk mendigitalkan suara di handphone, mendigitalkan suara agar dapat dikirim melalui internet (VoIP) dan banyak aplikasi lainnya. Sinyal suara yang telah didigitalkan akan menjadi rentetan sinyal '0' dan '1' yang disebut dengan sinyal baseband.



Gambar 4.9 Pembentukan Sinyal PCM

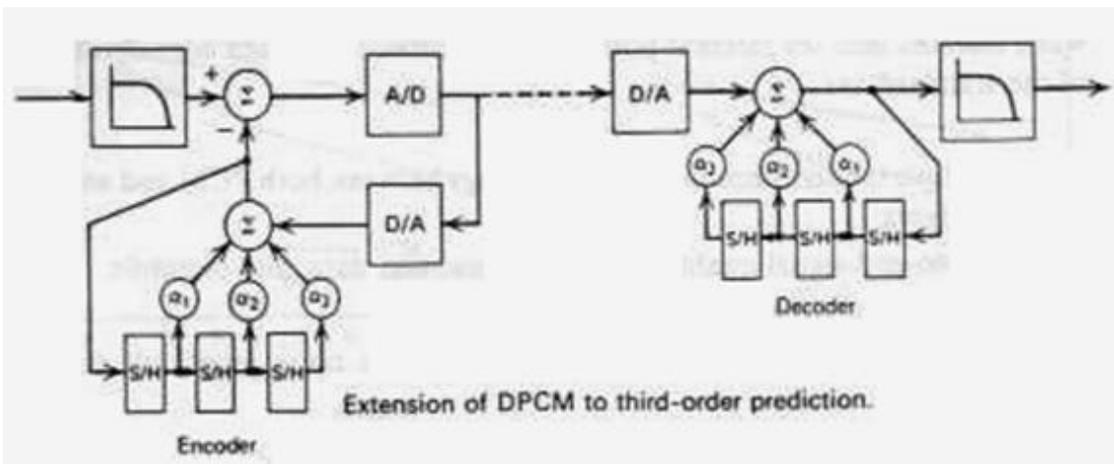
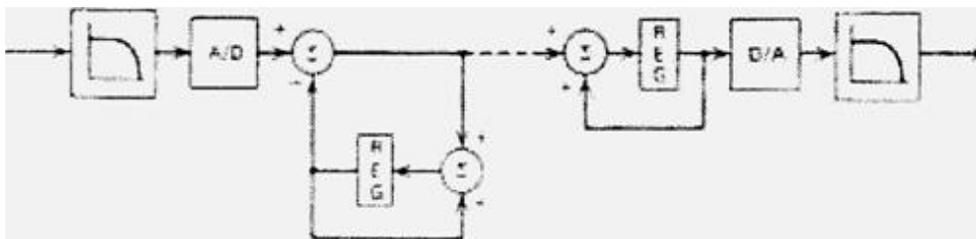
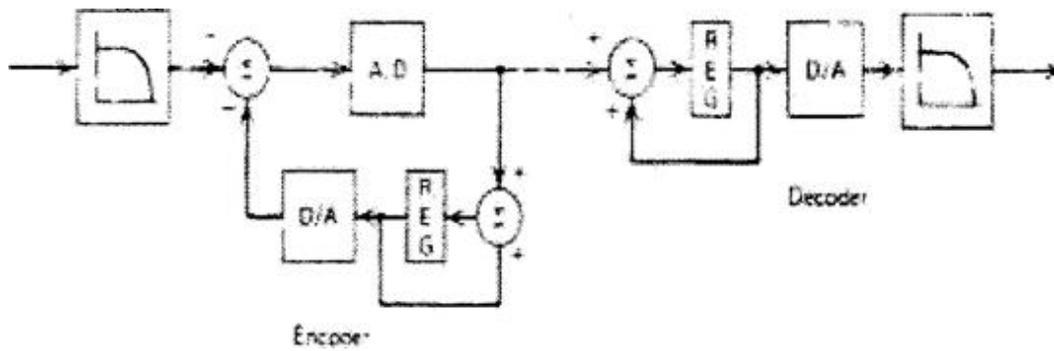
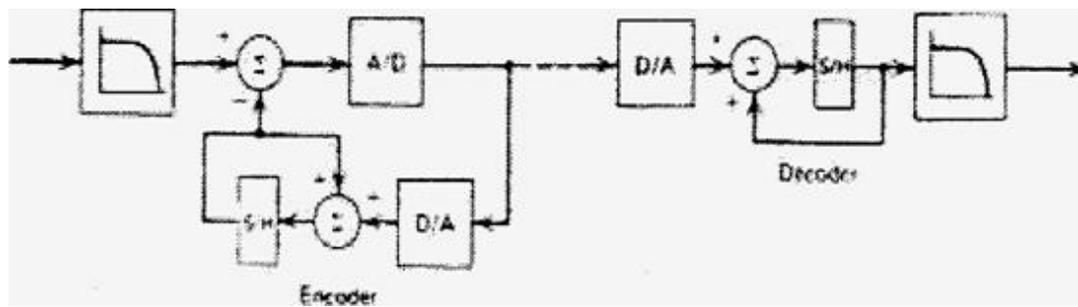
a. PCM

Pulse Code Modulation (PCM) adalah metode yang paling umum digunakan untuk sistem telephony sekarang ini. Proses pada PCM ditunjukkan pada Gambar 4.9.

Sinyal suara manusia memiliki lebar frekuensi dari 20 Hz sampai 20 kHz. Namun sistem telepon PSTN hanya menggunakan jangkauan frekuensi 300 Hz - 3400 kHz atau bandwidth sekitar 4 kHz. Untuk membatasinya digunakanlah filter lowpass. Proses selanjutnya telah diterangkan pada bagian 3.5.

b. DPCM

DPCM atau Differential Pulse Code Modulation adalah peningkatan kualitas pencuplikan dari PCM. DPCM menggunakan sistem umpan balik yang dapat meningkatkan ketelitian regenerasi sinyal di demultiplexer. Kecepatan yang dihasilkan sama dengan kecepatan PCM, yaitu 64 Kbps. Berikut beberapa blok diagram aplikasi rangkaian DPCM.



Gambar 4.10 Blok Rangkaian Aplikasi DPCM

c. ADPCM

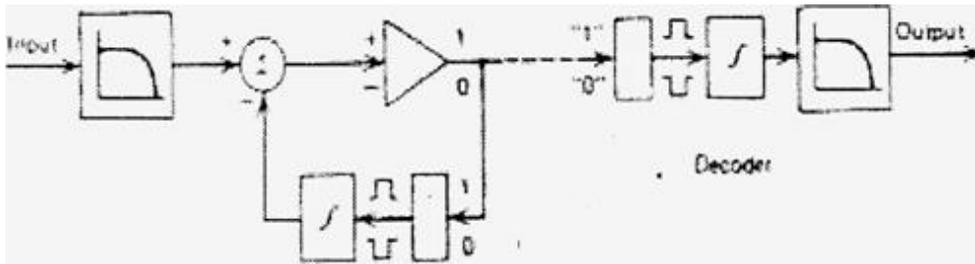
ADPCM atau Adaptive Differential PCM pengembangan DPCM dengan mengkonversi 2 bit DPCM menjadi 1 bit ADPCM, sehingga kecepatan ADPCM adalah 32 Kbps. Contoh aplikasinya pada sistem WLL DRA 1900 buatan Ericson.

d. DM

DM atau Delta modulation pengkodean berdasarkan slop naik atau turun. Jika sampling lebih tinggi dari sebelumnya maka akan

dikodekan sebagai 1 dan 0 jika sebaliknya. Sistemnya menggunakan komparator seperti pada gambar berikut ini.

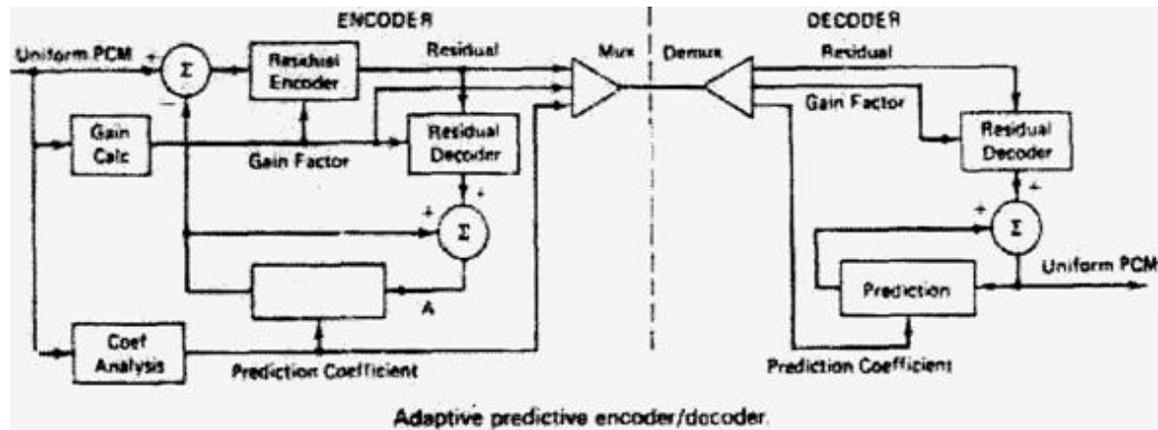
Salah satu pengembangan DM yang populer adalah Adaptive Delta Modulation yang sering juga disebut sebagai Continuous Variable Slope Delta modulation (CVSD). Gambarnya ditunjukkan di bawah ini. Contoh aplikasinya adalah IC Motorola MC3417 dan MC3418 dengan bit rate 16 Kbps dan 37,7 kbps.



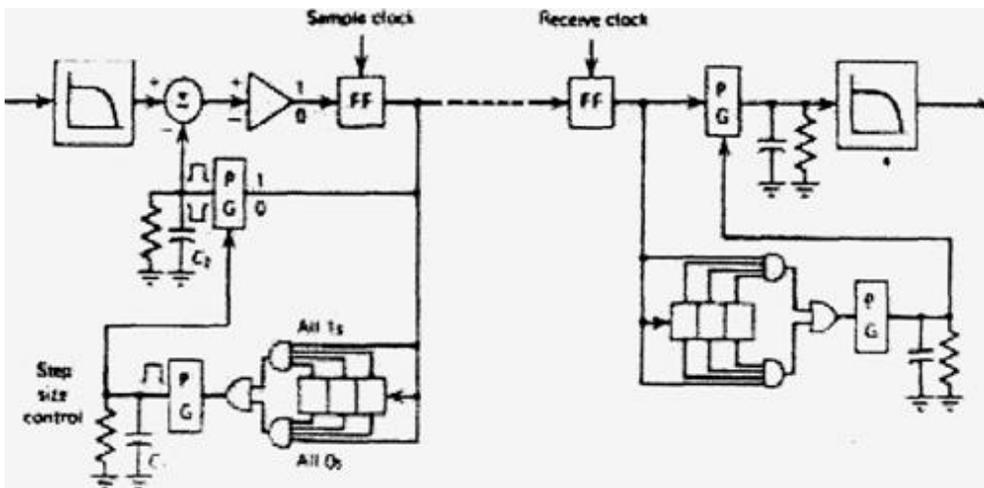
Gambar 4.11 Blok Aplikasi Rangkaian Delta Modulation

e. APC

APC atau Adaptive Predictive Coding menggunakan sistem yang lebih rumit. Kecepatannya mencapai 9,6 Kbps. Hal ini ditunjukkan oleh Gambar berikut.



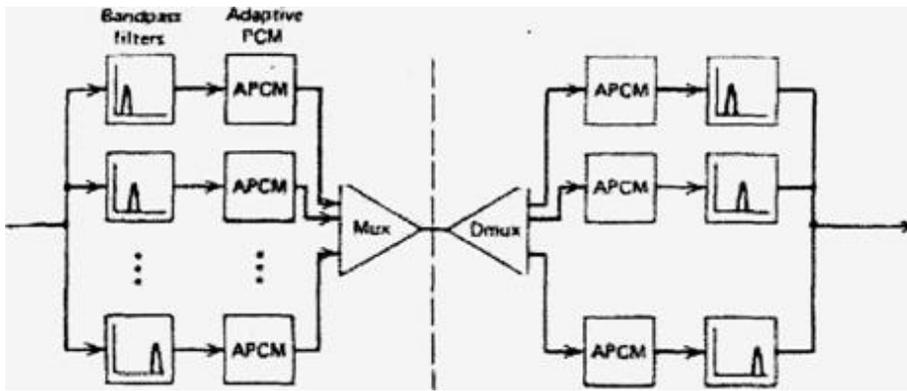
Adaptive predictive encoder/decoder.



Gambar 4.12 Blok Rangkaian Adaptive Predictive Coding dan Aplikasi APC-CVSD

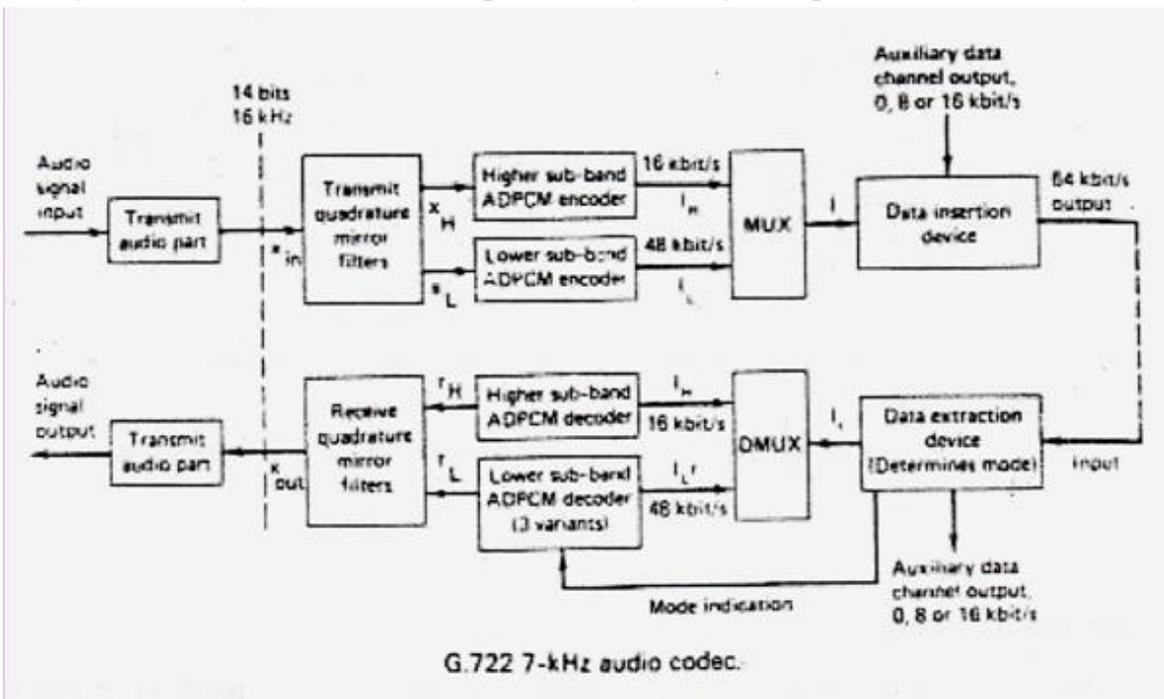
f. Subband Coding

Subband coding adalah metode pengkodean suara dengan memanfaatkan sistem FDM dengan input sinyal yang menggunakan kode di atas, contohnya ditunjukkan gambar berikut ini.



Gambar 4.13 Blok Rangkaian Subband Coding

Contoh aplikasinya adalah algoritma G.722, yaitu pengkodean menurut standart CCITT yang menggunakan bandwidth 7 kHz untuk mengirimkan 4 sinyal ADPCM (64 Kbps). Sistemnya ditunjukkan pada Gambar 4.14 berikut ini.



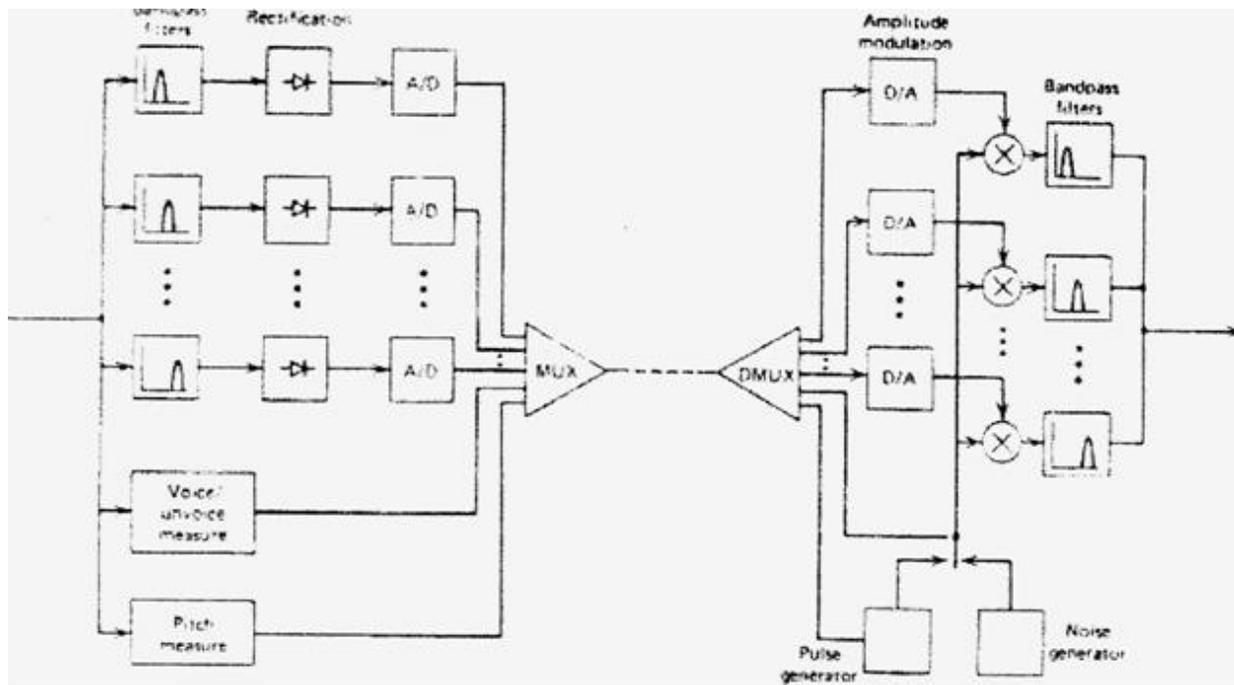
Gambar 4.14 Contoh Aplikasi Blok Rangkaian Subband Coding-ADPCM Coding

g. Voice Coder (Vocoder)

Perkembangan cara mengkodekan suara menjadi sinyal baseband digital memicu teknologi sendiri, baik dari sisi pengkode (Encoder atau Coder) maupun dekodenya (decoder). Perkembangan teknologi ini menciptakan teknologi Vocoder. Beberapa jenis vocoder yang ada akan diuraikan berikut ini.

- Channel Vocoder

Ditemukan oleh Humer Dudley yang mengkompres sinyal suara sampai 300 Hz. Selain suara, channel vocoder juga dapat mengirimkan data melalui channel suara. Beberapa channel vocoder saat ini dapat mentransmisikan suara sampai 2400 Kbps. Berikut blok diagramnya.



Gambar 4.15 Blok Rangkaian Channel Vocoder

- Formant Vocoder

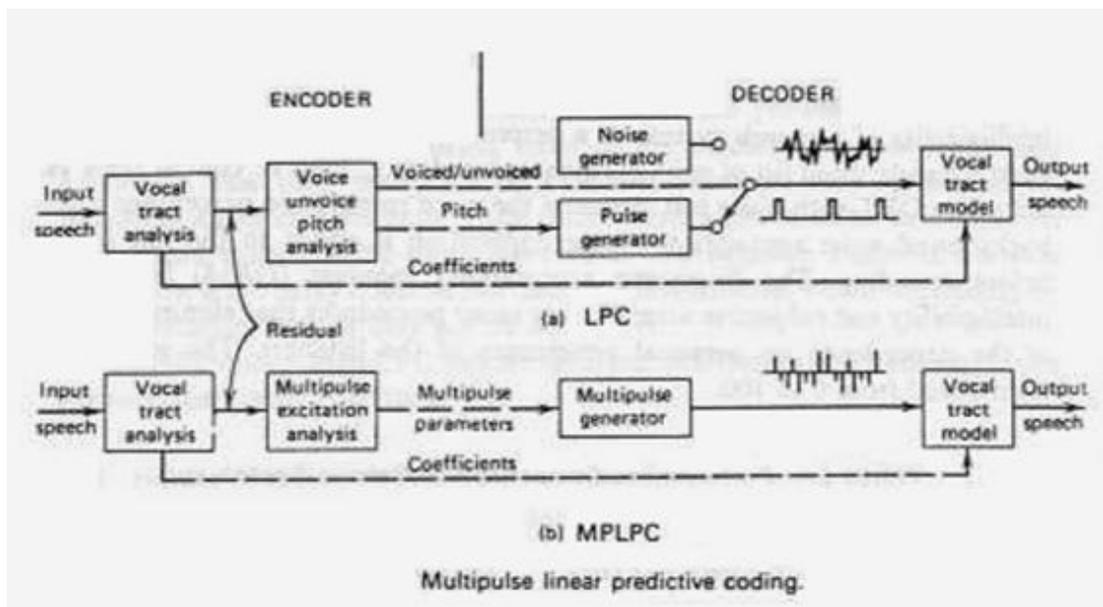
Formant Vocoder dapat mengkodekan suara sampai di bawah kecepatan 1000 bps.

- Linier Predictive Coding

Sistem ini lebih populer dibandingkan kedua vocoder di atas karena tidak menggunakan komponen FDM. Beberapa vocoder LPC yang sering digunakan

adalah :

- LPC- 10 (Tenth order LPC) : pernah digunakan oleh US department of defense untuk komunikasi dial up dengan bit rate 2400 bps.
- MPCLPC (Multipulse LPC) digunakan oleh AT&T untuk mengirim pesan suara telepon, juga oleh satelit INMARSAT untuk skyphone aeronautical dengan kecepatan 9600 bps.
- RPE-LPC (Regular Pulse Excitation LPC) adalah penyempurnaan MPCLPC. RELP (Residual Excited LPC) digunakan untuk mobile radio dan satelit dengan kecepatan 9,6 Kbps.
- CELP (Code Excited LPC) memiliki banyak modifikasi kecepatan.
-

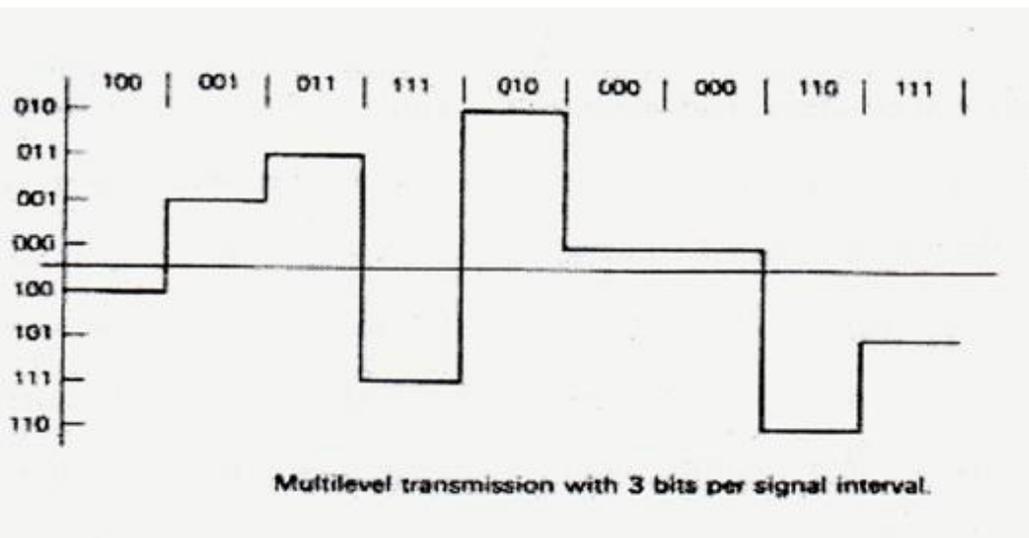
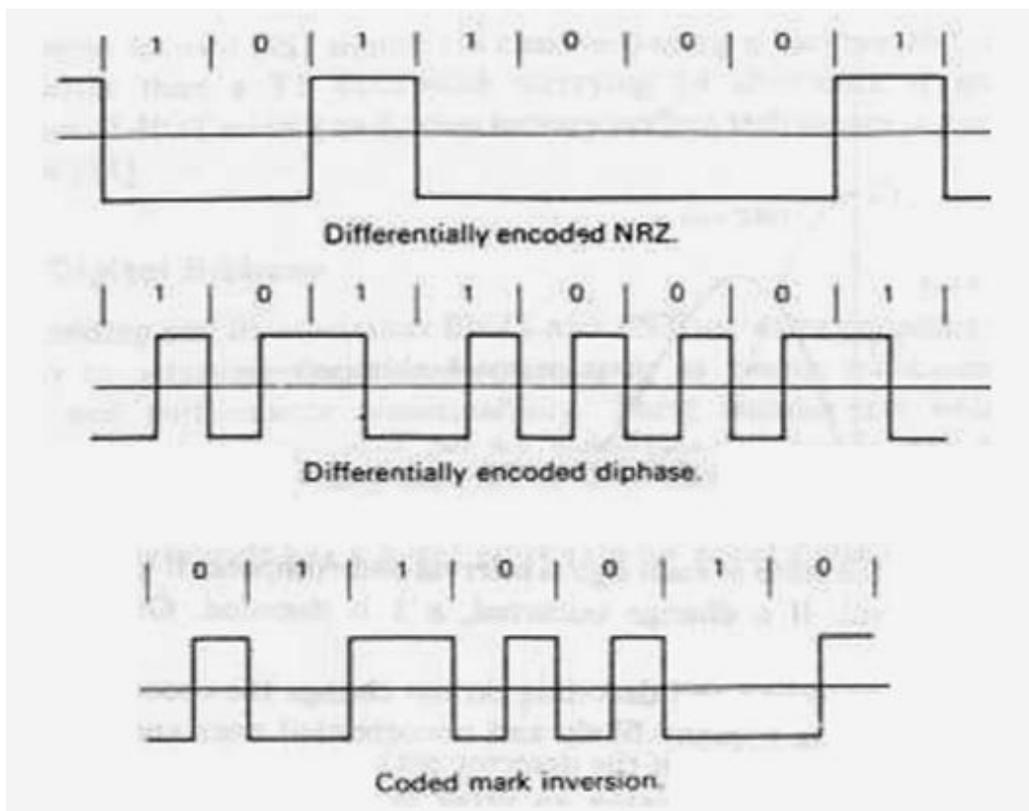


Gambar 4.16 Blok Rangkaian LPC dan MPLPC

4.2.2 Transmisi Digital Baseband dan Carrier

Dalam sistem transmisi digital, sinyal yang dikirimkan antara 2 titik dapat berbentuk pulsa-pulsa dasar (baseband), sistemnya disebut Baseband Transmission System. Sistem transmisi digital juga dapat berbentuk sinyal baseband yang telah dimodulasi dengan sistem modulasi digital (ASK, FSK, PSK dan sebagainya, dipelajari pada Sistem Komunikasi II), sistemnya disebut sebagai Carrier Transmission System.

Contoh sistem transmisi digital baseband adalah antara komputer dengan printer, bahkan beberapa sistem komunikasi yang menggunakan kabel twist pair dan kahel coaxial masih menggunakan sistem transmisi digital baseband. Keuntungan sistem transmisi digital baseband adalah lebih sederhana. Sistem transmisi baseband menggunakan kode yang disebut line coding. Line coding terdiri atas Unipolar Code (RZ), NRZ (Non Return to Zero / Bipolar), BNZS (Binary Non Zero Substitution), PST (Pair Selected Ternary), Ternary Code, Manchester Code (Digital Biphase), Differensial Encoded NRZ, CMI (Code Mark Inversion), Multilevel Signalling, HDB3 dan line code lainnya. Berikut ini contoh bentuk line coding.



Gambar 4.17. Bentuk Sinyal Baseband

Adapun penggunaan line coding, media serta kecepatannya ditunjukkan pada table berikut ini.

Tabel 4.2. Aplikasi Sistem Transmisi Digital Baseband

Designation	Country of Administration	Bit Rate (Mbps)	Line Code	Media	Repeater Spacing
T1	AT&T	1,544	AMI/B8ZS	Twisted Pair	6,000 ft
CEPT1	CCITT	2,048	HDB3/B4ZS	Twisted Pair	2,000 m
T1C	AT&T	3,152	Bipolar	Twisted Pair	6,000 ft
T148	ITT	2,370	4B3T	Twisted Pair	6,000 ft
9148A	GTE	3,152	1 - D2 Duaobinary	Twisted Pair	6,000 ft

T1 D	AT&T	3,152	1 + D2 Duaobinary	Twisted Pair	6,000 ft
T1 G	AT&T	6,443	4 - Level	Twisted Pair	6,000 ft
T2	AT&T	6,312	B6ZS	Low- Cap Twisted Pair	14,800 ft
LD-4	Canada	274,176	B3ZS	Coax	1,900 m
T4M	AT&T	274,176	Polar	Coax	5,700 m

Keterbatasan sistem transmisi digital baseband adalah kapasitas yang relative terbatas dan hanya mengandalkan multipleks waktu (TDM), media yang digunakan juga terbatas pada penggunaan kabel. Untuk memperoleh kapasitas yang lebih tinggi digunakanlah Carrier Transmission System yang memungkinkan penggunaan kombinasi FDM dan TDM. Selain itu Carrier Transmission System memungkinkan penggunaan semua media transmisi, baik kabel twistpair, coaxial, radio, maupun serat optik.

4.2.3 Noise dan Error Control

Perlu diketahui bahwa dalam sistem komunikasi terdapat parameter yang tidak boleh diabaikan, yakni noise. Noise dalam beberapa kasus dapat sangat mengganggu bahkan membuat data yang diterima penerima berbeda dengan yang dipancarkan pemancar. Hal ini sering disebut sebagai error transmission. Noise dapat berasal dari perangkat elektronik yang digunakan, berasal dari alam maupun berasal dari aktifitas manusia. Noise yang terjadi sering disebut sebagai white gaussian noise, yaitu noise yang terdistribusi secara normal pada rentang frekuensi sinyal. Parameter yang digunakan untuk menunjukkan kualitas sistem transmisi adalah BER (Bit Error Rate atau laju kesalahan bit), secara matematis ditulis sebagai $P(e)$ atau probability of error. BER sistem transmisi diukur pada sisi penerima. Besar $P(e)$ bergantung pada jenis transmisi serta kode yang digunakan (baseband dibagi berdasarkan line coding, carrier dibagi berdasarkan jenis modulasi). $P(e)$ yang diharapkan adalah mendekati nol.

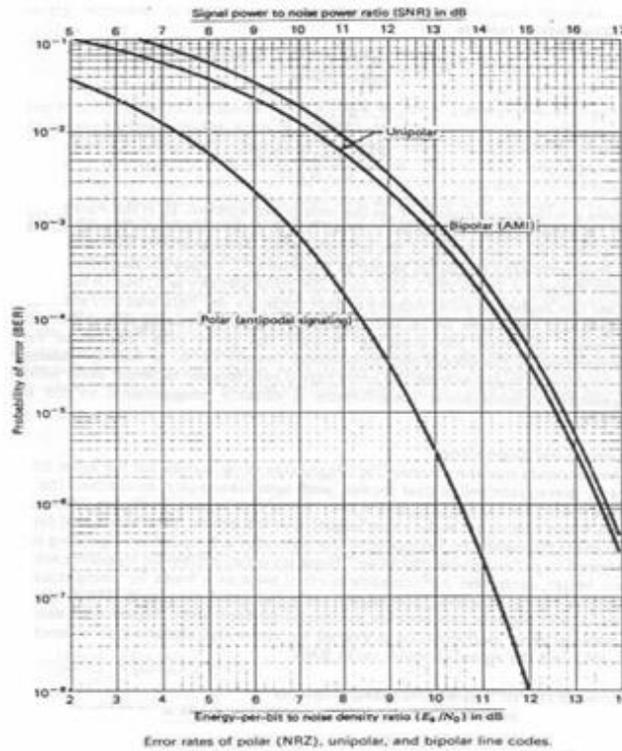


Gambar 4.18. Sistem Penerima Baseband

Persamaan probabilitas of error :

$$\text{prob(error)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_v^{\infty} e^{-t^2/2\sigma^2} dt \quad (7.1)$$

Persamaan SNR :



Gambar 4.19. Grafik Hubungan Parameter $P(e)$, SNR, dan E_b/N_0

Selain parameter $P(e)$, dikenal juga parameter S/N atau SNR (Signal to Noise Ratio) dan E_b/N_0 (Energi per bit to Noise density). S/N digunakan untuk sinyal analog (domain frekuensi) sedangkan E_b/N_0 digunakan untuk sinyal digital. Namun karena sinyal digital dapat terurai menjadi sinyal analog, begitu juga sebaliknya sinyal analog dapat membentuk sinyal digital, maka keduanya memiliki hubungan dalam setiap analisa. S/N atau SNR adalah parameter yang membandingkan besarnya energi sinyal yang diterima dengan energi noise yang mengganggu sinyal. E_b/N_0 adalah perbandingan energi bit yang berhasil dideteksi dengan energi noise yang mengikutinya. Gambar 4.18 dan 4.19 menunjukkan contoh perhitungan pada penerima sistem transmisi digital baseband menggunakan polar (NRZ), unipolar (RZ) dan Bipolar AMI).

Untuk mengetahui apakah data yang ditransmisikan oleh pemancar ke penerima mengalami error atau tidak, satu frame data dilengkapi dengan bit parity. Bit parity adalah 1 bit yang dapat menunjukkan apakah data salah atau tidak. Misalnya jika data terdiri dari 7 bit ditambah 1 bit parity, jika data 1001101 akan ditambahkan bit parity 1 menjadi 1001 1011 jika jenis parity adalah parity ganjil, atau 10011010 jika jenis parity genap. Bit parity pada sistem transmisi lebih kompleks mengingat jumlah bit yang ditransmisikan dalam satu frame data sangat besar. Bit parity yang kompleks ini menggunakan Cyclic Redundancy Check (CRC). Untuk mengetahui atau memperbaiki data yang mengalami error, digunakan 2 cara pengkodean error (error coding) :

1. Automatic-repeat ReQuest transmission (ARQ)
2. Forward-acting Error Correction (FEC)

Metode ARQ sangat sederhana, hanya menggunakan error detection code ataupun hanya menggunakan parity/CRC checker. Jika data yang dikirimkan ternyata salah, maka penerima akan meminta pemancar mengirimkan kembali data yang salah. Sistem ini biasanya digunakan untuk komunikasi data dimana penundaan waktu data masih memungkinkan. Untuk sistem komunikasi yang real-time, lebih cenderung mempergunakan cara kedua, yaitu Forward-acting Error Correction (FEC).

Pada Forward-acting Error Correction (FEC), penerima tidak hanya mendeteksi error, tetapi juga melakukan koreksi. Teori pengkodean ini menempati porsi tersendiri dalam sistem telekomunikasi karena teorinya yang sangat kompleks. Beberapa jenis kode FEC antara lain :

1. Cyclic polynomial codes, antara lain :
 - a. Single error correcting codes (Hamming)
 - b. Burst error correcting codes (Fire)
 - c. Multiple independent error correcting codes (Base-Chaudhuri-Hocquenghem BCH, Reed, Mueller)
- d. Multiple burst error correcting codes (Reed, Solomon)
2. Interleaved codes
3. N-dimensional (concentrated) codes
4. Shortened codes
5. Self-orthogonal codes
6. Synchronization codes
7. Convolutional codes
8. Constant-weight codes
9. Arithmetic codes, dan lain lain

4.2.4 Sistem Transmisi Sinkron dan Asinkron

Berdasarkan sistem clock atau pewaktuannya, sistem transmisi digital dapat dibagi atas sistem transmisi sinkron dan sistem transmisi asinkron. Transmisi sinkron memiliki kecepatan transmisi yang tetap sedangkan kecepatan transmisi asinkron berubah-ubah. Pada sistem transmisi sinkron, kecepatan clock pemancar dan penerima diset terlebih dahulu. Pada saat transmisi akan dilakukan, pemancar dan penerima akan menyesuaikan (mensinkronkan) kecepatan clock masing-masing, setelah sinkron transmisi dilakukan. Contoh sistem transmisi sinkron adalah system T1 dan E1. Keuntungan sistem ini lebih sederhana dalam menentukan frekuensi clock, kekurangannya tidak fleksibel untuk kecepatan transmisi yang berubah-ubah kecepatannya. Untuk kecepatan transmisi yang berubah digunakan metode bit insertion.

Pada sistem transmisi asinkron, informasi kecepatan clock yang menentukan kecepatan transmisi dikirimkan bersamaan dengan data yang dikirim. Setiap set data yang ditransmisikan dari pemancar ke penerima diberi informasi kecepatan clock, sehingga dalam beberapa urutan transmisi bias memiliki kecepatan yang berubah-ubah. Keuntungan sistem ini adalah lebih fleksibel untuk berbagai kecepatan tanpa menggunakan bit insertion. Sedangkan kelemahannya adalah dibutuhkan sistem yang lebih kompleks dalam pengaturan clock sistem. Contoh sistem transmisi asinkron adalah ATM (Asynchronous Transfer Mode).

4.2.5 Teknologi Transmisi

Teknologi yang digunakan untuk sistem transmisi antara lain sistem transmisi radio digital pada gelombang mikro (radio microwave) dikenal sebagai sistem transmisi terestrial, sistem transmisi satelit, dan sistem transmisi serat optik.

a. Sistem Transmisi Radio

Sistem transmisi radio microwave paling banyak digunakan, sehingga sering terdengar istilah radio trunking, yaitu trunk yang menggunakan radio microwave. Beberapa parameter yang harus diketahui dalam sistem komunikasi radio microwave antara lain :

1. System Operating Margin (SOM)
2. Free Space Loss (FSL)
3. Fresnel Zone Clearance (FZC).
4. Obstacle atau Penghalang
5. Antenna bearing, down tilt, down tilt coverage radius

b. Sistem Transmisi Satelit

Beberapa hal yang harus diketahui dalam mempelajari sistem komunikasi satelit antara lain alokasi frekuensi satelit, jenis jenis orbitnya, jenis antena yang digunakan beserta polarisasinya, propagasi atau perambatan gelombang radio, penggunaan sistem analog

atau digital, komponen satelit (space segment, earth segment), Space link, interferensi pada space link, cara akses satelit serta layanan satelit.

c. Sistem Transmisi Serat Optik

Sistem transmisi serat optik menggunakan cahaya yang ditransmisikan melalui kabel serat optik. Beberapa hal yang perlu diketahui tentang sistem komunikasi serat optik antara lain :

1. Jaringan Dasar
2. SONET/SDH Network
3. WDM Network
4. EDFA System
5. Ultra High WDM System
6. Bit Interleaved Optical TDM System
7. Time Slotted Optical TDM System

Sistem di atas digunakan sampai pada saat ini. Pembahasan sistem komunikasi serat optik akan ditekankan pada kuliah sistem komunikasi optik.

4.3 Analisa Trafik

4.3.1 Dasar Trafik

Besarnya kapasitas sentral serta penentuan kapasitas jaringan akses dan transmisi ditentukan oleh seberapa besar kebutuhan komunikasi. Kebutuhan ini dipresentasikan dalam suatu besaran yang disebut intensitas trafik.

Intensitas trafik adalah jumlah rata-rata pendudukan (pemakaian) perangkat telekomunikasi oleh pelanggan dalam rentang waktu tertentu. Intensitas trafik dilambangkan sebagai A dengan satuan **Erlang**.

Sebagai contoh :

Sebuah sentral satelit kapasitas 50 SST ditempatkan di daerah rural menyediakan saluran trunk 6 saluran. Pada waktu pengamatan trafik selama 2 jam diperoleh data- sebagai berikut :

- Saluran 1: Total waktu pendudukan oleh beberapa pelanggan 0,15 jam
- Saluran 2: Total waktu pendudukan oleh beberapa pelanggan 0,10 jam
- Saluran 3: Total waktu pendudukan oleh beberapa pelanggan 0,25 jam
- Saluran 4: Total waktu pendudukan oleh beberapa pelanggan 0,05 jam
- Saluran 5: Total waktu pendudukan oleh beberapa pelanggan 0,05 jam
- Saluran 6: Total waktu pendudukan oleh beberapa pelanggan 0,20 jam

Sehingga total waktu pendudukan. 6 saluran tersebut selama 2 jam adalah 0,8 jam.

Maka daerah tersebut memiliki intensitas trafik :

$$A = 0,8 \text{ jam} / 2 \text{ jam} = 0,4 \text{ Erlang}$$

Dalam prakteknya sering digunakan besaran trafik, berikut tabulasi satuan lain trafik seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 5.3 Satuan Trafik

Nama Satuan	Defenisi
Erlang	

TU	= Traffic Unit	Jumlah pendudukan rata-rata persatuan waktu
VE	= Verkehrseinheit	
CCS	= Cent Call Seconds	Jumlah pendudukan dalam satuan 100 panggilan tiap detik
HCS	= Hundred Call Seconds	
UC	= Unit Call	
ARHC	= Apple re'duits a l'heure shargee	Jumlah panggilan dalam selang 120 detik
EBHC	= Equated Busy Hour Call	

Ada tiga jenis trafik yang ditemui di bidang telekomunikasi, yakni :

- Offered traffic atau trafik yang ditawarkan adalah trafik yang ada pada suatu daerah dan yang harus dilayani. Disimbolkan dengan A.
- Carried traffic atau trafik yang diolah adalah trafik yang terlayani oleh jaringan telekomunikasi. Disimbolkan dengan Y.
- Lost Traffic atau trafik yang hilang adalah trafik yang tidak terlayani, disimbolkan dengan R.

Hubungan ketiga jenis trafik tersebut adalah :

$$A = Y + R$$

$$R = B \cdot A$$

$$Y = (1-B) \cdot A$$

Dimana B disebut **rugi-rugi** atau **probabilitas blocking P(N)**, atau **Grade Of Service (GOS)**. Misalnya B = 5 %, maka jika terdapat 100 pelanggan, akan terdapat kemungkinan 5 pelanggan yang akan diblok tidak dapat melakukan komunikasi. Namun demikian harus disadari bahwa kecil kemungkinan semua pelanggan menelepon secara bersamaan.

Pada dasarnya sentral telepon tidak menyediakan saluran bicara dan saluran trunk sebanyak pelanggan yang dilayani, hal ini juga disebabkan pertimbangan di atas serta efisiensi biaya. Misalnya suatu daerah yang memiliki pelanggan 480 sst, dilayani oleh sentral yang berkapasitas 480 pelanggan, namun hanya memiliki saluran bicara 100 saluran dan saluran trunk 30 saluran. Hubungan jumlah pelanggan (dipresentasikan sebagai jumlah trafik, A) dengan banyaknya saluran yang harus disediakan (N) ditentukan oleh persamaan

Distribusi Erlang :

$$P(N) = B = \text{GOS} = (A^N / N!) / (1 + A + A^2 / 2! + \dots + A^N / N!)$$

Untuk mempermudah perhitungan, persamaan di atas disusun sebagai Tabel Distribusi Erlang.

Contoh penerapan analisa trafik untuk jaringan telekomunikasi.

Suatu daerah rural dengan radius 5 km dengan kepadatan pelanggan rata-rata 55 pelanggan per km² akan dilayani dengan sentral rural. Tentukan kapasitas sentral yang akan digunakan serta kapasitas trunk yang harus disediakan jika dengan karakteristik yang sama di tempat lain diketahui rata rata pelanggan memiliki kapasitas trafik 70 mErl pada jam sibuk dan GOS perangkat 5%.

Jawab :

Belajar dari aplikasi di daerah lain, kapasitas trafik per pelanggan ternyata 70 mErl, sehingga kepadatan trafik per km² adalah :

- Kepadatan trafik per km² = 55 pelanggan/km² x 70 mErl/pelanggan = 3,85 Erl/km²
- Total trafik dan pelanggan di daerah tersebut (5 km²) adalah :
- Total trafik = 5 km² x 3,85 Erl/km² = 19,25 Erlang
- Jumlah pelanggan total = 5 km² x 55 pelanggan/km² = 275 pelanggan

Maka kapasitas sentral minimal yang harus disediakan adalah kapasitas 275 pelanggan. Dengan jumlah trunk (lihat pada table erlang dengan A = 19,25 dan B= 0,5%), diperoleh jumlah trunk sekitar 30 saluran atau setara dengan 1 buah saluran PCM 30 E 1. Sistem

transmisinya juga dapat menggunakan radio microwave 2 Mbps atau sistem 2 kabel analog 30 SST.

Bagaimana cara menentukan trafik pada suatu daerah? Selain mengambil contoh dari kasus yang ada, besar trafik juga dapat ditentukan melalui metode trafik forecasting atau peramalan trafik. Beberapa metode traffic forecasting antara lain :

- a. Trend metode, nilai trafik diperoleh dari pengamatan waktu ke waktu dan meramalkannya untuk waktu yang akan datang.
- b. Statistical demand analysis, perkembangan trafik mengikuti pola tertentu bergantung pada faktor jumlah penduduk, standar hidup, ekonomi dan lain-lain.
- c. Analytical comparison, membandingkan dengan perkembangan telekomunikasi di daerah lain.
- d. Individual judgement, parameter ditentukan secara pribadi berdasarkan pengalaman, bukan berdasarkan analisa sistematis.

4.3.2 Network Performance

Network performance atau unjuk kerja / kinerja jaringan menunjukkan seberapa jauh kualitas jaringan yang digunakan dalam sistem telekomunikasi. Beberapa tolok ukur yang digunakan antara lain :

- ASR (Answer Seizure Ratio)
- SCH (Seizure per Circuit per Hour)
- MHTS (Mean Holding Time per Seizure)
- GOS (Grade Of Service)
- SCR (Successful Call Ratio)

ASR (Answer Seizure Ratio) adalah perbandingan jumlah panggilan yang dapat dilayani (all answered) dibandingkan jumlah panggilan yang masuk (call seizure). ASR diukur untuk panggilan lokal dan panggilan SLJJ. ASR lokal diukur pada sentral lokal dan sentral toll/tandem, sedangkan ASR SLJJ diukur hanya pada sentral toll/tandem.

SCH (Seizure per Circuit per Hour) adalah perbandingan jumlah pemakaian perangkat (call seizure) terhadap jumlah perangkat yang ada dalam rentang waktu tertentu.

MHTS (Mean Holding Time per Seizure), yaitu efektifitas pemakaian sirkuit dengan membandingkan pendudukan rata-rata call tiap sirkuit.

GOS (Grade Of Service), yaitu persentase ketidakmampuan sentral menangani proses panggilan. GOS sering disebut probabilitas blocking atau probabilitas loss.

SCR (Successful Call Ratio), Adalah perbandingan jumlah panggilan yang dapat dilayani dibanding dengan jumlah pelanggan yang meminta layanan, termasuk yang hanya mengangkat handset (Call Attempt).

4.3.3 NNGOS

NNGOS adalah probabilitas blocking end to end, artinya memperhitungkan GOS dari originating point sampai destination point. Parameter NNGOS sangat diperlukan dalam pendimensian jaringan (network dimensioning), penentuan kualitas jaringan (network performance) dan kualitas layanan (Quality of Service, QoS). Cara *yang* paling sederhana menghitung NNGOS adalah dengan menggunakan metode Gaudreau..

BAB 5

SIGNALING

5.1 Pendahuluan

Setelah memahami jaringan telekomunikasi yang terdiri dari pesawat pelanggan, jaringan akses, sentral dan jaringan transmisi, berikutnya kita harus memahami bagaimana proses sinyal informasi dilewatkan melalui jaringan tersebut. Proses aliran informasi tersebut dikirimkan melalui mekanisme signaling.

Untuk memudahkan pemahaman mengenai signaling, pembahasan akan dibagi atas :

1. Signaling pada telepon analog, memberikan contoh yang jelas tentang proses signaling.
2. Struktur signaling, menjelaskan signaling dari pengertian sampai pada signaling yang digunakan saat ini.
3. Uraian signaling, yaitu pembahasan lebih mendalam pada beberapa jenis signaling.

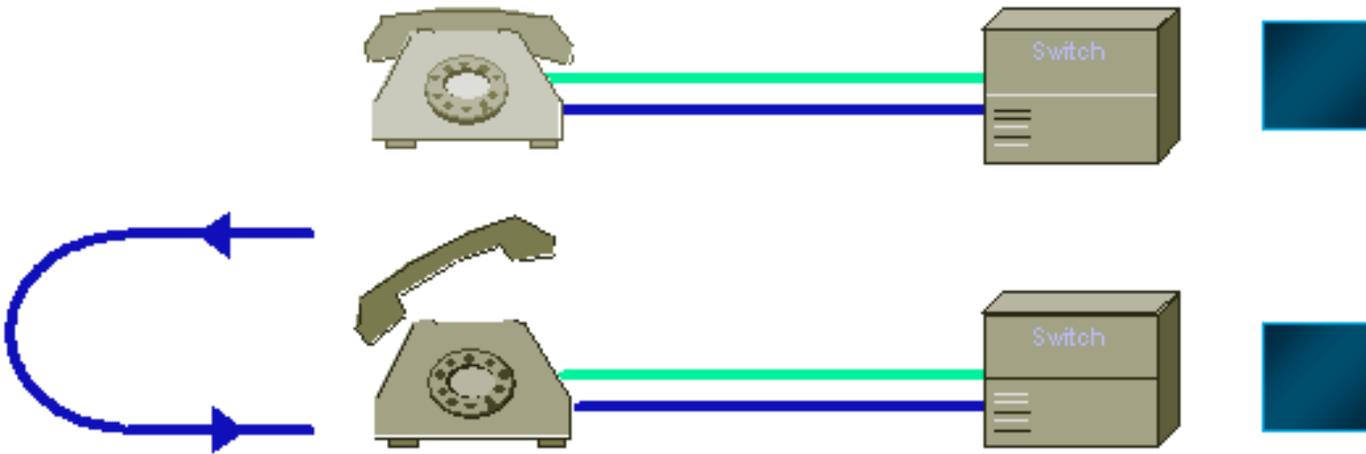
5.2 Signaling Telepon Analog

Signaling pada telepon analog adalah sinyal-sinyal yang terdengar pada saat melakukan panggilan telepon selain sinyal suara. Signaling pada telepon terbagi atas :

1. Signaling Supervisory, yaitu signaling agar sentral telepon mengetahui keadaan telepon (kondisi aktif atau tidak). Sinyalnya adalah sinyal On/Off Hook.

Signaling Supervisory terdiri atas :

- Loop start, seizure call dideteksi ketika arus mengalir, tidak ada grounding dalam rangkaiannya, seperti yang ditunjukkan Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Supervisory Signaling Loop Start

- Ground start, seizure call dideteksi ketika kabel digroundingkan, seperti yang ditunjukkan Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Supervisory Signaling Ground Start

- E&M Signaling, menggunakan signaling lead terpisah untuk 2 arah, yaitu E-Lead (inbound direction) dan M-Lead (outbound direction) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Supervisory signaling E&M

State	E-Lead	M-Lead
On-Hook	Open	Ground
Off-Hook	Ground	Battery Voltage

2. Signaling Adressing, yaitu signaling untuk pengalamatan telepon yang dipanggil. Sinyalnya

Tone	Frequency (Hz)	On Time	Off Time
Dial	350 + 440	Continuous	
Busy	480 + 620	0.5	0.5
Ringback, Normal	440 + 480	2	4
Ringback, PBX	440 + 480	1	3
Congestion (Toll)	480 + 620	0.2	0.3
Reorder (local)	480 + 620	0.3	0.2
Receiver Off-hook	1400 + 2060 + 2450 +2600	0.1	0.1
No Such Number	200 to 400	Continuous, Freq. Mod 1Hz	
Payphone	1600	Start or continuous	

5.3 Struktur Signaling

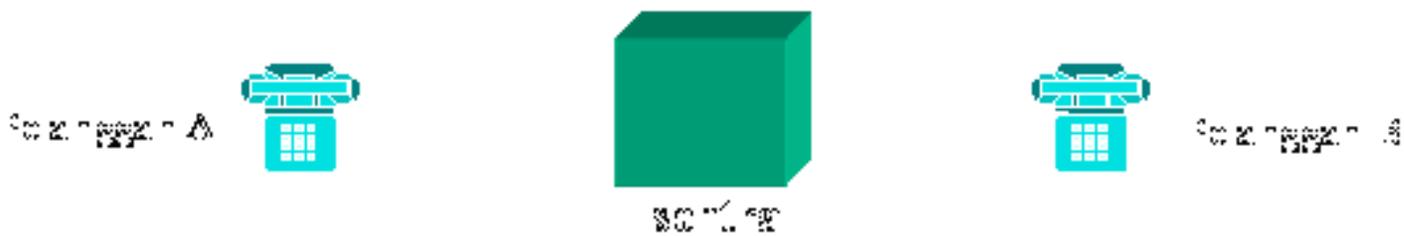
Berikut akan diuraikan signaling secara terstruktur dari pengertian signaling sampai pada pembagiannya di jaringan telekomunikasi.

5.3.1 Pengertian

Signaling adalah semua pensinyalan yang dibutuhkan dalam melakukan panggilan di jaringan telekomunikasi.

5.3.2 Arah Sinyal

Arah signaling terdiri dari arah forward dan arah reverse. Jika panggilan berasal dari A menuju B, maka forward signal mengalir dari telepon A menuju sentral telepon B tempat B berada, sedangkan reverse signal adalah sebaliknya.



Gambar 5.5 Arah Signaling

5.3.3 Pembawa Signaling

Pembawa signaling adalah, terdiri dari :

- Physical Circuit, yaitu suatu sirkit dimana tidak ada transformasi frekuensi percakapan (*speech*) pada sinyal yang melewatinya.
- Nonphysical Circuit, yaitu suatu sirkit dimana terdapat transformasi frekuensi *speech* ke frekuensi yang lebih tinggi (FDM) atau ke dalam bentuk digital (TDM).
- Signaling networks, yaitu jaringan khusus pembawa informasi signaling.

5.3.4 Tipe Sinyal

Tipe sinyal adalah, terdiri dari :

- Sinyal DC, yaitu sinyal direct current, contoh untuk on-off hook.
- Sinyal AC, sinyal at-us bolak balik, contohnya sinyal dering.
- Tone, sinyal berfrekuensi tertentu, baik di dalam frekuensi *speech* (inband signaling) maupun di luar frekuensi *speech* (outband signaling). Contohnya tone 16 khz untuk billing.

- MFC (Multi Frequency Coding), yaitu signaling dengan menggunakan kombinasi beberapa frekuensi, contohnya DTMF.
- Digital, yaitu signaling dengan menggunakan bit-bit digital.

5.3.5 Syarat Signaling

Persyaratan signaling antara lain :

- Andal, Transfer informasi yang andal (pelanggan yang ditujulah yang ringing).
- Cepat, proses call set up cepat.
- Tanpa noise.

5.3.6 Klasifikasi Signaling

Signaling dibagi atas :

- Subscriber - Exchange signaling, signaling yang terjadi antara pesawat pelanggan dengan sentral ataupun sebaliknya. Signaling ini lebih dikenal sebagai subscriber signaling.
- Exchange - exchange signaling, yaitu signaling yang terjadi antar sentral telepon. Signaling antar sentral terdiri dari Channel Associated Signaling (CAS) dan_ Common Channel Signaling (CCS)

Klasifikasinya ditunjukkan pada Gambar 5.6 berikut ini.

Gambar 5.6 Klasifikasi Signaling

5.3.7 Subscriber Signaling

Terdiri atas signaling :

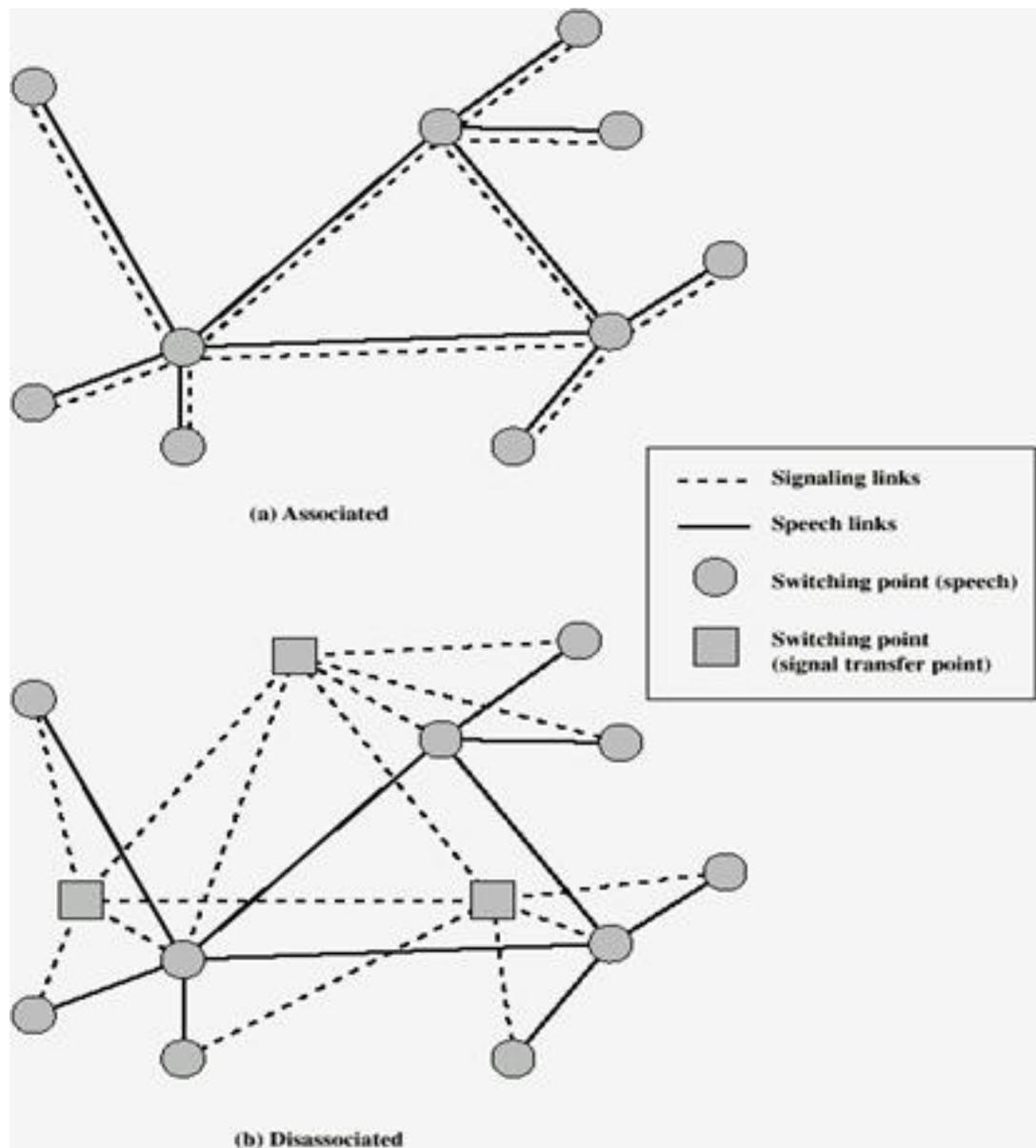
- Pelanggan ke sentral, yaitu signaling yang berasal dari pesawat pelanggan, terdiri dari on-off hook, nomor dial dan informasi jumlah uang (pay phone).
- Sentral ke pelanggan, yaitu signaling yang dikirimkan oleh sentral ke pesawat pelanggan, terdiri dari info status sentral sibuk atau tidak, info status pelanggan yang dipanggil sibuk atau tidak, info kongesti, info charging, serta dering.

5.3.8 Exchange to Exchange Signaling

Terdiri atas :

- Common Associated Signaling (CAS), yaitu signaling dimana informasi speech dan informasi signaling mengalir melalui jalur yang sama.
- Common Channel Signaling (CCS), yaitu signaling dimana informasi speech dan informasi signaling mengalir melalui jalur yang terpisah.

Ilustrasinya ditunjukkan oleh Gambar 5.7 berikut ini.



Gambar 5.7 Jalur Signaling (a)..CAS (b).CCS

5.4 Uraian Signaling

5.4.1 Channel Associated Signaling (CAS)

Channel Associated Signaling merupakan signaling konvensional yang biasa digunakan. Informasi speech dan informasi signaling mengalir melalui jalur yang sama. Beberapa cara untuk mengirimkan informasi speech dan signaling pada jalur yang sama yakni :

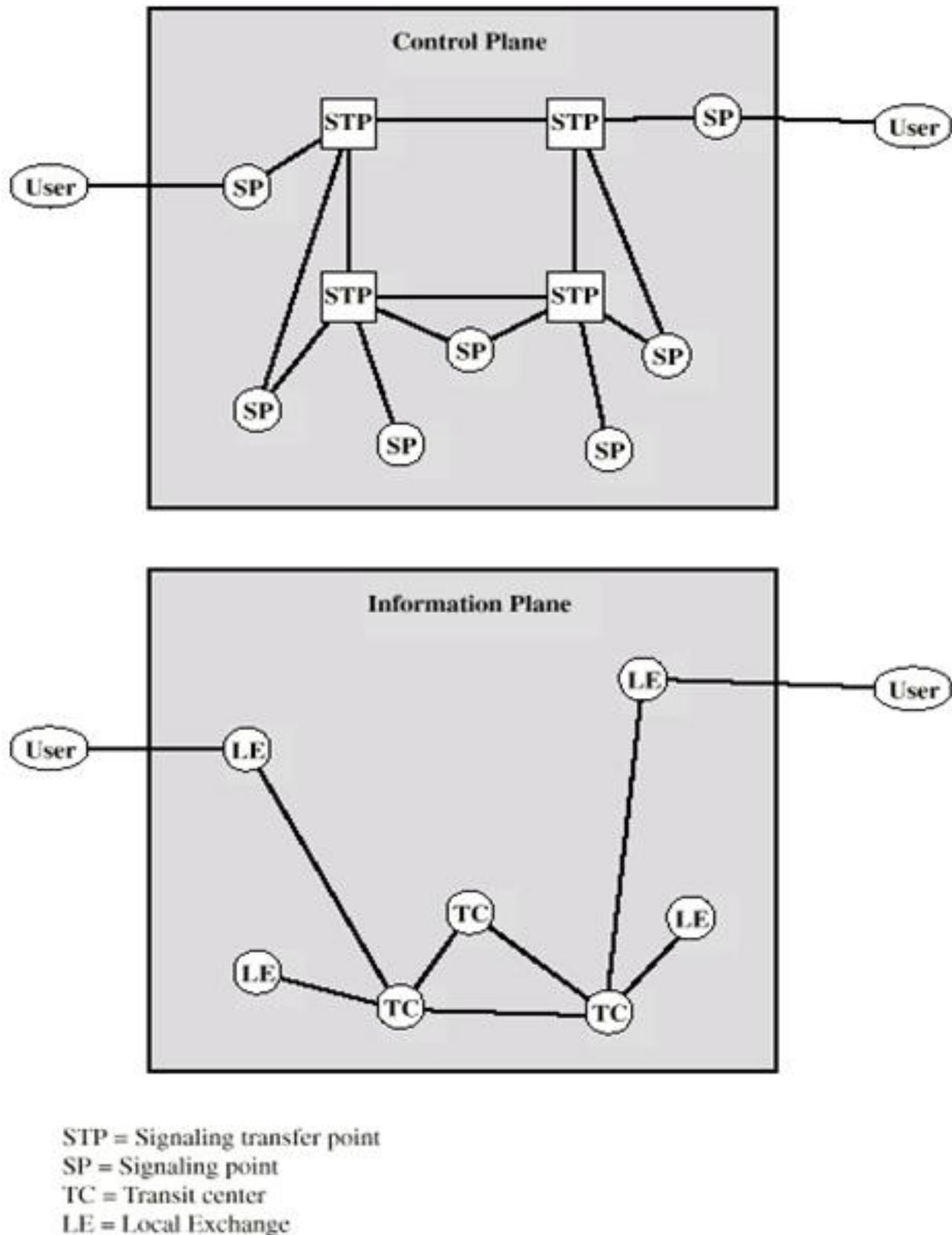
- Signaling dilakukan secara bersama pada kanal untuk *speech* (*DC* signaling, inband signaling)
- Signaling dilakukan pada kanal yang sama dengan *speech* tetapi menggunakan frekuensi yang berbeda (out-band signaling) Signaling dilakukan melalui timeslot 16 (PCM signaling)

Signaling CAS terdiri dari line signaling dan register signaling. Line signaling digunakan untuk

mentransfer informasi kondisi handset (off-hook atau on-hook), contohnya seizure, answer, clear back, clear forward. Register signaling digunakan untuk mentransfer alamat tujuan percakapan. Register signaling melibatkan komunikasi antar register masing-masing sentral telepon. Beberapa jenis signaling CAS antara lain CCITT signaling No.3, No.4, No.5, No.6 dan signaling CCITT R2. Sistem CAS yang banyak digunakan saat ini adalah sistem signaling R2. Signaling R2 mempergunakan inband/outband signaling.

5.4.2 Common Channel Signaling (CCS)

Pada signaling CCS, jaringan signaling terpisah dengan jaringan speech. Signaling CCS digunakan untuk jaringan yang telah terdigitalisasi dengan standard PCM 64kbps. Signaling CCS melakukan fungsi call control, remote control, management and maintenance. Sistem signaling CCS yang digunakan saat ini adalah sistem signaling CCS No.7.

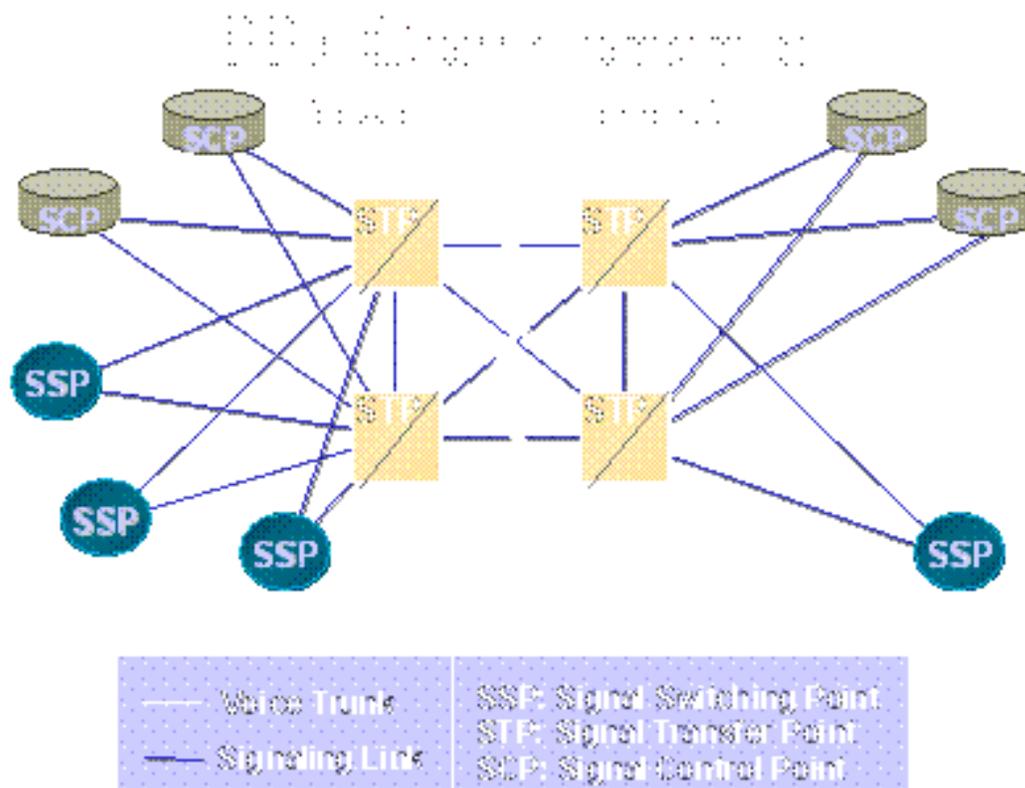


Gambar 5.8 Pembagian jalur signaling CCS 7

Elemen CCS terdiri dari Signaling Point (SP), Signal Transfer Point (STP), Control Plane dan Information Plane.

- Signaling point (SP) adalah setiap titik jaringan yang mampu menangani pesan kontrol SS7.

- Signal transfer point (STP) yaitu titik signaling yang mampu merutekan pesan control.
- Control plane yaitu titik yang bertanggung jawab untuk membentuk dan mengatur koneksi.
- Information plane, setelah koneksi terbentuk, informasi ditransfer pada information plane



Gambar 5.9 Komponen Signaling CCS 7

Peningkatan teknologi PSTN adalah teknologi ISDN (Integrated Service Digital Network). ISDN adalah layanan PSTN yang menggunakan perangkat digital dari pesawat telepon, jaringan akses, switching dan trunking-nya. Sedangkan signaling yang digunakan adalah signaling antar sentralnya CCS7. Berikut ini contoh implementasi jaringan ISDN dengan signaling antar sentral CCS7 dan subscriber signaling DSS 1.

Jaringan ISDN dan SS7

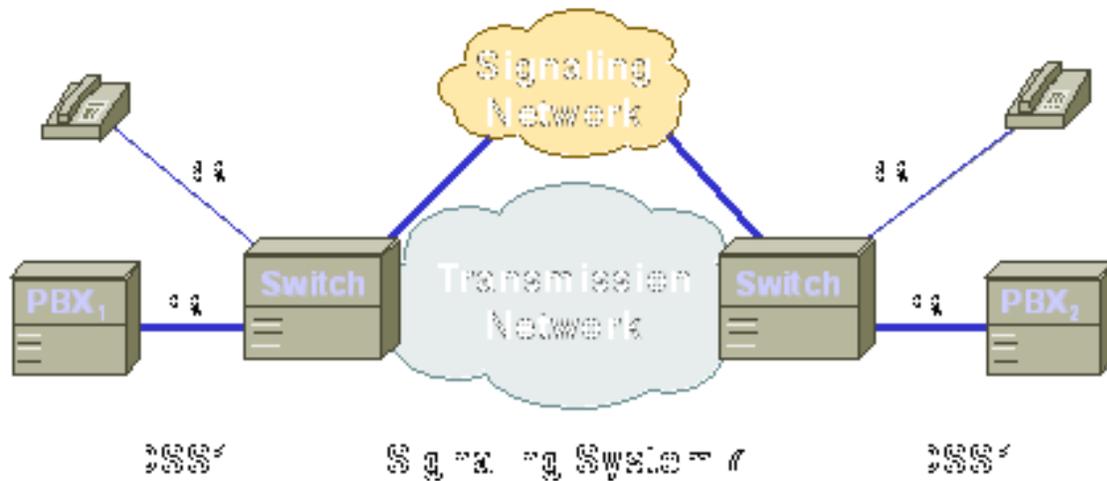


Diagram of ISDN and SS7 Network

Gambar 5.10 Jaringan ISDN dan Signaling CCS 7 serta DSS1

5.5. Sistem Pensinyalan Kanal Bersama No. 7 (CCS7)

5.5.1 Umum

Pensinyalan yang diterapkan antara terminal pelanggan dan sentral telepon, serta sentral yang satu dengan yang lain merupakan pertukaran informasi yang diperlukan bagi pembentukan, pernantuan dan pembubaran hubungan melalui jaringan pada sentral telepon. Pensinyalan merupakan prioritas bagi pelanggan untuk menghubungkan dengan yang lainnya juga memberikan pengawasan terhadap percakapan sepanjang lintasan.

Dalam pembangunan hubungan telepon pensinyalan dapat dianggap seperti susunan syaraf manusia dalam hal kegunaannya, yaitu untuk meneruskan perintah dan informasi.

5.5.2 Perkembangan Teknologi Pensinyalan

Kemajuan teknologi komunikasi seiring dengan tuntutan kebutuhan informasi dan jenis pemakai yang semakin kompleks memerlukan pengaturan yang terintegrasi dalam hal penerapannya. Untuk menuju kearah integrasi komunikasi maka penerapan yang paling mungkin lebih dahulu adalah teknologi pensinyalan.

CCITT memberikan rekomendasinya untuk menetapkan suatu aturan dan standar mentu dalam mewujudkan sunyal-sinyal yang telah disepakati. Sistem signaling nomor 7 merupakan sistem signaling yang paling akhir dikeluarkan oleh CCITT seri 2.700.

Sistem signaling nomor 7 memakai sistem pensinyalan bersama yang biasa disebut Common Channel Signaling (CCS), Pemakaian kanal yang terpisah dengan kanal voice/data, ini memberikan ciri yang berbeda dibandingkan dengan sistem pensinyalan yang menggunakan kanal signaling sama dengan kanal informasi atau pensinyalan kanal terasosiasi.

Sistem pensinyalan kanal terasosiasi masih banyak dipakai dalam pembentukan hubungan informasi. Hal ini perlu kebijakan dalam penerapan teknologi baru pensinyalan CCS7.

Dalam konteks telekomunikasi modern, pensinyalan dapat didefinisikan sebagai sebuah sistem yang memungkinkan suatu sentral SPC (*Stored Program Control*), jaringan database, dan node-node lain jaringan dapat saling bertukar pesan dalam hubungannya dengan proses pemanggilan (*Call setup*), pengawasan (*Supervision*), informasi pengontrol sambungan (*Call connection control information*), dan informasi manajemen jaringan.

5.5.3 Perbedaan CCS dan CAS

5.5.3.1 Common Channel Signaling (CCS)

CCS adalah metode Signaling dimana pertukaran informasi dilakukan dengan memanfaatkan kanal khusus untuk keperluan Signaling dan transfer data yang terpisah dari kanal voice/data. Satu kanal Signaling digunakan secara bersama-sama oleh banyak kanal voice/data.

5.5.3.2 Channel Associate Signalling (CAS)

CAS adalah metode pensinyalan, dimana informasi Signalling untuk suatu hubungan disalurkan melalui kanal fisik yang juga dipergunakan untuk hubungan itu sendiri (kanal voice/data).

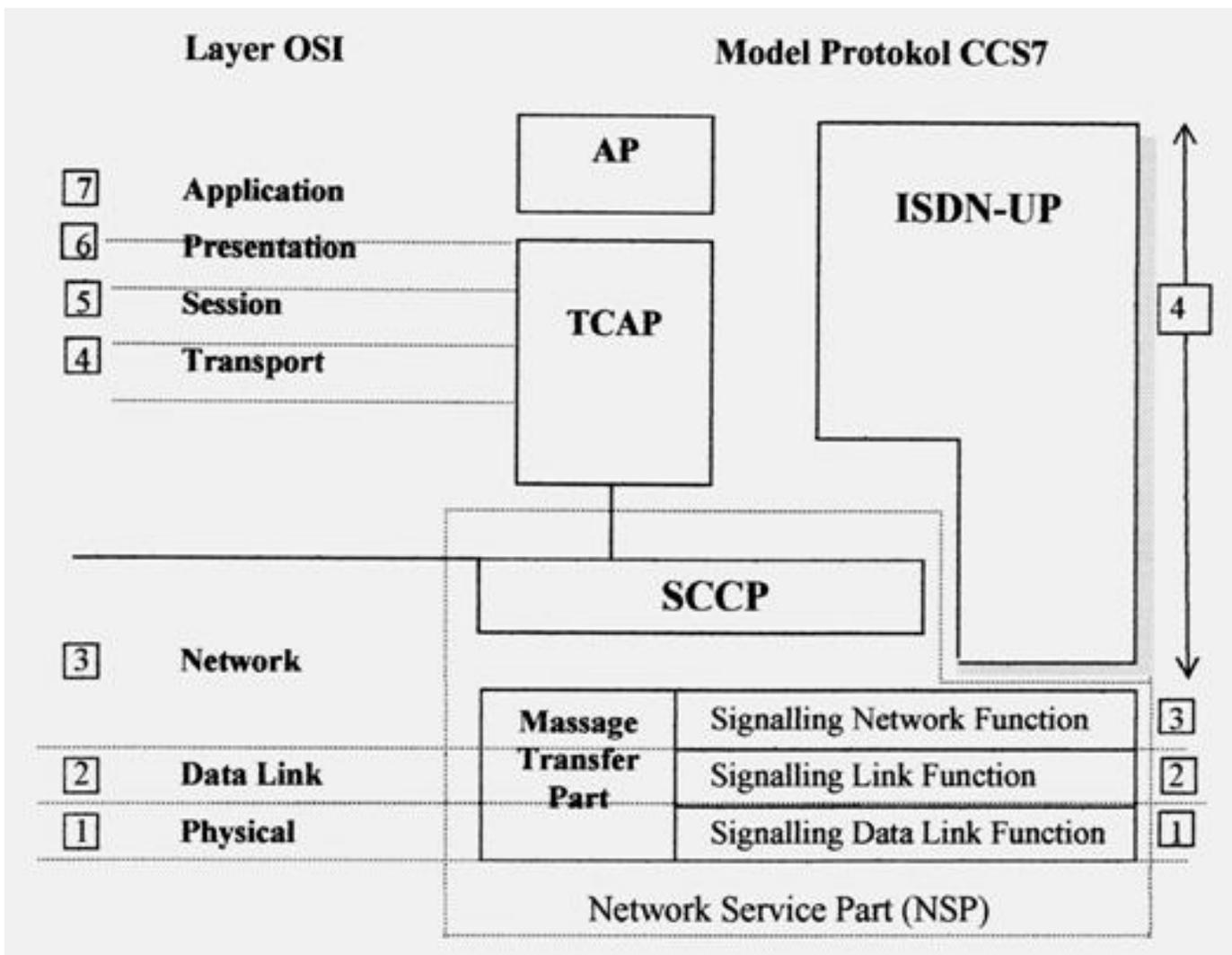
Dan kedua keterangan di atas perbedaan pokok dari kedua metode pensinyalan terletak pada

penggunaan kanal pensinyalan, yaitu bahwa metode pensinyalan CCS memiliki satu kanal pensinyalan tersendiri yang terpisah dari kanal voice/data dan digunakan secara bersama-sama untuk banyak voice/data, sedangkan pada metode pensinyalan CAS kanal pensinyalan selalu berada di antara kanal voice dan data.

Perbedaan antara pensinyalan CAS dan CCS membawa konsekuensi yang berbeda terhadap proses penyampaian pensinyalan pada kedua metode pensinyalan tersebut. Pada metode CAS, kanal pensinyalan tidak terpisah dari kanal voice/data dan setiap kanal voice/data mempunyai kanal pensinyalan sendiri-sendiri, sehingga dalam proses pengiriman sinyal akan selalu mengikuti dan berada pada sirkuit yang sama dengan kanal voice/data yang bersangkutan. Sedangkan pada metode CCS, karena kanal pensinyalan terpisah dari kanal voice/data maka dalam proses penyampaian sinyal bisa menempuh rute yang berbeda dengan rute voice/data. Selain dari itu dalam hal penggunaan kanal, metode CCS lebih hemat karena satu kanal pensinyalan dapat digunakan oleh banyak kanal voice/data.

5.5.4 Arsitektur Sistem Pensinyalan CCS7

Pada bagian ini akan dibahas protokol pensinyalan CCS7 yang setara dengan tiga lapis pertama model referensi OSI (*physical, data link, dan network*). Komponen protokol pensinyalan CCS7 tersebut adalah *Network Service Part (NSP)*, yang berisikan *Message Transfer Part (MTP)* dan *Signalling Connection Control Part (SCCP)*. Gambar 5.11. memperlihatkan arsitektur pensinyalan CCS7 secara umum yang dibangun atas struktur 4 level dan 7 layer OSI.



Gambar 5.11 Arsitektur Signaling Sistem No.7

dimana :

- AP : Application Part
- TCAP : Transaction Capabilitas Application Part
- ISDN-UP : ISDN User Part
- SCCP : Signaling Connection Control Part
- MTP : Message Transfer Part

Adapun fungsi tiap-tiap bagian pada arsitektur CCS7 di atas adalah:

1. Message Transfer Part (MTP)

Fungsi MTP secara umum adalah menjamin berlangsungnya transfer informasi pensinyalan melalui jaringan pensinyalan dan mempunyai kemampuan melakukan tindakan yang diperlukan sebagai tanggapan apabila terdapat kerusakan di dalam sistem atau jaringan sehingga proses transfer tetap terjaga dari kesalahan. Fungsi-fungsi MTP dapat dibagi dalam tiga lapisan :

a. Signalling Data Link Part (level 1)

Mendefinisikan karakter fungsional, fisik dan elektrik pensinyalan data link serta sarana untuk mengaksesnya.

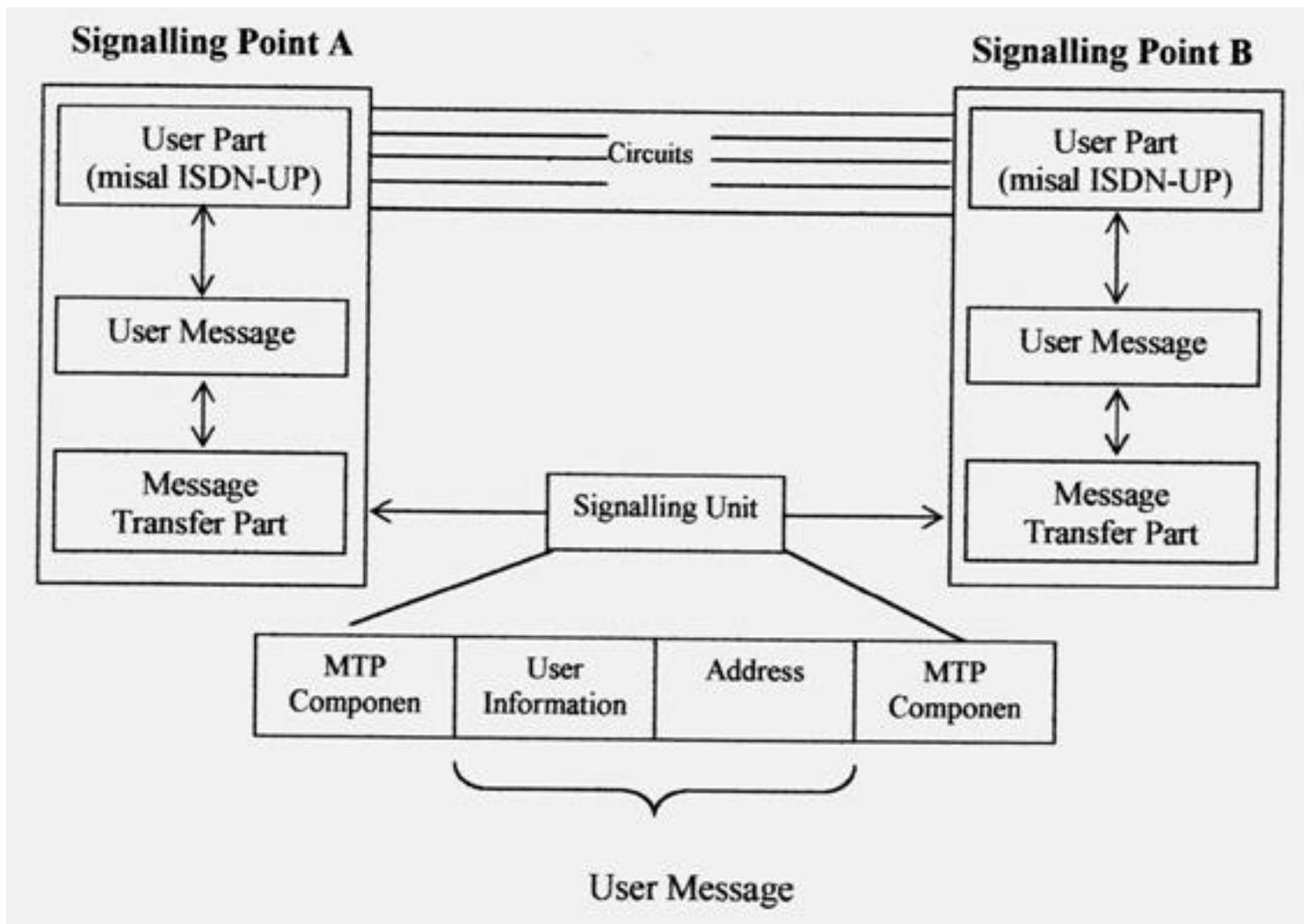
b. Signalling Link Function (level 2)

Mendefinisikan fungsi dan prosedur yang berhubungan dengan pengiriman pesan pensinyalan melalui pensinyalan data link sendiri.

c. Signalling Network Function (level 3)

Bersama level yang lebih rendah mempunyai fungsi dan prosedur untuk mentransfer pesan-pesan pensinyalan antara titik pensinyalan.

Gambar 5.12 memperlihatkan pertukaran message antara dua Signaling point dengan pensinyalan CCS7.



Gambar 5.12 Pertukaran antara Dua Signaling Point dengan CCS7

2. Signalling Connection Control Part (SCCP)

Signaling Connection Control Part (SCCP) merupakan suatu software blok fungsional di atas MTP. Bersama-sama dengan MTP, SCCP membentuk *Network Service Part (NSP)*. Transfer data dilakukan dalam bentuk blok data yang disebut dengan *Network Service Data Unit (NSDU)*. MTP menyediakan suatu mekanisme transfer data fleksible dan sesuai dengan perubahan data diantara switching node.

Kemampuan pengalamatan oleh MTP cukup terbatas untuk mengirimkan message ke suatu node dan menggunakan indikator service 4 bit (Sub-field dari SIO) untuk mendistribusikan message-message pada node. SCCP memberikan tambahan kemampuan pengalamatan dengan menggunakan DPC ditambah Sub-System Number (SSN). SSN merupakan informasi pengalamatan lokal yang digunakan SCCP untuk mengidentifikasi setiap user SCCP pada node tersebut. Penambahan pengalamatan lain pada MTP yang dilakukan oleh SCCP adalah kemampuan pengalamatan message dengan *global titles*, dimana pengalamatan, misalnya dialed digit, tidak secara eksplisit berisi informasi yang digunakan untuk routing oleh MTP. Untuk global titles diperlukan kemampuan translasi dalam SCCP untuk menterjemahkan global title ke DPC + SSN. Fungsi translasi ini dapat dilakukan pada titik asal message, atau Signalling point lain dalam jaringan tersebut (misalnya pada STP).

Sebagai tambahan untuk memperbesar kemampuan kapasitas pengalamatan, SCCP memberikan 4 kelas, dua bersifat *connectionless* dan dua *connection-oriented*. Keempat kelas tersebut adalah :

- Kelas 0 : *basic connectionless class*
- Kelas 1 : *sequenced (MTP) connectionless class*
- Kelas 2 : *basic connection-oriented class*
- Kelas 3 : *flow control connection oriented class*

Kelas *connectionless* menyediakan kemampuan untuk mentransfer satu NSDU (<256 oktet) dalam satu MSU tanpa membangun terlebih dahulu suatu hubungan logika. Sedangkan kelas *connection oriented* menyediakan satu kanal untuk transfer sekelompok data dengan menggunakan NSDU (<2048 oktet) dalam bentuk paket 256 oktet.

Pada layanan kelas 0, blok informasi dari user ke user (NSDU) dilewatkan melalui lapis yang lebih

tinggi ke SCCP pada node asal. NSDU ini dikirimkan ke SCCP di node tujuan di dalam user field dari unit data message. Pada node tujuan NSDU ini dikirimkan oleh SCCP ke lapis yang lebih tinggi. Pengiriman NSDU-NSDU ini dilakukan secara sendiri-sendiri (independent) dan dapat juga dikirimkan tidak dalam urutan yang sama, sehingga kelas layanan ini benar-benar connectionless (tidak saling berhubungan).

Layanan kelas 1 mengimplementasikan pengontrolan urutan sehingga dapat dilakukan pengiriman message secara berurutan dengan menggunakan nilai SLS tertentu.

Pada layanan kelas 2 transfer NSDU bidirectional (dua arah) dilakukan dengan menset hubungan pensinyalan secara temporer atau tetap. Message-message yang dilewatkan path Signalling link yang sama diberi kode SLS yang sama. Layanan kelas 2 juga memberikan kemampuan segmentation (pemisahan) reassembly (penggabungan kembali). Dengan kemampuan ini bila NSDU lebih panjang daripada 255 oktet maka akan dipisah-pisah menjadi beberapa bagian di node asal. Setiap bagian NSDU diletakkan dalam field data dari data message untuk dikirimkan ke node tujuan. sesampainya ditujuan bagian-bagian tersebut digabungkan kembali oleh SCCP.

Pada layanan kelas 3 diberikan kemampuan layanan seperti kelas 2 dengan tambahan flow control, deteksi hilangnya message dan kesalahan urutan. Dalam hal terjadinya message hilang atau salah urutan maka hubungan pensinyalan akan direset (diset kembali) dan melaporkan hal tersebut ke lapis yang lebih tinggi.

3. ISDN User Part (ISUP)

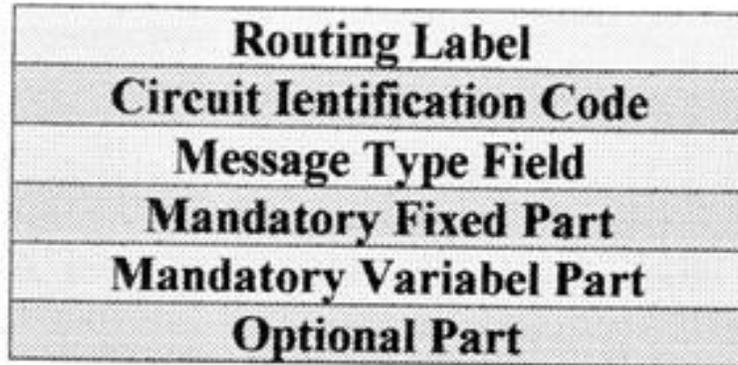
User part (UP) terletak dilapis tertinggi dari struktur level pensinyalan CCS7. pemakaian dari user part adalah sentral yang menginginkan proses-proses tertentu. Pada awalnya UP hanya digunakan untuk pelayanan telepon yang dipenuhi oleh Telephone User Part (TUP). Dengan berkembangnya service-service baru yang berdasar atas komunikasi data, maka muncul lagi Data User Part (DUP). Sejalan dengan berkembangnya jaringan untuk mengintegrasikan voice dan data, maka diperlukan user part yang mendukung hal tersebut. User part itu disebut ISDN User Part karena ide awal penerapannya ditujukan untuk jaringan ISDN.

ISUP menyediakan fungsi-fungsi Signalling yang dibutuhkan sebagai pendukung *basic bearer service* dan *supplementary service* untuk aplikasi voice maupun non-voice pada ISDN. ISUP dirancang untuk menyediakan kebutuhan. Signalling interswitch untuk mendukung interkoneksi dengan DSSI (Digital Subscriber Signalling No - 1) dan juga non ISDN call. Pada prinsipnya ISUP mempunyai fungsi sebagai berikut :

- Menyediakan message untuk pembangunan dan pembubaran hubungan antara
 - SP (Signalling point).
- Menyediakan service features untuk jasa ISDN

4. Message Format ISUP

Informasi ISUP dibawa dalam SIF pada MSU. SIF berisi nomor oktet yang integral dan berisi part-part fungsional seperti Gambar 5.13.



Gambar 2.3. Format Message ISUP

Fungsi tiap field adalah :

a) Routing Label

Label berisi informasi yang diperlukan MTP untuk merutekan message *b) Circuit Identification Code*

Kode ini mengidentifikasi sirkit sebagai tanda adanya panggilan. *c) Message Type Field*

Satu byte field menunjukkan message, contoh untuk Initial Address Message, Release Message, dan sebagainya.

d) Mandatory Fixed Part

Parameter mandatory dengan panjang yang tetap dan tipe message yang khusus. Dengan posisi, panjang, dan urutan parameter-parameter yang telah ditetapkan dari tipe messagenya, maka nama parameter indikator tidak ada dalam message.

e) Mandatory Variable Part

Parameter mandatory untuk panjang yang berbeda termasuk dalam variabel length mandatory part. Digunakan untuk menunjukkan awal dari setiap parameter. Setiap parameter mengkodekan single part. Nama setiap parameter dan urutannya diset lengkap dengan tipe messagenya.

f) Optional Part

Bagian ini terdiri dari parameter-parameter yang dapat digunakan pada message tertentu. Optional parameter boleh dikirimkan dengan beberapa urutan. Setiap optional parameter (satu oktet) dan length indicator (satu oktet) yang disertai dari isi parameter.

5. ISUP Message Set

Masing-masing message ISUP terdiri dari beberapa parameter. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang format message ISUP yakni Initial Address Message (IAM). Tabel 5.3 menunjukkan message IAM yang terdiri atas parameter-parameter dengan ukuran panjang tertentu. Tabel 5.4 menunjukkan contoh breakdown message IAM.

Tabel 5.3 IAM Message

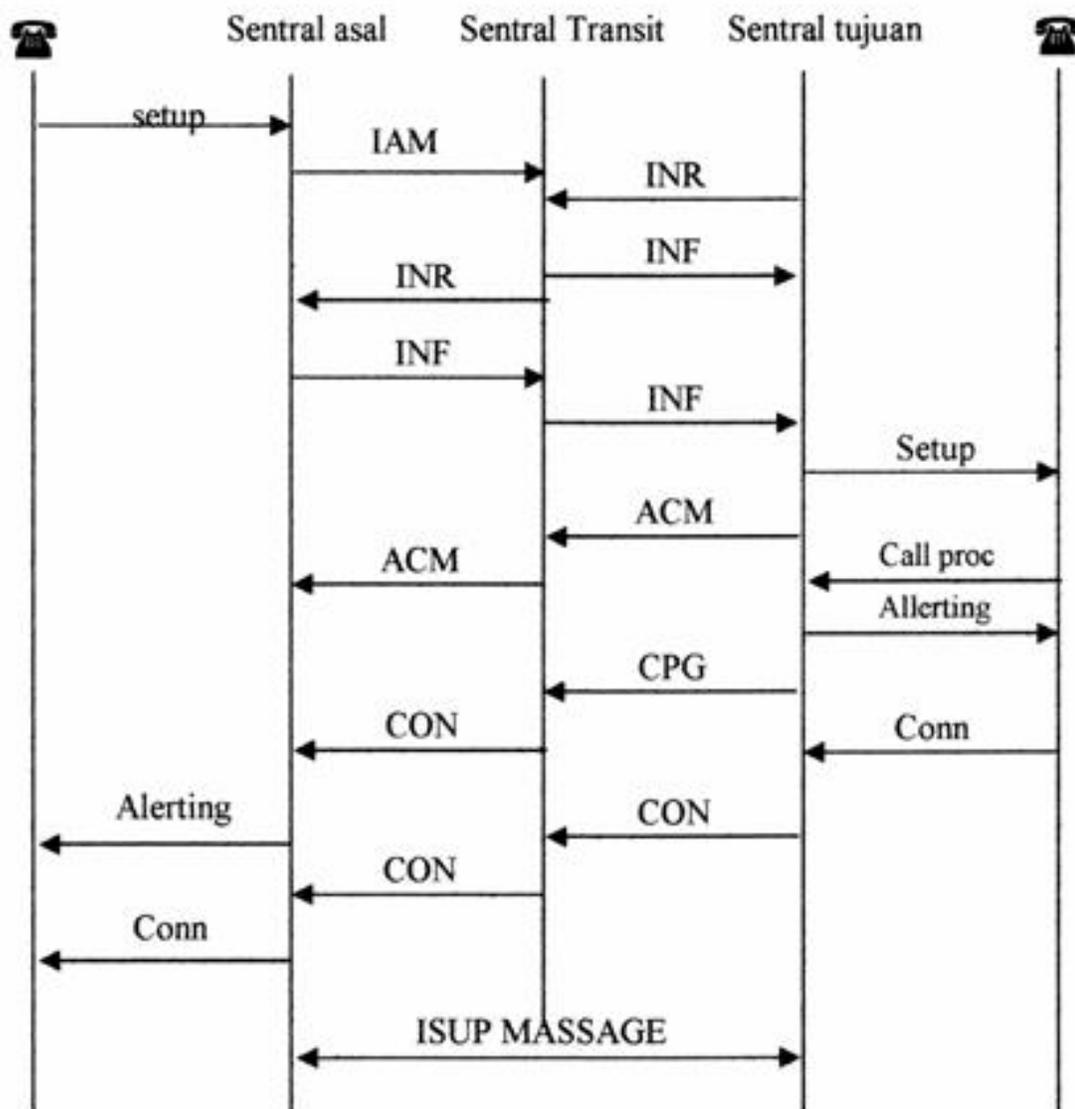
Parameter	Tipe	Panjang (octets)
Message Type	F	1
Nature Connection Indicator	F	1
Forward Call Indicator	F	2
Calling Party's Category	F	1
Transmission Medium Requirement	F	1
Called Party Number	F	4-11
Transit Network Selection	V	4-?
Call Reference	O	7
Calling Party Number	O	4-12
Optional Forward Call Indicator	O	3V
Redirection Number	O	4-12
Redirection Information	O	3-4
Closed User Group Interlock Code	O	6
Connection Request	O	7-9
Original Called Number	O	4-12
User to user Information	O	3-131
Access Transport	O	3-?
User Service Information	O	4-13
User to User Indicator	O	3
End of Optional Parameter	O	1

dimana : F = Fixed V= Variable O=Optional

Tabel 5.4 Contoh Breakdown Message IAM

IAM – Initial Address Message								
Parameter name	8	7	6	5	4	3	2	1
Message Type (IAM)	0	0	0	0	0	0	0	1
Nature of Connection Indicator	0	0	0	0	0	0	0	0
Forward call indicator	0	1	1	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0
Calling party category	0	0	0	0	1	0	1	0
Transmission medium requirement	0	0	0	0	0	0	1	1

Masing-masing ISUP dikirim menurut aturan-aturan atau urutan tertentu, misalnya untuk prosedur pembangunan hubungan (call setup) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.13.



Ket :

IAM	: Initial Address Message	CPG	: Call Progress
INR	: Information Research	Conn	: Connection
INF	: Information	CON	: Connect Message
ACM	: Address Complete Message	Call Proc	: Call Processing

Gambar 5.13 Prosedur Successful Call Setup

IAM merupakan jenis message yang dikirim untuk mengawali pendudukan suatu sirkit dan pengiriman informasi nomor dan informasi lain yang berhubungan dengan panggilan. Message dikirim ke arah balik adalah ACM yang menandakan bahwa seluruh sinyal address yang diperlukan untuk menyalurkan panggilan telah diterima. Setelah itu, dilanjutkan dengan koneksi, yang berarti terjadi

hubungan pembicaraan.

BAB 6

LOCAL AREA NETWORK (LAN)

6.1 Jaringan Komputer

Sebuah jaringan adalah sekumpulan peralatan-peralatan (sering juga disebut *node*) yang terhubung oleh hubungan media [1]. Sebuah *node* dapat berupa sebuah komputer, *printer*, dan peralatan apapun lainnya yang mampu mengirimkan dan/atau menerima data yang dibangkitkan oleh *node-node* lainnya pada suatu jaringan. Dengan demikian jaringan computer adalah sekumpulan computer otonom yang saling terhubung satu dengan yang lainnya menggunakan protocol komunikasi melalui media transmisi pada suatu jaringan komunikasi data.

Jaringan komputer digunakan untuk beberapa tujuan. Bagi perusahaan atau organisasi, jaringan komputer dapat digunakan untuk beberapa tujuan untuk :

1. Berbagi pakai sumber daya (*resource sharing*). Dengan *resource sharing*, program, peralatan, atau data dapat digunakan oleh setiap orang yang ada di dalam jaringan, sekalipun jaraknya jauh.
2. Mendapatkan keandalan tinggi (*high reliability*) dengan memiliki sumber-sumber alternatif yang tersedia. Misalnya, semua *file* dapat disalin ke dua atau tiga komputer, sehingga bila salah satu komputer tidak dapat dipakai, maka salinan yang ada pada komputer lainnya dapat digunakan. Selain itu, antar komputer dapat saling mendukung kerja sehingga dapat mencapai kinerja maksimal.
3. Penghematan uang (*saving money*). Dengan adanya jaringan komputer, setiap komputer dapat saling mendukung sistem sehingga penggunaan komputer *mainframe* yang harganya jauh lebih mahal jika dibandingkan dengan kecepatannya dapat dihindarkan.
4. Skalabilitas, yaitu kemampuan untuk meningkatkan kinerja sistem secara berangsur-angsur sesuai dengan beban pekerjaan dengan hanya menambahkan sejumlah prosesor.

Bagi masyarakat umum, jaringan komputer dapat menjadi daya tarik seperti:

1. akses informasi yang berada di tempat yang jauh
2. komunikasi orang ke orang
3. hiburan interaktif.

6.2 Tipe Jaringan Komputer

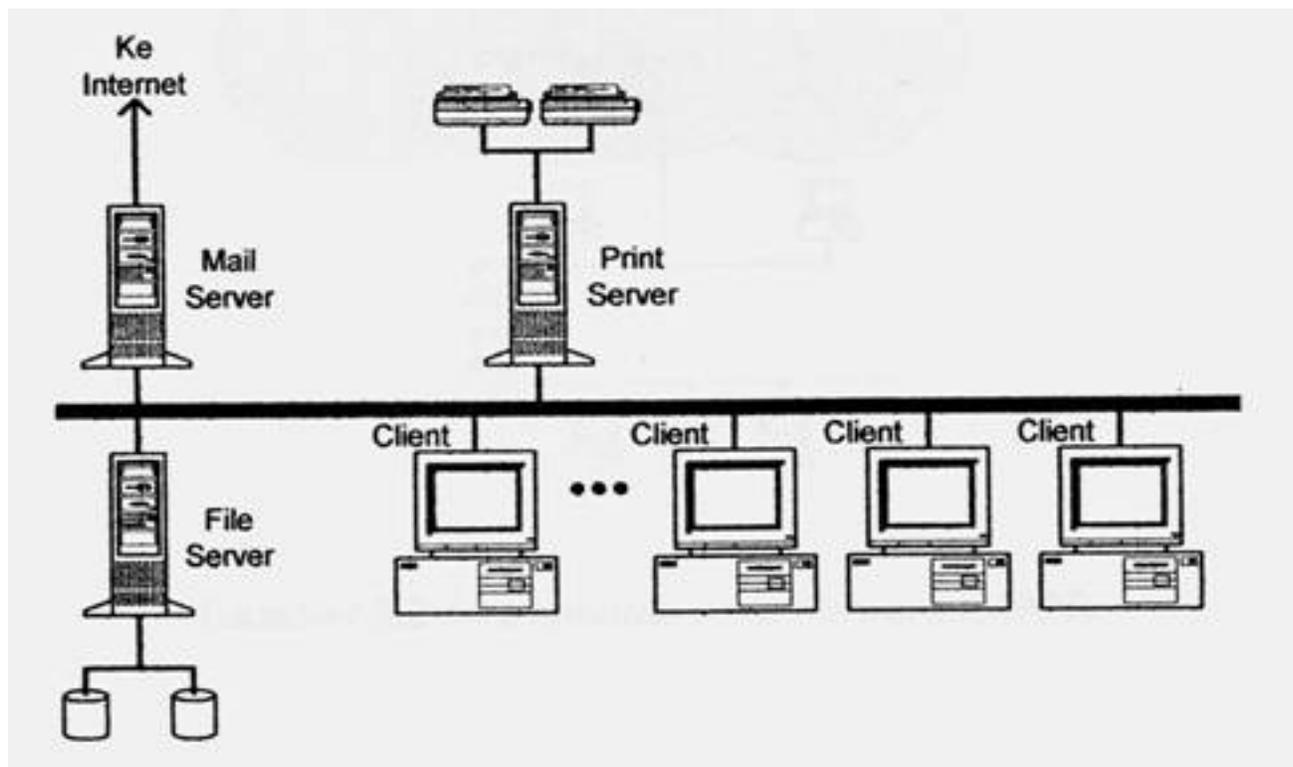
Secara umum, jaringan komputer dibagi menjadi tiga kategori utama: *local area network* (LAN), *metropolitan area network* (MAN), dan *wide area network* (WAN). Alasan pembagian menjadi tiga kategori utama ini adalah ukuran, kepemilikan, cakupan wilayah, dan arsitektur fisik .

6.2.1 Local Area Network (LAN)

Sebuah LAN biasanya dimiliki secara pribadi dan merupakan hubungan antar peralatan di dalam sebuah kantor, gedung, atau kampus. LAN dapat hanya berupa hubungan antara dua komputer dan sebuah *printer* dalam sebuah kantor rumahan (*home office*) hingga hubungan banyak komputer dan peralatan-peralatan lainnya dalam jarak beberapa kilometer. LAN dapat dibedakan dari tiga jenis jaringan lainnya berdasarkan tiga karakteristik:

1. ukuran
2. teknologi transmisi
3. topologi

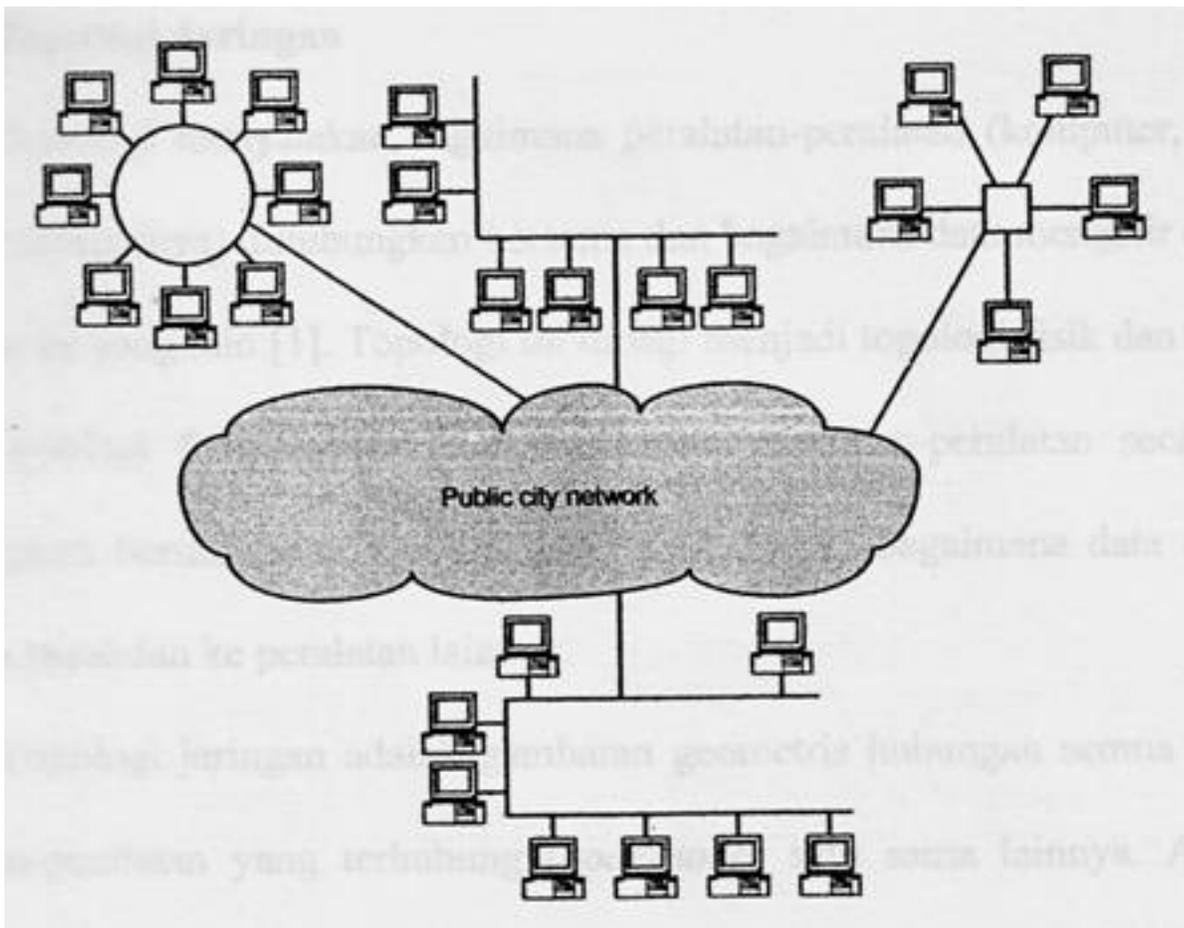
Gambar 6.1 memperlihatkan suatu jaringan LAN.



Gambar 6.1 Local Area Network (LAN)

6.2.2 Metropolitan Area Network (MAN)

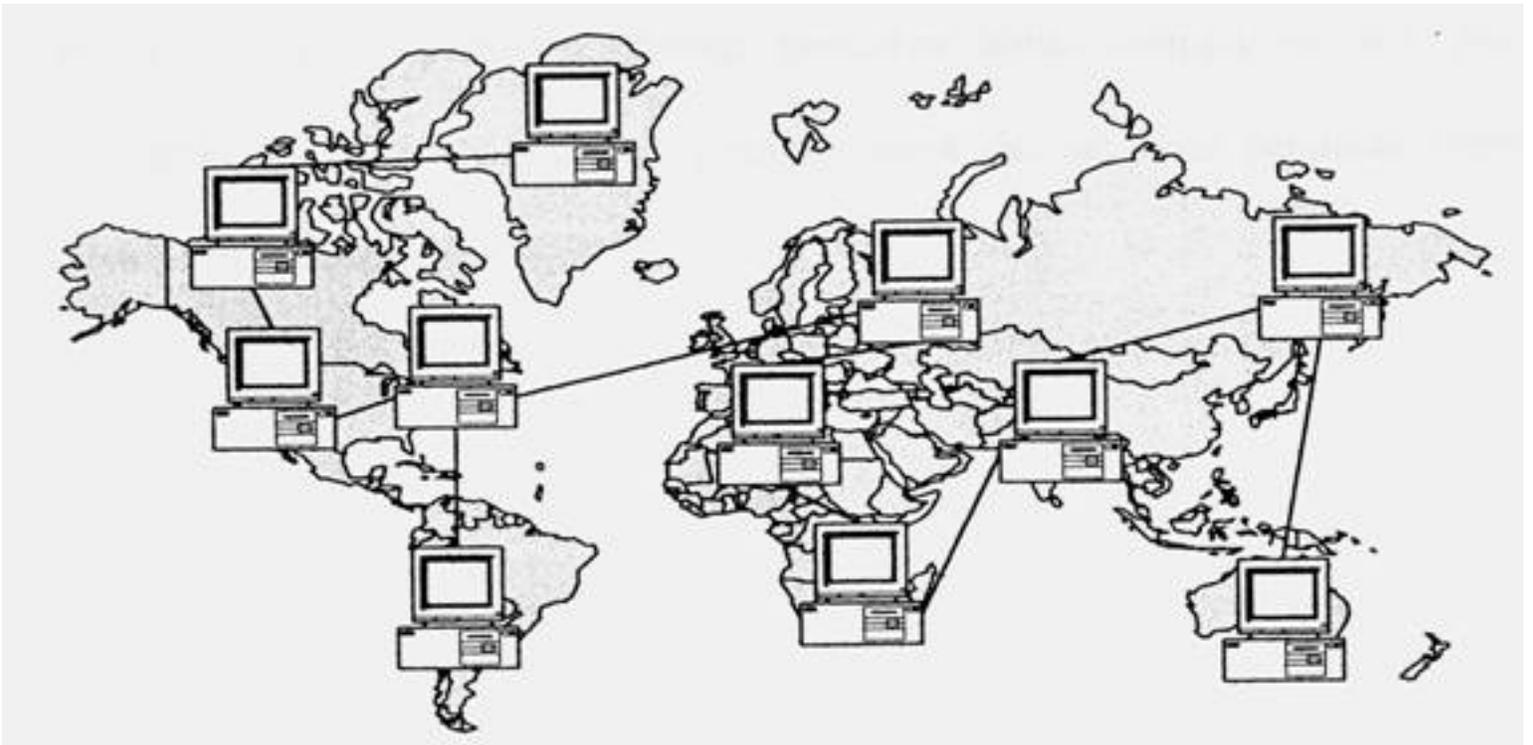
IEEE mendefinisikan sebuah *Metropolitan Area Network* (MAN) sebagai sebuah jaringan untuk menghubungkan sekumpulan stasiun-stasiun individual dan jaringan jaringan (sebagai contoh, *local area networks* (LANs)) yang terletak pada area perkotaan yang sama. Sebuah MAN dirancang untuk memperluas cakupan hingga keseluruhan kota . MAN dapat berupa sebuah jaringan tunggal seperti sebuah jaringan televisi kabel atau dapat berupa sejumlah LAN yang terhubung menjadi satu. Contohnya, sebuah perusahaan dapat menggunakan sebuah MAN untuk menghubungkan antar LAN di seluruh kantor-kantornya dalam sebuah kota seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2 Metropolitan Area Network (MAN)

6.2.2 Wide Area Network (WAN)

Sebuah WAN menyediakan transmisi data, suara, gambar, dan video dalam jarakjauh atas area-area geografis yang luas yang dapat berupa sebuah Negara, benua, atau bahkan seluruh dunia seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.3.



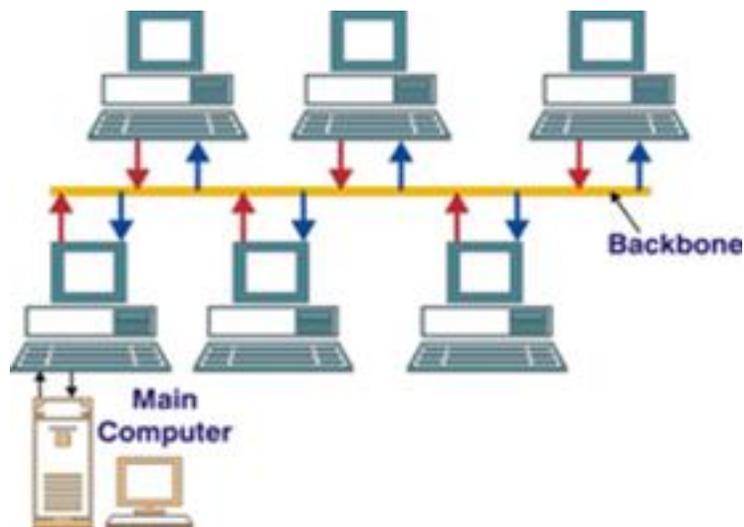
Gambar 6.3 Wide Area Network (WAN)

6.3 Topologi Jaringan Komputer

Topologi adalah istilah yang digunakan untuk menguraikan cara bagaimana komputer terhubung dalam suatu jaringan. Topologi umumnya terdiri dari topologi bus, cincin (*ring*), dan bintang (*star*).

6.3.1 Topologi Bus

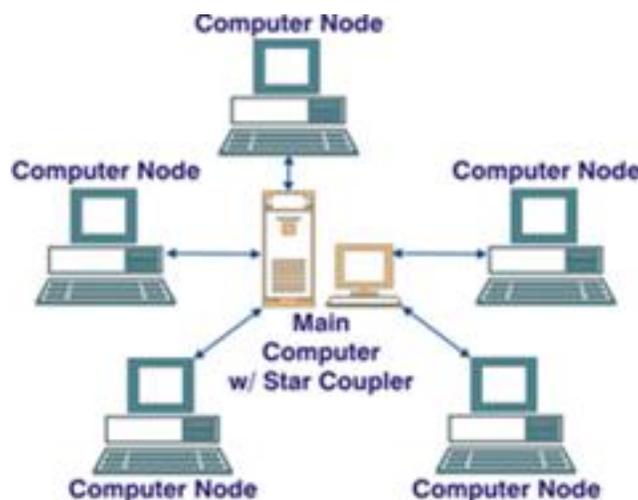
Pada topologi bus semua stasiun terhubung ke jalur komunikasi seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6.4. Informasi yang dikirim akan melewati stasiun pada jalur tersebut. Jika alamat data atau informasi yang dikirim sesuai dengan alamat stasiun yang dilewati, maka data atau informasi tersebut akan diterima dan diproses. Jika alamat tersebut tidak sesuai, maka informasi tersebut akan diabaikan oleh stasiun yang dilewati. Topologi ini sangat cocok untuk pembangunan jaringan skala kecil. Jumlah stasiun dapat dikurangi dan ditambah secara fleksibel.



Gambar 6.4 Topologi Bus

6.3.2 Topologi Bintang (*Star*)

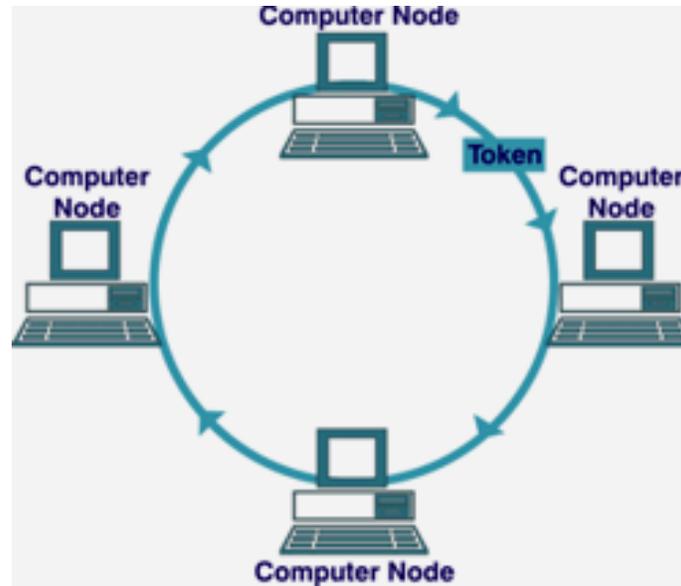
Pada topologi bintang, stasiun-stasiun terhubung pada sebuah stasiun pusat (berupa *hub*, *bridge*, atau *switch*), seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6.5. Stasiun pusat merupakan titik kritis yang berfungsi sebagai pengatur semua komunikasi data yang terjadi dan menyediakan jalur komunikasi khusus antara dua stasiun yang akan berkomunikasi. Oleh karena itu, perlu adanya perhatian dan pemeliharaan terhadap *hub*, *bridge*, atau *switch* tersebut. Banyaknya stasiun yang dapat terhubung tergantung pada jumlah *port* yang tersedia pada stasiun pusat yang digunakan. Topologi ini mudah untuk dikembangkan, baik penambahan maupun pengurangan stasiun.

Gambar 6.5 Topologi Bintang (*Star*)

6.3.3 Topologi Cincin (*Ring*)

Jaringan komputer lokal dengan topologi cincin mirip dengan topologi bus, karena sama-sama menggunakan sebuah *link* fisik tunggal. Pada topologi cincin, kedua stasiun yang berada di ujung saling dihubungkan sehingga menyerupai lingkaran seperti terlihat pada Gambar 6.6.

Setiap informasi yang diperoleh dari jaringan diperiksa alamatnya oleh stasiun yang dilewatinya. Jika bukan untuk stasiun tersebut, maka informasi dilewatkan sampai menemukan alamat yang benar. Setiap stasiun dalam jaringan lokal yang terhubung dengan topologi cincin saling tergantung sehingga jika terjadi kerusakan pada satu stasiun maka seluruh jaringan akan terganggu.



Gambar 6.6 Topologi Cincin (*Ring*)

6.3.4 Analisis Pemilihan Topologi

Ada beberapa faktor yang dipertimbangkan dalam memilih topologi jaringan, yaitu : biaya, kecepatan, lingkungan, ukuran, dan konektivitas. Selain faktor-faktor di atas, perlu diperhatikan keuntungan dan kerugian dari masing-masing jenis topologi yang ada, seperti yang dijelaskan pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Keuntungan dan Kerugian Masing-masing Topologi

Topologi	Keuntungan	Kerugian
----------	------------	----------

BUS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hemat kabel. 2. <i>Layout</i> kabel sederhana. 3. Mudah dikembangkan. 4. Tidak membutuhkan kendali pusat. 5. Penambahan atau pengurangan stasiun dapat dilakukan tanpa mengganggu operasi yang berjalan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deteksi dan isolasi kesalahan terbatas. 2. Kepadatan lalu lintas transmisi data tinggi akan mengurangi kinerja jaringan. 3. Keamanan data kurang terjamin jika terjadi tabrakan. 4. Kecepatan data akan menurun jika pemakai bertambah banyak.
CINCIN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hemat kabel. 2. Penataan kabel sederhana. 3. Dapat melayani lalu lintas yang padat. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peka terhadap kesalahan. 2. Pengembangan jaringan lebih kaku. 3. Kerusakan pada media pengirim atau media stasiun dapat melumpuhkan kerja seluruh jaringan. 4. Kinerja lambat karena pengiriman menunggu giliran <i>token</i>.
BINTANG	<ol style="list-style-type: none"> 1. Paling fleksibel karena pemasangan kabel mudah. 2. Penambahan atau pengurangan stasiun tidak mengganggu bagian lain. 3. Kontrol terpusat akan memudahkan deteksi dan isolasi kesalahan. 4. <i>Hub</i> juga berfungsi sebagai <i>multiplexer</i>. 5. Memudahkan pengelolaan jaringan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membutuhkan banyak kabel. 2. Perlu penanganan khusus untuk bundel kabel. 3. <i>Hub</i> merupakan elemen kritis.

6.4 Local Area Network (LAN)

6.4.1 Definisi LAN

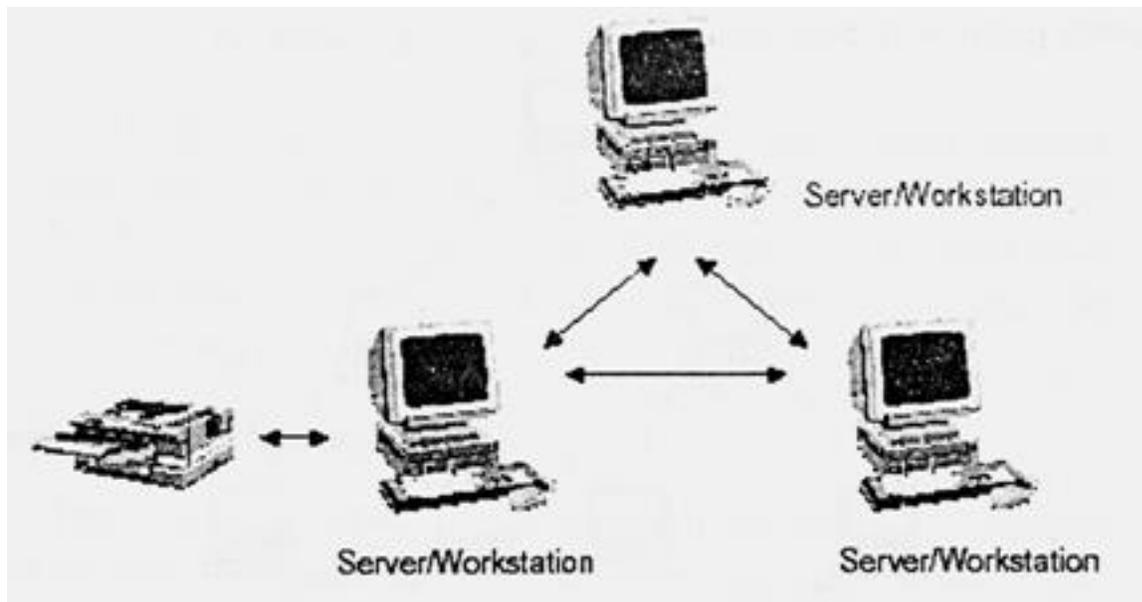
Local Area Network (LAN) merupakan jaringan komputer lokal yang menghubungkan beberapa komputer dan terminal dengan jarak yang tidak terlalu jauh. Biasanya LAN diimplementasikan dalam satu gedung baik satu lantai maupun bertingkat. Media transmisi

yang dipakai secara umum adalah kabel, baik kabel dua kawat maupun koaksial. Tetapi pada perkembangan terakhir sudah mulai dikembangkan wireless LAN dengan biaya implementasi yang tidak terlalu mahal seperti halnya dengan kabel.

Ada dua jenis arsitektur jaringan komputer lokal dilihat dari hak akses yang diberikan :

1. Peer To Peer Network

Peer to peer network merupakan salah satu model jaringan komputer lokal dimana setiap stasiun atau terminal yang terdapat di dalam lingkungan jaringan tersebut bisa saling berbagi. Setiap PC dapat mengakses semua peripheral yang tersambung dengan LAN, seperti halnya printer, disk drives, CD Drive dan semua PC yang lain dapat menggunakan setiap peripheral yang tersambung dengan PC tersebut. Gambar 6.7 menunjukkan jaringan peer to peer.



Gambar 6.7 Jaringan Peer to Peer

Setiap PC pada jaringan peer to peer dilengkapi dengan soft-ware yang memungkinkan PC itu bertindak sebagai *non-dedicated server*. Dalam hal ini setiap komputer berlaku sebagai PC untuk pemakainya dan sebagai server yang bisa diakses oleh komputer lain.

Keuntungan dari jaringan peer to peer ini adalah tidak dibutuhkannya administrator khusus yang mengelola jaringan dan tidak dibutuhkannya komputer yang khusus diberlakukan sebagai server. Jadi jika salah satu komputer mati atau down, maka tidak akan mengganggu kinerja komputer yang lain. Keuntungan lain dari model tersebut adalah biaya implementasi model jaringan ini bisa dikatakan cukup murah dibandingkan dengan model yang lain.

Kelemahan sistem ini adalah pemakaian bersama yang dapat mempengaruhi kestabilan kinerja

komputer yang sedang di-akses secara bersama-sama tersebut. Sebagai contoh, jika pe-makai lokal sedang menggunakan komputer tertentu dan ke-mudian pada saat yang sama komputer tersebut diakses oleh be-berapa pemakai lain untuk kegiatan-kegiatan yang memerlukan memori besar, maka pemakai lokal tersebut akan dapat merasakan bahwa kemampuan kinerja komputernya menurun. Kelemahan lain yang dapat dirasakan adalah adanya keamanan data yang kurang terjamin karena pada model ini tidak dapat dibuat hak akses yang bertingkat terhadap satu jenis stasiun.

Peer to peer network ini lebih banyak digunakan untuk pe-makaan ringan dan dibatasi pada LAN skala kecil yang jumlah simpulnya terbatas.

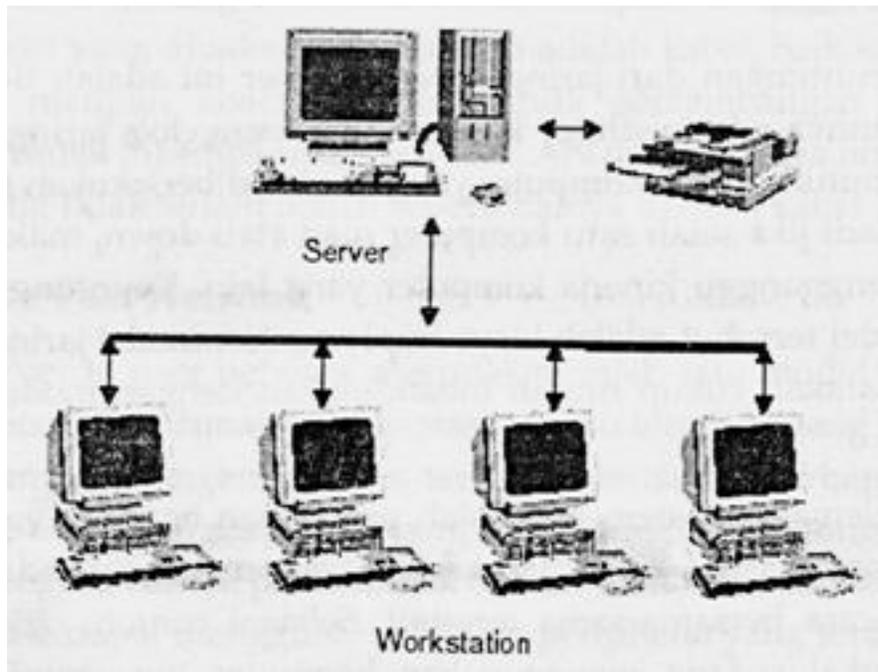
2. Client-Server Network

Berbeda dengan model jaringan peer to peer, pada model *client server network* ini dapat diberlakukan hak akses yang bertingkat pada setiap stasiunnya. Sistem ini menggunakan satu atau lebih komputer yang khusus digunakan sebagai **server** yang bertugas melayani kebutuhan komputer-komputer lain yang ber-peran sebagai **client/workstation**.

Komputer server menyediakan fasilitas data dan sumber daya seperti harddisk, printer, CD Drive dan sebagainya yang dapat diakses oleh komputer-komputer lain sebagai workstation.

Keunggulan model client server adalah kemampuan dalam menjalankan database multiuser dan adanya hak akses bertingkat yang akan lebih menjamin keamanan data dari setiap stasiunnya.

Model client server ini banyak digunakan untuk menangani data yang memiliki kapasitas besar dan relative lebih aman.



Gambar 6.8 Jaringan Client Server

6.4.2 Perangkat LAN

Untuk membangun jaringan lokal, ada dua jenis perangkat yang dibutuhkan, yaitu perangkat lunak (sistem operasi jaringan) dan perangkat keras. Perangkat keras standar untuk membangun LAN sederhana adalah *server*, stasiun (*station*), *Network Interface Card* (NIC), hub, kabel dan konektor. Sedangkan untuk LAN yang skalanya lebih luas, biasanya dibutuhkan perangkat tambahan untuk menghubungkan segmen-segmen jaringannya yaitu *bridge*, *switch*, dan *router*.

1. Server

Server merupakan komputer yang berfungsi sebagai penyedia layanan untuk seluruh pemakai (*user*). Komputer ini memiliki spesifikasi yang lebih tinggi daripada komputer *workstation* yang terhubung padanya. Berikut adalah beberapa aspek yang harus diperhatikan dalam memilih komputer *server*:

1. Tempat penyimpanan yang besar.

Tempat yang besar bukan hanya dibutuhkan untuk menampung data berbagai aplikasi yang hendak disimpan tetapi juga untuk menampung data aplikasi antarmuka jaringan.

2. *Random Access Memory* (RAM) yang besar.

RAM dalam jumlah besar dibutuhkan untuk menyimpan instruksi pemrosesan data dalam jumlah besar.

3. Kecepatan yang tinggi.

Banyaknya tugas yang harus dilaksanakan oleh *server*, maka dibutuhkan kecepatan pemrosesan yang tinggi agar tetap diperoleh waktu tanggap yang memadai.

2. Stasiun (*Station*)

Dalam suatu jaringan terdapat beberapa komputer yang berfungsi sebagai stasiun atau terminal akses (*workstation*). Komputer-komputer ini digunakan oleh pemakai (*user*) untuk mengirim dan menerima data dari jaringan.

3. Kartu Jaringan (*Network Interface Card*)

Agar sebuah komputer dapat terhubung ke suatu jaringan, komputer tersebut harus dilengkapi dengan sebuah perangkat berupa kartu jaringan atau *Network Interface Card (NIC)*. Kartu ini berupa sebuah kartu ekspansi yang dipasang pada salah satu slot ekspansi pada *mainboard* komputer. Jenis kartu yang dipasang harus sesuai dengan jaringan yang akan dihubungkan.

4. Kabel dan Konektor

Kabel dan konektor merupakan komponen penting dalam jaringan. Kabel berfungsi sebagai media transmisi yang menghubungkan komputer dengan komputer atau periferal lainnya. Ada tiga jenis kabel yaitu *twisted pair*, koaksial, dan serat optik. Pada implementasi saat ini, kabel serat optik sering digunakan pada biasanya jaringan *backbone*.

Konektor berfungsi untuk menghubungkan kabel dengan periferal lain seperti *switch* dan kartu jaringan. Konektor harus disesuaikan dengan jenis kabel. Beberapa jenis konektor untuk kabel serat optik adalah *media interface connector (MIC)*, *straight tip (ST)*, dan *stick and click (SC)*. Sementara jenis konektor untuk kabel *twisted pair* adalah konektor RJ-45. Secara rinci akan dijelaskan pada bagian media transmisi.

5. Hub

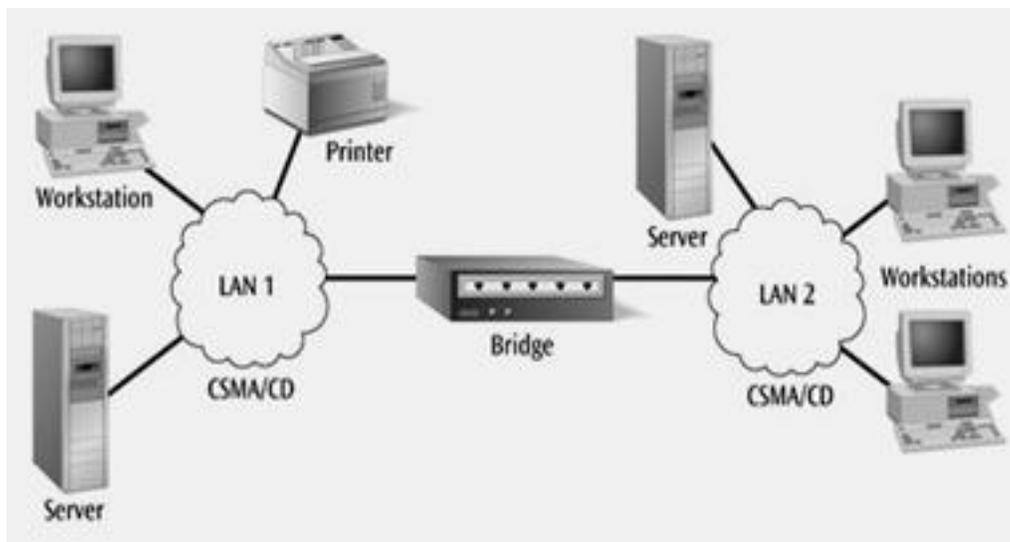
Hub merupakan perangkat penghubung dalam jaringan yang berfungsi mengatur jalannya komunikasi dan transfer data dalam jaringan tersebut^[4]. Ada dua jenis *hub*, yaitu *hub* aktif dan *hub* pasif. *Hub* aktif merupakan *hub* yang mempunyai kemampuan untuk menguatkan sinyal yang diterima, sehingga jarak atau jangkauan kabel dari *hub* ini bisa lebih panjang. Sedangkan *hub* pasif tidak mempunyai fasilitas penguatan data sehingga data yang dibagi menjadi lebih

lemah dan akibatnya jarak atau jangkauan kabel dari *hub* menjadi lebih pendek.

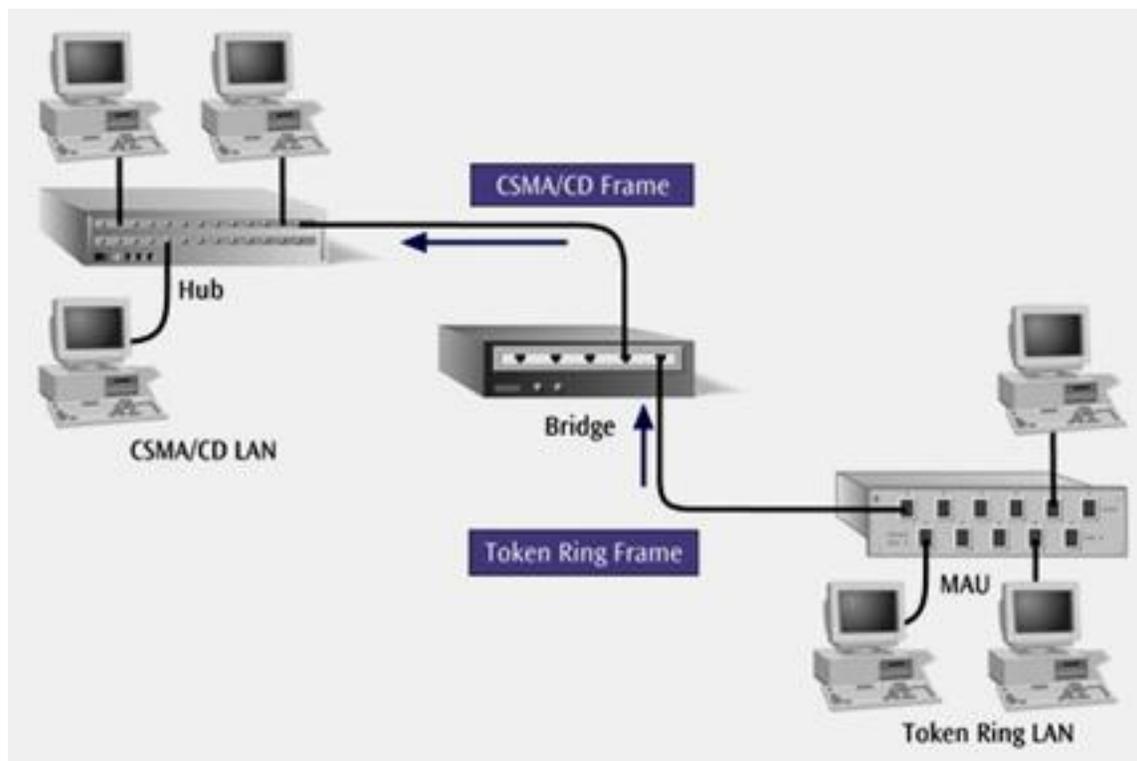
Ukuran *hub* ditentukan oleh jumlah *port* jaringan yang tersedia. Ada *hub* yang memiliki 4 *port*, 8 *port*, 12 *port*, 16 *port*, dan seterusnya. Penggunaan jumlah *port* tersebut tergantung pada besar kecilnya jaringan. Semakin besar jaringan, maka dibutuhkan *hub* dengan jumlah *port* yang lebih banyak.

6. Bridge

Bridge adalah perangkat yang berfungsi untuk menghubungkan beberapa jaringan yang terpisah sehingga perangkat-perangkat yang terdapat pada LAN-LAN yang berbeda dapat terkoneksi dan berkomunikasi seolah-olah perangkat-perangkat tersebut berada di dalam satu LAN. *Bridge* dapat menghubungkan jenis jaringan yang sama, misalnya menghubungkan dua jaringan *Ethernet* seperti terlihat pada Gambar 6.9, dan jenis jaringan yang berbeda, misalnya menghubungkan jaringan *Ethernet* dengan *Token Ring* seperti yang terlihat pada Gambar 6.10.



Gambar 6.9 Bridge Menghubungkan Tipe Jaringan yang Sama



Gambar 6.10 Bridge Menghubungkan Tipe Jaringan yang Berbeda

Beberapa alasan penggunaan *bridge* sebagai penghubung LAN yaitu:

1. Keterbatasan LAN baik jumlah stasiun, panjang segmen maksimum, maupun rentang jaringan.
2. Memiliki keandalan dan keamanan lalu-lintas data karena *bridge* dapat menyaring lalu-lintas data antar dua segmen jaringan.
3. Mempertahankan unjuk kerja jaringan yang sudah baik.
4. Menyatukan keterpisahan geografis.

7. Switch

Switch merupakan perluasan dari konsep *bridge*, sehingga pada dasarnya prinsip kerja *bridge* dan *switch* sama^[9]. *Port-port* pada *switch* bisa berupa bagian tetap (*fixed part*) atau berupa modul-modul ekspansi yang harus dipasangkan terlebih dahulu pada slot yang tersedia pada *switch*. Kelebihan dari *switch* jenis terakhir adalah pemasangan jenis *port* dapat disesuaikan dan diubah-ubah sesuai dengan kebutuhan jaringan (fleksibel).

Ada dua jenis *switch* berdasarkan arsitektur dasarnya, yaitu *cut-through switch* dan *store-and-forward switch*. *Cut-through Switch* memiliki kelebihan di sisi kecepatan karena ketika sebuah paket datang, *switch* hanya memperhatikan alamat tujuannya sebelum meneruskan paket ke segmen tujuan. Sedangkan *store-and-forward switch* adalah *switch* yang menerima paket dan

menganalisa isi paket terlebih dahulu sebelum meneruskannya ke alamat tujuan. Untuk memeriksa paket butuh waktu, tapi hal ini memungkinkan *switch* untuk mengetahui adanya kerusakan pada paket dan mencegahnya agar tidak mengganggu kerja jaringan. Dengan teknologi terbaru, kecepatan *switch store-and-forward* ditingkatkan sehingga mendekati kecepatan *switch cut-through*.

8. Router

Router bekerja dengan cara yang mirip dengan *bridge* dan *switch*. Perbedaannya, *router* dapat menyaring lalu lintas data. Penyaringan dilakukan bukan dengan melihat alamat paket data, tapi dengan menggunakan protokol tertentu. *Router* menangani pembagian jaringan secara logikal, bukan fisikal. *Router* dapat membagi sebuah *internet protokol (IP)* jaringan menjadi beberapa subjaringan sehingga hanya lalu lintas yang ditujukan untuk alamat IP tertentu yang bisa mengalir dari satu segmen ke segmen lain. Biasanya *router* digunakan pada jaringan berskala luas seperti *Metropolitan Area Network (MAN)*, *Wide Area Network (WAN)*, ataupun jaringan publik *internet*.

6.4.3 Media Transmisi

Media transmisi dalam hal ini kabel merupakan komponen pokok dalam sebuah jaringan karena tanpa adanya media ini sebuah jaringan tidak bisa beroperasi dan tidak bisa disebut sebagai sebuah jaringan.

Kabel merupakan komponen fisik jaringan yang paling rentan sehingga instalasinya harus dilakukan secara cermat dan teliti^[3]. Bila jaringan mengalami suatu masalah maka kabel merupakan komponen pertama yang diperiksa, karena kemungkinan besar masalah yang timbul adalah pada komponen ini. Dengan memahami kabel secara garis besar, diharapkan permasalahan yang timbul dapat diidentifikasi dan diatasi.

Secara mendasar, kabel dibedakan menjadi dua golongan, yaitu :

1. Kabel *Baseband (Base)*, yang hanya dapat mengirim satu sinyal.
2. Kabel *Broadband* yang dapat mengirim beberapa sinyal sekaligus dengan frekuensi yang berbeda

Kabel juga dijelaskan dengan menggunakan angka kecepatan maksimum yang dapat ditanganinya. Kecepatan transmisi dinyatakan dengan banyaknya bit yang dikirim per detik melalui kabel tersebut. Misalnya kabel yang digunakan adalah kabel dengan spesifikasi 100 *Base-*

T, berarti kabel ini adalah kabel golongan *baseband* berjenis *twisted pair* berkecepatan 100 Mbps.

1. Kabel *Twisted Pair*

Kabel *twisted pair* banyak digunakan kabel telepon. Kabel ini terdiri dari pasangan kawat tembaga terisolasi yang dipilin menjadi satu dengan ketebalan rata-rata 1 mm. Keuntungan penggunaan *twisted pair* adalah kemudahan dalam membangun instalasi. Namun jarak jangkauan datanya relatif terbatas dan sangat terpengaruh *noise*. Kabel *Twisted pair* terdiri atas dua jenis, yaitu *shielded twisted pair* (STP) yaitu *twisted pair* yang memiliki lapisan pelindung pada setiap pasangannya dan *unshielded twisted pair* (UTP) yaitu kabel *twisted pair* yang tidak memiliki lapisan pelindung pada setiap pasangannya^[2].

Kecepatan kabel UTP sekarang ini sudah semakin meningkat. Berdasarkan kecepatan *transfer* data, kabel UTP dibagi atas 7 kategori, yaitu:

1. Kategori 1 yaitu kabel UTP yang digunakan untuk komunikasi suara (*voice*) dan digunakan untuk kabel telepon di rumah-rumah.
2. Kategori 2 terdiri dari empat pasang kabel UTP dan digunakan untuk komunikasi data sampai kecepatan 4 Mbps.
3. Kategori 3 digunakan untuk transmisi data dengan kecepatan sampai 10 Mbps dan digunakan untuk protokol *Ethernet*.
4. Kategori 4 digunakan untuk transmisi data mencapai 16 Mbps.
5. Kategori 5 yaitu kabel UTP yang dapat menangani transmisi data dengan kecepatan hingga 100 Mbps.
6. Kategori 6 memiliki kecepatan *transfer* data mencapai 1 GBps.
7. Kategori 7 adalah kabel UTP yang dengan kecepatan 10 GBps.

2. Kabel Koaksial

Kabel koaksial terdiri dari dua konduktor, yaitu kawat tembaga keras dan kaku sebagai inti dan konduktor silindris yang berbentuk jalinan anyaman. Konduktor bagian luar kabel ditutup dengan pelindung plastik yang aman.

Kabel koaksial memiliki jarak jangkauan yang relatif jauh, yaitu 200 m dengan kecepatan 10 Mbps^[2]. Kabel ini hampir tidak terpengaruh oleh *noise*. Penggunaan kabel ini tidak aman, karena

konektor-T dapat digunakan untuk membuat percabangan pada kabel. Terdapat dua jenis kabel koaksial, yaitu koaksial *baseband* dengan impedansi karakteristik 50 Ohm yang digunakan untuk transmisi digital dan *broadband* dengan impedansi 75 Ohm untuk transmisi analog.

3. Serat Optik

Salah satu terobosan terbesar dalam transmisi data adalah pengembangan sistem komunikasi serat optik. Serat optik merupakan media transmisi yang dapat menyalurkan informasi berkapasitas besar dengan keandalan yang tinggi, sehingga serat optik sangat baik jika digunakan sebagai media transmisi pada LAN khususnya jaringan tulang punggung (*backbone*).

Berikut adalah beberapa kelebihan yang dimiliki oleh serat optik :

1. Redaman transmisi yang kecil.

Kabel serat optik mempunyai redaman transmisi per kilometer (km) yang relatif kecil, sehingga serat optik sangat sesuai untuk dipergunakan untuk telekomunikasi jarak jauh dan *repeater* yang dibutuhkan lebih sedikit.

2. Bidang frekuensi yang lebar

Serat optik dapat dipergunakan dengan kecepatan yang tinggi, hingga mencapai beberapa gigabit per detik. Dengan demikian sistem ini dapat dipergunakan untuk membawa sinyal informasi dalam jumlah yang besar hanya dalam satu buah serat optik yang halus.

3. Ukurannya kecil dan ringan

Hal ini memudahkan pengangkutan ke lokasi pemasangan.

4. Kebal terhadap interferensi elektromagnetik.

Sistem transmisi serat optik mempergunakan cahaya sebagai gelombang pembawanya sehingga terbebas dari cakup silang (*cross talk*) yang sering terjadi pada kabel biasa. Sehingga kualitas transmisi yang dihasilkan oleh serat optik lebih baik dibandingkan transmisi dengan kabel lain dan aman jika dipasang pada jaringan tenaga listrik bertegangan tinggi.

5. Tidak ada hubungan elektrik antara pengirim dan penerima.

Dengan isolasi yang sempurna, maka serat optik aman jika berada pada tempat yang mudah terbakar karena tidak akan terjadi hubungan api pada saat terputusnya serat optik.

6. Tingkat keamanannya tinggi.

Pada serat optik, sinyal data ditransmisikan menggunakan gelombang cahaya sehingga cukup aman untuk pengiriman data karena tidak bisa di-*tap* di tengah jalan (data tidak bisa disadap)

Sedangkan kelemahan serat optik ada pada proses instalasinya dan tidak bisa dipasang dalam

jalur yang berbelok secara tajam atau menyudut karena data ditransmisikan dalam bentuk gelombang cahaya. Namun jika harus berbelok, maka harus dibuat belokan yang melengkung

6.4.4 Protokol

Protokol merupakan sekumpulan aturan yang mende-finisikan beberapa fungsi seperti pembuatan hubung-an, mengirim pesan atau file, serta memecahkan ber - bagai masalah khusus yang berhubungan dengan komunikasi data antara alat-alat komunikasi tersebut supaya komunikasi dapat berjalan dan dilakukan dengan benar.

Konsep dasar protokol adalah *handshaking*. Dengan adanya *handshaking*, maka masing-masing ujung pada jalur komunikasi akan terlihat oleh ujung yang lain. Ujung pemberi informasi akan terlihat oleh ujung yang akan mengirimkan informasi. Hal itu ber-arti bahwa data akan dikirim ketika penerima siap untuk mene-rima informasi sehingga pada saat pengiriman komunikasi akan terjadi dengan sukses.

Secara umum, protokol komunikasi melaksanakan dua fungsi yaitu :

- Membuat hubungan antara pengirim (sumber data) dengan penerima (receiver).
- Menyalurkan informasi dengan tingkat keandalan yang tinggi.

Standarisasi Protokol

Beragamnya berbagai komponen dan perangkat komputer dalam suatu jaringan, membutuhkan suatu standard protokol yang dapat digunakan oleh beragam perangkat tersebut. Salah satu standard protokol yang dikembangkan ISO (*International Standard Organization*) adalah model referensi OSI (*Open System Interconnection*).

Protokol model referensi OSI ini dibentuk dengan beberapa tujuan sebagai berikut :

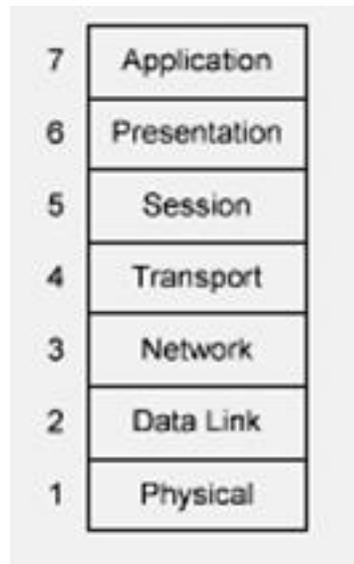
- Menjadi pedoman dalam pengembangan prosedur komunikasi pada masa mendatang..
- Mengatasi hubungan yang timbul antar pemakai dengan cara memberikan fasilitas yang sama dan memenuhi kebutuhan pemakai kini dan mendatang (berorientasi ke pengembangan masa depan).
- Membagi permasalahan prosedur penyambungan menjadi substruktur.
- *Open system* dengan tujuan agar dapat terjalin kerjasama antar terminal dan peralatan dari berbagai produk dan produsen yang berbeda

OSI dan TCP/IP

Di dunia ini dikenal dua standar penting dalam komunikasi data, yaitu OSI (Open System Interconnection) yang dikembangkan oleh ISO (International Organization for Standardization), dan TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) yang dikembangkan oleh DARPA (Defense Advanced Research Project Agency). Standar TCP/IP merupakan standar defacto jaringan internet saat ini.

Open System Interconnection (OSI)

Model OSI dikembangkan oleh ISO (International Organization for Standardization) sebagai model untuk arsitektur komunikasi komputer, serta sebagai kerangka kerja bagi pengembangan standar - standar protokol. Model ini memberikan gambaran tentang fungsi, tujuan dan kerangka kerja suatu struktur model referensi untuk proses yang bersifat logis dalam sistem komunikasi. Open System Interconnection merupakan suatu sistem yang terbuka untuk berkomunikasi dengan sistem-sistem yang lainnya. Model referensi OSI memiliki tujuh lapisan seperti terlihat pada Gambar 6.11.



Gambar 6.11 Lapisan OSI

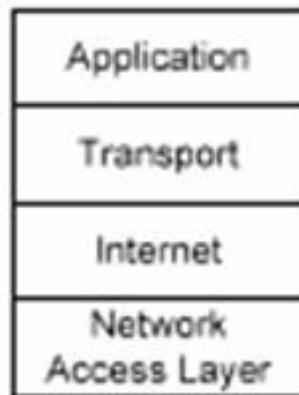
Fungsi masing – masing lapisan pada Gambar 6.11 di atas ialah:

1. Lapisan 7 : lapisan Aplikasi, bertanggungjawab dalam menyediakan pelayanan jaringan untuk proses aplikasi.
2. Lapisan 6 : Lapisan Presentasi, memastikan bahwa suatu data dapat terbaca oleh suatu sistem.
3. Lapisan 5 : Lapisan Session, bertanggungjawab dalam membuka, mengatur dan menutup suatu hubungan komunikasi antar end-system.

4. Lapisan 4 : Lapisan Transport, bertanggungjawab memastikan transportasi data dilakukan dengan baik dalam koneksi end-system
5. Lapisan 3 : Lapisan Network, bertanggungjawab dalam pengalamatan dan routing antar end-system.
6. Lapisan 2 : Lapisan Data Link, bertanggungjawab memberikan transfer data yang terjamin bebas dari kesalahan.
7. Lapisan 1 : Lapisan Fisik, bertanggungjawab transmisi data dalam bit secara elektrik.

Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP)

Pada TCP/IP tidak ada model protokol yang resmi sebagaimana yang ada dalam OSI. Pada saat ini, TCP/IP memiliki keunggulan sehubungan dengan kompatibilitasnya dengan berbagai perangkat keras dan sistem operasi. Bila didasarkan pada standar-standar protokol yang telah dikembangkan, lapisan TCP/IP terdiri dari empat lapisan seperti terlihat pada Gambar 6.12.



Gambar 6.12 Lapisan TCP/IP

Fungsi lapisan – lapisan yang terlihat pada Gambar 6.12 di atas yaitu:

1. Lapisan Aplikasi (Application Layer)

Layer ini berisi bermacam-macam protokol tingkat tinggi. Protokol-protokol terdahulu terdiri dari terminal virtual (TELNET), transfer file (FTP), surat elektronik (SMTP). Pada lapisan ini berisikan logik yang dibutuhkan untuk mendukung berbagai aplikasi user.

2. Lapisan Host-to-host atau transport

Pada layer ini menyediakan layanan transfer data ujung ke ujung, lapisan ini meliputi mekanisme keandalan, menyembunyikan detail-detail jaringan dari lapisan aplikasi. Pada lapisan ini terdapat dua protokol, yaitu TCP (Transmission Control Protocol) dan UDP (User Datagram Protocol).

3. Lapisan internet (Internet Layer)

Internet layer berfungsi untuk menghubungkan dua perangkat ke jaringan yang berbeda, diperlukan prosedur-prosedur tertentu agar data dapat melalui yang bermacam-macam. Pada lapisan ini dipergunakan Internet Protocol (IP) untuk menyediakan fungsi routing melintasi jaringan yang bermacam-macam. Protokol ini diterapkan tidak hanya pada ujung system namun juga pada jalur-jalurnya. Tugas internet layer adalah untuk mengirimkan paket-paket IP ke tempat tujuan seharusnya.

4. Lapisan Akses Jaringan (Network Acces Layer)

Lapisan ini bertanggung jawab untuk menyediakan akses ke jaringan komunikasi. Lapisan ini juga bertanggungjawab untuk mengirimkan data ke node – node yang terletak pada jaringan yang sama.

BAB 7

PENGANTAR ISDN

7.1 Evolusi Jaringan Telekomunikasi

Evolusi di dalam jaringan telekomunikasi eksisting telah terjadi dan terus berlangsung. Arah evolusi yang terjadi mengarah kepada digitalisasi jaringan, inteligensi jaringan dan integrasi layanan. Berikut ini akan dipaparkan evolusi yang terjadi pada ketiga hal tersebut.

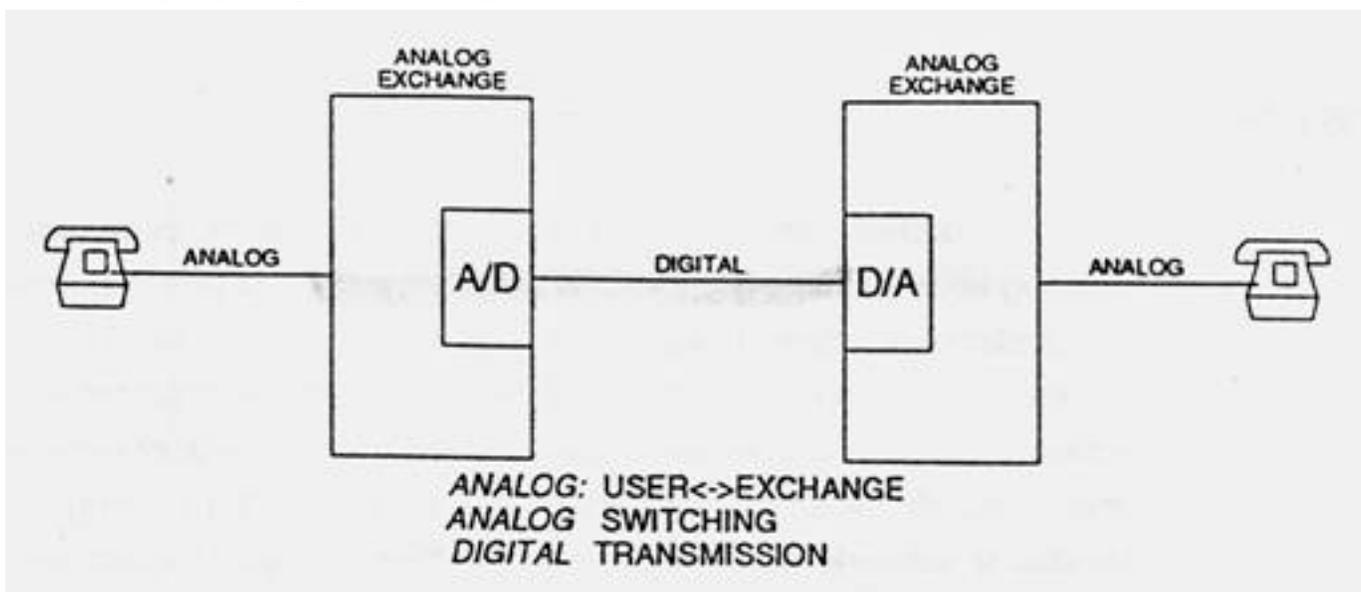
7.1.1 Digitalisasi Jaringan

Sejak ditemukannya teknologi digital PCM, membawa dampak yang luar biasa pada perkembangan jaringan telekomunikasi yang ditandai dengan digitalisasi jaringan.

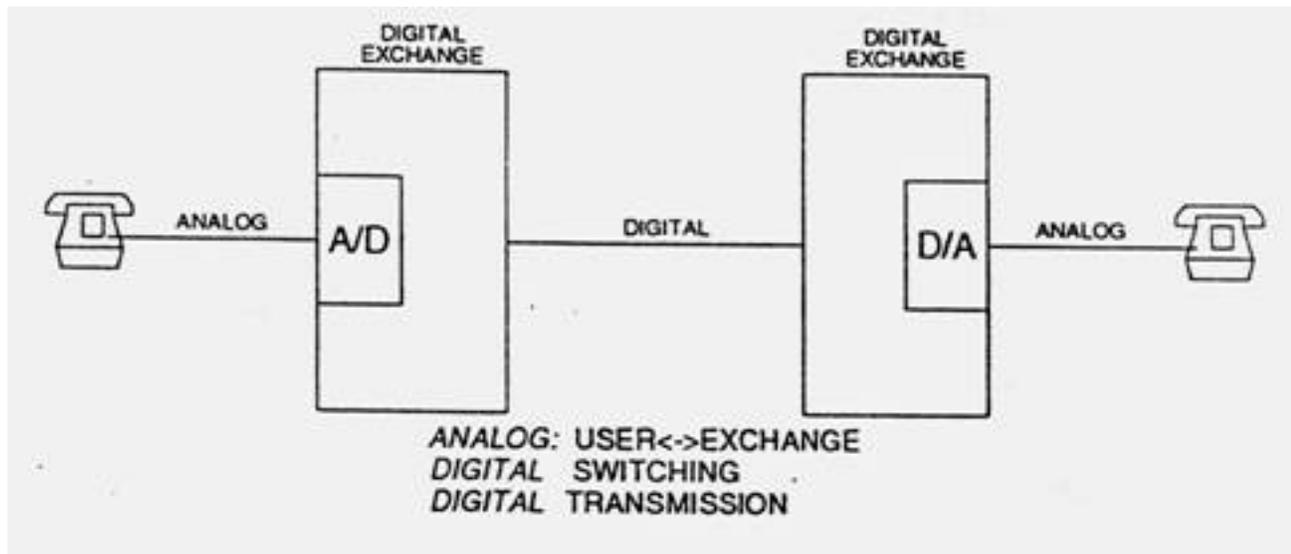
Digitalisasi jaringan telekomunikasi mencakup tiga pengembangan teknologi yaitu :

- dari transmisi analog ke transmisi digital
- dari switching analog ke switching digital
- koneksi analog menjadi koneksi digital dari satu ujung pelanggan ke ujung pelanggan lain.

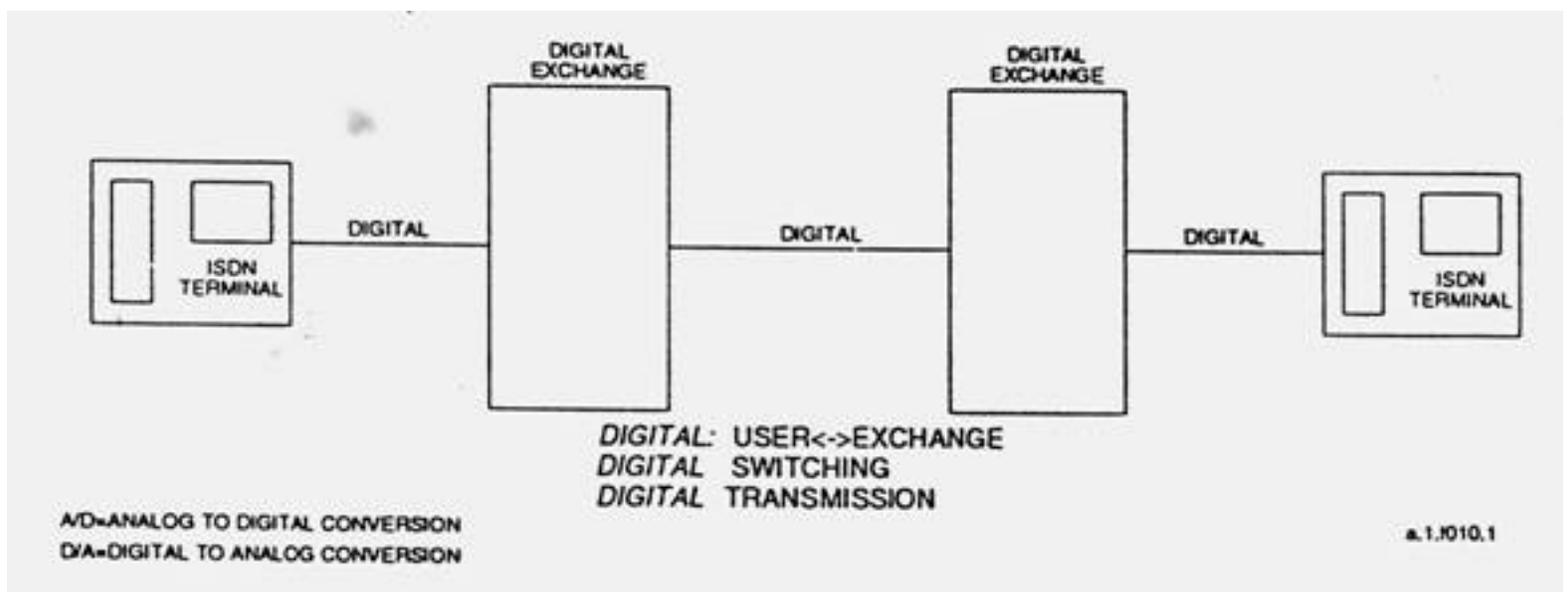
Digitalisasi ketiganya diperlihatkan pada Gambar 7.1.



(a) Digitalisasi pada Bagian Transmisi



(b) Digitalisasi pada Bagian Switching (Sentral)



(c) Digitalisasi pada Bagian Koneksi Ujung Pelanggan ke Ujung Pelanggan Lain.

Gambar 7.1 . Digitalisasi Jaringan Telekomunikasi

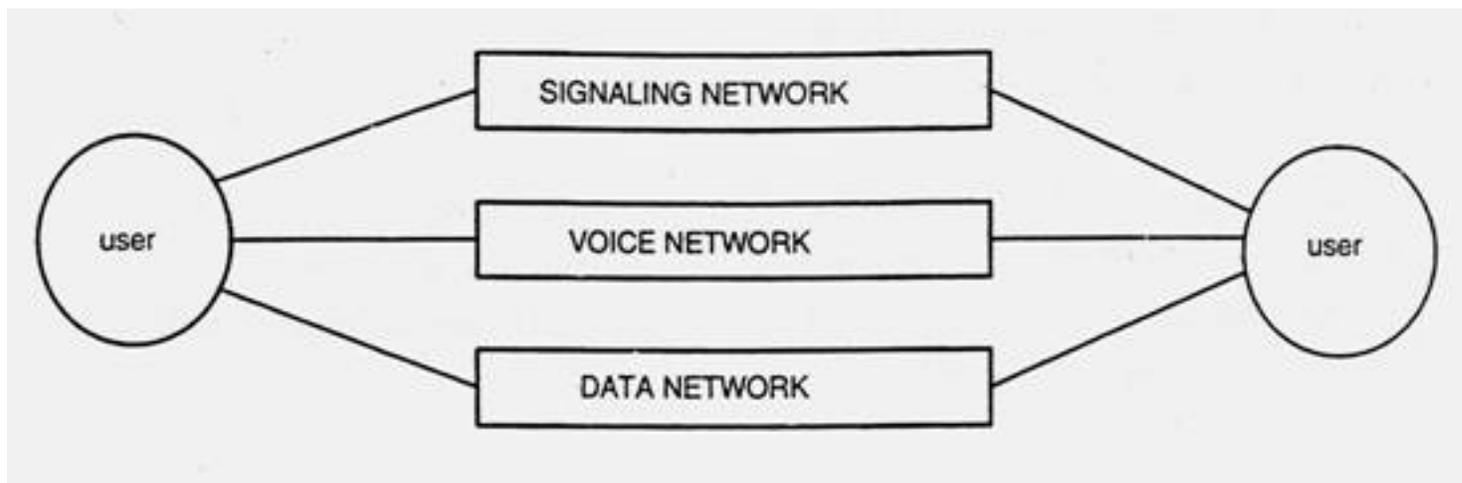
Digitalisasi jaringan tidak terbatas pada sistem transmisi dan sentral tetapi juga digitalisasi sistem pensinyalan. Teknologi pensinyalan digital membawa dampak pada pemisahan fungsi-fungsi jaringan telekomunikasi. Dalam perkembangannya, jaringan pensinyalan merupakan jaringan tersendiri yang terpisah dengan jaringan informasi. Digitalisasi jaringan merupakan dasar teknologi untuk implementasi ISDN.

7.1.2 Inteligensi Jaringan

Perkembangan jaringan mengarah kepada peningkatan Inteligensi jaringan sebagai akibat dari pengembangan sistem digital. Dengan sistem digital, fungsi-fungsi yang dulu tidak bisa dilakukan oleh jaringan (melalui inrtervensi manusia) kini dilakukan sepenuhnya oleh jaringan dan manusia hanya berfungsi untuk pengawasan administrasi dan pada kondisi-kondisi tertentu. Inteligensi jaringan dewasa ini semakin meningkat terutama semenjak ditemukannya teknologi pensinyalan digital yang terpisah dengan jaringan informasi misalnya Signaling System ITU-T No.7.

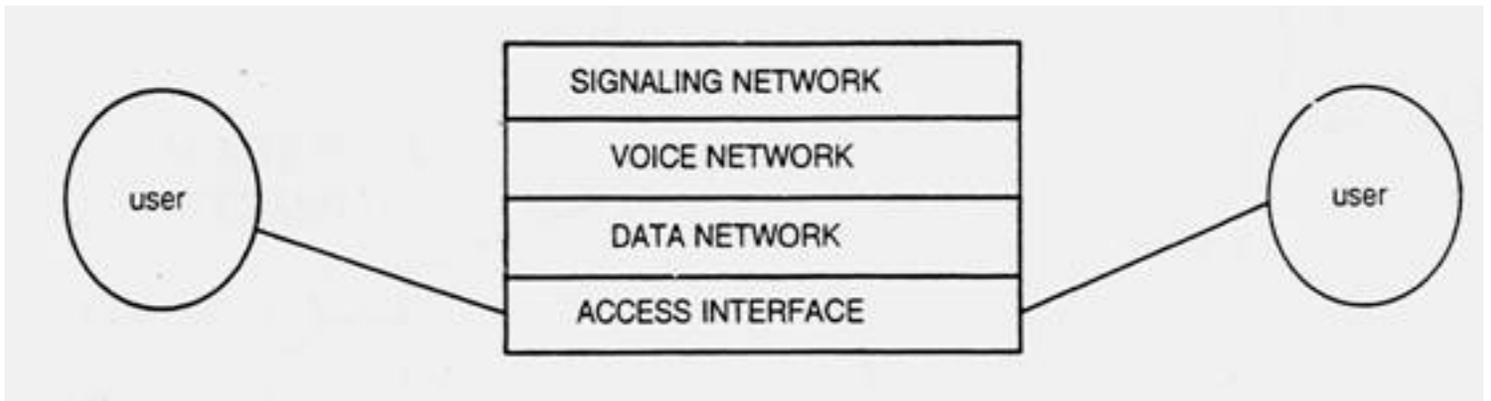
7.1.3 Integrasi Layanan

Jaringan telekomunikasi konvensional hanya bisa menyediakan sekelompok servis, misalnya; jaringan telepon hanya bisa memberikan servis telepony (suara), jaringan data hanya memberikan servis untuk data seperti yang diperlihatkan pada Gambar 7.2.



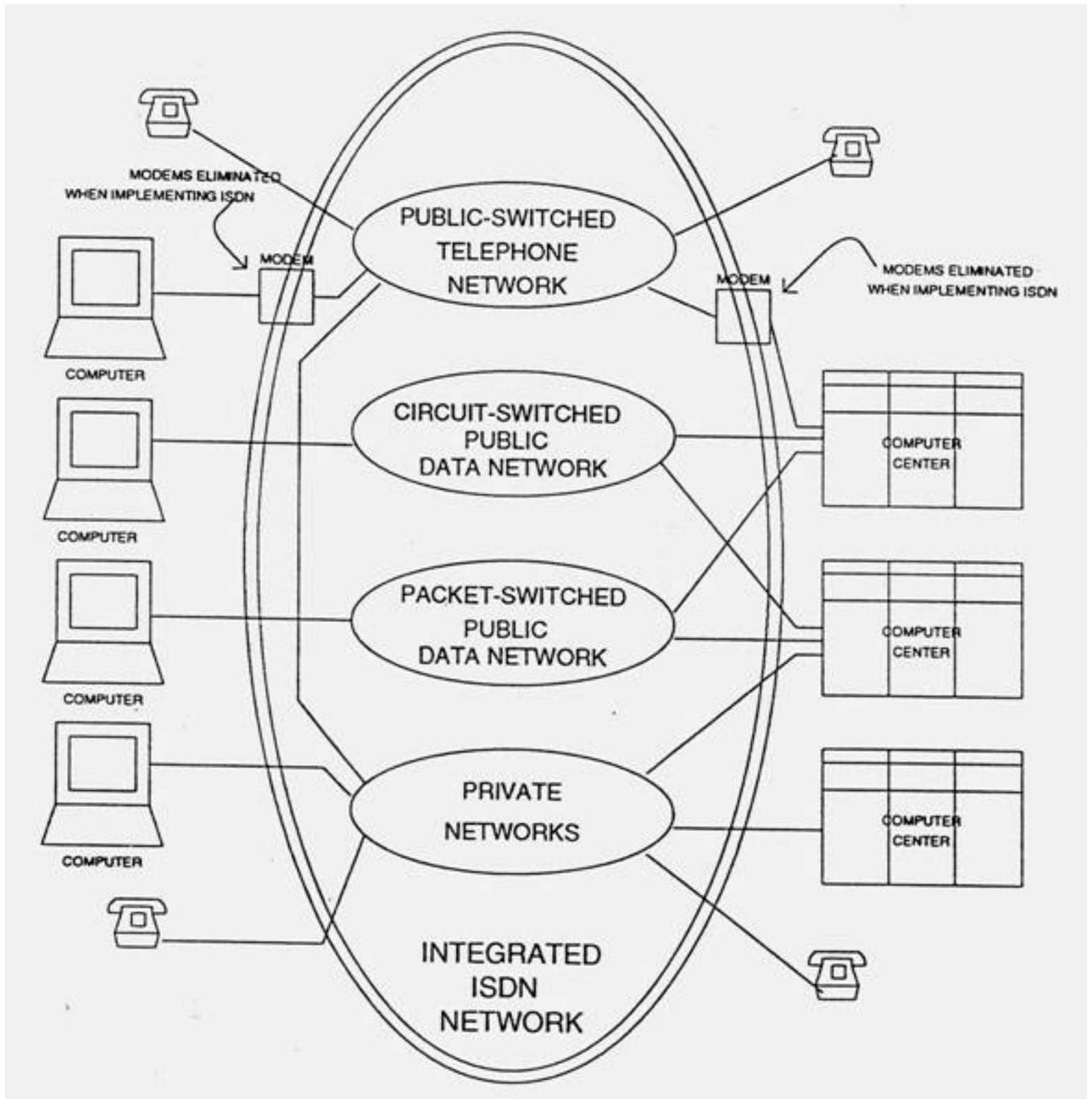
Gambar 7.2 User Butuh Interface yang Berbeda untuk Mengakses servis yang Berbeda.

Dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi digital, beberapa servis yang dulunya ditangani oleh jaringan yang berbeda-beda kini bisa diakses dan dilayani oleh satu jaringan akses terpadu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.3.



Gambar 7.3 User Menggunakan Satu Jaringan Akses Terpadu untuk Jaringan yang Berbeda.

Tahap akhir evolusi menghendaki semua servis seperti suara, data, gambar dan video serta servis lainnya dapat diakses dan dilayani oleh satu jaringan, yaitu jaringan ISDN seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.4.



Gambar 7.4 Jaringan ISDN

Pemisahan fungsi-fungsi jaringan membentuk jaringan tersendiri merupakan awal dari evolusi jaringan telekomunikasi, seperti misalnya jaringan pensinyalan, jaringan servis, jaringan akses dan jaringan manajemen.

7.2 Konsep Dasar ISDN

Ide dasar ISDN adalah penyatuan seluruh servis ke dalam satu jaringan yang mampu menyediakan seluruh servis yang diinginkan pelanggan. Untuk kemudahan akses dan mendukung seluruh tipe terminal dari pabrik yang berbeda digunakan interface akses standar untuk keperluan seluruh akses yang digunakan.

Ide tersebut didasari pada kenyataan bahwa jaringan konvensional saat ini tidak efektif dan efisien khususnya untuk penyediaan servis baru dan permintaan hubungan komunikasi digital yang semakin meningkat.

7.2.1 Definisi ISDN

ISDN adalah Jaringan Digital yang mampu memberikan berbagai macam layanan jasa telekomunikasi melalui satu interface serbaguna yang berlaku di seluruh dunia.

Sebelum adanya ISDN, layanan jasa telekomunikasi (servis) dilaksanakan melalui berbagai jaringan khusus yang masing-masing hanya mampu menyediakan sekelompok jasa telekomunikasi tertentu.

Dengan demikian, ISDN merupakan pengembangan dari jaringan telepon IDN (Integrated Digital Network) yang menyediakan hubungan digital dari ujung satu pelanggan ke ujung pelanggan lain secara digital (end-to-end digital connectivity) untuk proses transformasi informasi dalam bentuk suara, data dan gambar.

Pada umumnya jaringan telepon menyalurkan informasi suara melalui jaringan analog, sedangkan informasi bukan suara seperti telex, telegraf dan data disalurkan melalui jaringan digital kecepatan rendah menggunakan teknologi transmisi seperti modem dan VFT (voice frequency telegraphy).

Dengan berkembangnya teknologi baik untuk sistem transmisi maupun sistem switching, terbuka kemungkinan untuk mewujudkan suatu jaringan digital universal dan seragam.

Jaringan telepon dipilih sebagai titik tolak untuk mempersiapkan IDN (Integrated Digital Network). Pada IDN semua sentral telepon dan jaringan transmisi penghubungnya bekerja berdasarkan teknologi PCM sesuai rekomendasi ITU-T G.700 sehingga dalam hubungan antar sentral tidak diperlukan lagi adanya konverter D/A atau A/D.

7.2.2 Latar Belakang Munculnya ISDN

Latar belakang munculnya ISDN didasari pada kenyataan adanya pertumbuhan permintaan komunikasi digital khususnya untuk komunikasi global (internasional). Juga keinginan akan suatu jaringan multiguna yang sederhana, efisien, fleksibel handal dan murah biaya pengoperasiannya. Dipihak lain, perkembangan peralatan terminal "customer premises equipment" (CPE) berkembang cukup pesat bahkan melebihi teknologi jaringan telekomunikasi itu sendiri. Dengan demikian latar belakang munculnya ISDN antara lain :

1. Pertumbuhan Permintaan Komunikasi

Pertumbuhan perminataan komunikasi digital baik domestik maupun internasional setiap tahu semakin meningkat seiring dengan perkembangan dunia bisnis global. Kebutuhan komunikasi tidak hanya terbatas pada komunikasi suara tapi juga komunikasi non--suara seperti data dan gambar.

2. Kesederhanaan, fleksibilitas dan biaya

Dengan semakin banyak servis yang diberikan akan mengakibatkan kompleksitas jaringan, khususnya pada individual jaringan konvensional saat ini. Kesederhanaan merupakan faktor penting dalam suatu jaringan sehingga akan memudahkan dan menguntungkan pelanggan. Untuk servis yang berbeda dalam hal tertentu pelanggan tidak dikenakan biaya misalnya untuk registrasi servis penyambungan sirkit dan servis penyambungan paket, pelanggan cukup diregistrasi satu kali (diregistrasi sebagai pelanggan ISDN).

Pertumbuhan komunikasi digital yang semakin meningkat, membutuhkan kanal yang mampu melewati informasi (digital) dengan kecepatan yang cukup tinggi. Penyediaan jaringan dengan kanal berkecepatan tinggi (misalnya 64 kbps) merupakan solusi yang diharapkan.

3. Perkembangan Perangkat Terminal (CPE)

Perkembangan teknologi perangkat terminal dewasa ini boleh dikatan terpisah dari perkembangan teknologi jaringan telekomunikasi. Dan salah satu keuntungan yang didapat dari perkembangan tersebut memungkinkan pelanggan dengan bebas memilih terminal yang digunakan untuk aplikasi yang diinginkan. Konsekwensinya, jaringan telekornunikasi yang disediakan harus mampu melayani terminal terminal tersebut.

Dalam implemantasinya pada ISDN, terminal yang bisa dipakai oleh pelanggan adalah

sembarang terminal namun untuk keseragaman terminal terminal tersebut harus sesuai dengan standar yang telah ditetapkan untuk akses ISDN.

7.2.3 Aspek ISDN

Dengan adanya penyatuan seluruh servis kedalam satu jaringan telekomunikasi (rekomendasi seri I), mengakibatkan munculnya beberapa aspek yang cukup berarti yaitu aspek jaringan, aspek layanan dan aspek interface. Untuk non-teknik, perubahan tersebut juga perlu didukung dengan Deregulasi untuk mengatur hal-hal yang belum diatur secara teknik (atau tidak cukup hanya diatur secara teknik). Adapun aspek-aspek ISDN tersebut adalah :

1. Aspek Jaringan

Adanya satu jaringan digital yang menjamin *end-to-end digital connectivity* yang berasal dari jaringan telepon analog yang telah tersebar diseluruh dunia. Satu jaringan digital inilah yang akan dipakai bersama untuk menyalurkan semua sinyal digital yang berasal dari berbagai informasi yang dipertukarkan oleh pemakai.

Tindakan pertama yang harus diambil dalam menuju ke ISDN adalah :

- Digitalisasi Jaringan, yaitu dengan secepatnya merubah jaringan telepon analog konvensional menjadi jaringan digital.
- Kinerja jaringan
- Tatacara kerjasama dengan jaringan lain

Untuk hal-hal teknik harus mengacu pada standar ITU, misalnya tentang numbering & addressing, routing dan interworking dengan PSTN/PSPDN. Sedangkan untuk hal lainnya bisa diatur dengan regulasi.

2. Aspek Layanan

ISDN harus mampu memberikan berbagai macam layanan jasa telekomunikasi yang makin banyak. Meskipun macam layanan dapat dikatakan hampir tak terbatas, namun informasinya harus berupa sinyal digital yang seragam meskipun kecepatannya (bit-rate) berbeda-beda tergantung dari macam informasi dan cara pemrosesannya. Hal tersebut akan memudahkan dalam pengintegrasian sehingga akan semakin efisien dan semakin mudah pemakaiannya.

3. Aspek Interface

Saat ini, banyak peralatan yang hanya dapat dipakai di negara tertentu dengan standar yang berlaku di negara yang bersangkutan. Di negara lain yang menganut standar lain, peralatan tersebut tidak bisa dipakai atau harus memakai adapter untuk menyesuaikannya sehingga akan menghambat perkembangan layanan yang bisa diberikan peralatan tersebut.

Aspek Interface ISDN menjamin mudahnya akses pertukaran pemakaian terminal dimanapun juga tanpa tergantung negara dan pabrik pembuatnya.

User-to-network interface disediakan untuk memudahkan berkembangnya peralatan terminal pemakai sesuai dengan perkembangan keperluan, keinginan dan mode tanpa tergantung pada posisi teknologi jaringan telekomunikasi yang dipakai.

7.2.4 Standar Rekomendasi

Untuk mencapai tujuan yang diinginkan pada ISDN, mutlak diperlukan standar yang mengatur seluruh aspek teknik dan non-teknik ISDN. Tujuan dari standarisasi tersebut antara lain :

- mendukung universalitas servis yang diberikan dan portabilitas perangkat yang digunakan.
- menurunkan biaya peralatan.
- standarisasi memungkinkan untuk produksi secara massal sehingga akan menurunkan biaya operasi.
- meningkatkan pasar global (berlaku diseluruh dunia)
- menjamin kemungkinan pertukaran informasi secara diseluruh dunia.

Badan yang bertanggung jawab atas standarisasi ISDN adalah ITU-TS (ITU-T, International Telecommunication Union - Telecommunication standardization sector).

Standarisasi ISDN pada awalnya ditangani oleh Study Group D (disebut sebagai study group spesial).

Rekomendasi Seri I

Rekomendasi Seri I ITU-T mengatur 3 kelompok area yaitu :

- standarisasi servis yang diberi ke ke pelanggan
- standarisasi user-network interface
- standarisasi capability ISDN termasuk interworking antar jaringan

7.3 Arsitektur Jaringan Akses ISDN

7.3.1 Tujuan Utama Standarisasi User-Network Interface (UNI)

Jaringan telekomunikasi saat ini bersifat eksklusif dan setiap Servis dilayani oleh *individual network* tergantung pada masing-masing media Servis yang digunakan. Ide Jaringan ISDN adalah dengan mengintegrasikan beberapa individual network tersebut ke dalam suatu jaringan tunggal yang mampu menyediakan beberapa Servis (*wide range of services*) yang diinginkan oleh user. Termasuk aplikasi servis voice maupun nonvoice, service switched (sirkuit-swit & paket swit) maupun non-switched, dimana Servis Servis tersebut dapat diakses dengan menggunakan suatu single user-network interface multiguna. *User-network interface* tersebut merupakan interface antara jaringan user (perangkat terminal) dengan jaringan ISDN.

Standarisasi user-network interface ISDN merupakan elemen kunci untuk memungkinkan integrasi servis yang mengatur akses pelanggan ke jaringan dan protokol yang harus dianut agar bisa dilayani oleh ISDN.

Tujuan utama dari standarisasi User-Network Interface antara lain :

- a. Berbagai macam terminal dan berbagai macam penggunaan memakai interface yang sama. Baik telepon maupun komputer menggunakan konektor yang sama.
- b. Memudahkan terminal dipindah-pindahkan dari satu tempat ke tempat lain (rumah, kantor, tempat-tempat umum).
- c. Terminal dan jaringan dapat dikembangkan secara terpisah oleh manufaktur yang berbeda, baik dalam bentuk, teknologi maupun konfigurasinya.
- d. Penyambungan ke pusat pengolahan dan penyimpanan data (service provider) dapat dilaksanakan secara efisien.

Dalam mewujudkan ISDN, ada tiga hal utama yang perlu mendapat perhatian yaitu :

1. Kesederhanaan Jaringan

Pada jaringan konvensional yang terpisah memerlukan sistem penomoran, pentarifan dan jaringan pelanggan yang terpisah. Dilain pihak penggunaan single user-network interface pada ISDN memungkinkan untuk mendukung semua servis baik untuk aplikasi voice maupun non-voice melalui single line.

2. *Ekonomis*

Jaringan yang terpisah secara ekonomis tidak menguntungkan khususnya dalam biaya investasi jaringan kabel (jaringan akses) yang merupakan bagian terbesar dari biaya investasi jaringan telekomunikasi secara keseluruhan. Pada jaringan akses ISDN dimungkinkan penggantian penggunaan kabel misalnya satu kabel (2 kawat) untuk 2B + D pada basis akses atau satu untuk 30B+D pada primary akses. Selain hal tersebut, penggunaan sistem digital akan lebih ekonomis dibanding dengan penggunaan sistem analog.

3. *Efisiensi Jaringan*

Jaringan telepon konvensional merupakan evolusi dari teknologi analog yang hanya cocok untuk pengiriman sinyal voice dan tidak cocok untuk pengiriman data dengan kecepatan tinggi. Permintaan komunikasi data dengan kecepatan tinggi ini semakin lama semakin berkembang dengan pesat sehingga jaringan digital yang mampu mengintegrasikan beberapa servis akan sangat efisien dan semakin diperlukan.

7.3.2 Kemungkinan Akses

Pada ISDN, terdapat beberapa kemungkinan akses :

- a. Akses pelanggan dengan satu terminal
- b. Akses pelanggan dengan beberapa terminal
- c. Akses pelanggan yang berupa STLO, LAN atau jaringan khusus.
- d. Akses dari jaringan lain

7.3.3 Karakteristik Akses

Karakteristik akses dapat ditentukan oleh antara lain oleh :

- a. Sifat fisik dan sifat elektrik
- b. Struktur kanal dan kemampuan akses.
- c. Protokol yang digunakan.

User-network interface mempunyai beberapa kemampuan untuk mendukung beberapa

persyaratan yang diperlukan oleh ISDN antara lain:

– Multi Servis

Kemampuan multi Servis pada satu interface akan memudahkan pemilihan bit-rate yang akan digunakan, switching mode, metode pengkodean dll. pada call-by-call basis atau sesuai dengan keinginan user.

– Multi Terminal

Kemampuan untuk melayani beberapa terminal dan jenis terminal pada satu interface Jumlah terminal dan jenis terminal yang bisa digunakan sesuai dengan kebutuhan user namun demikian harus tetap mengacu pada standar yang telah ditetapkan.

– Terminal Portability

Mobilitas terminal dari satu tempat ke tempat lain (dari satu plug ke plug lain) tidak hanya terbatas pada saat pembangunan hubungan namun juga bisa pada saat komunikasi sedang berlangsung. Kemampuan ini sangat diperlukan untuk menstimulasi pertumbuhan pasar terminal secara global dan mendukung aplikasi standarisasi terminal.

– Compability Checking

Kemampuan pengecekan antara terminal pemanggil dan terminal yang dipanggil, kemampuan ini diperlukan untuk untuk mengecek apakah kedua terminal tersebut saling bisa berkomunikasi atau tidak, terutama untuk menghindari callyang mubazir.

Kelebihan yang dimiliki oleh User-network interface merupakan hasil **adopsi/penggunaan out-of band signaling** dan referensi layer arsitektur Open System Interconnection (OSI). Out-of band signaling menyediakan kemampuan pensinyalan yang terpisah dengan path komunikasi untuk tujuan fleksibilitas dalam pengiriman sinyal. Konsep layer arsitektur OSI akan menjamin kebutuhan servis yang diinginkan dan kemudahan evolusi teknologi.

7.3.4 Arsitektur Jaringan Akses

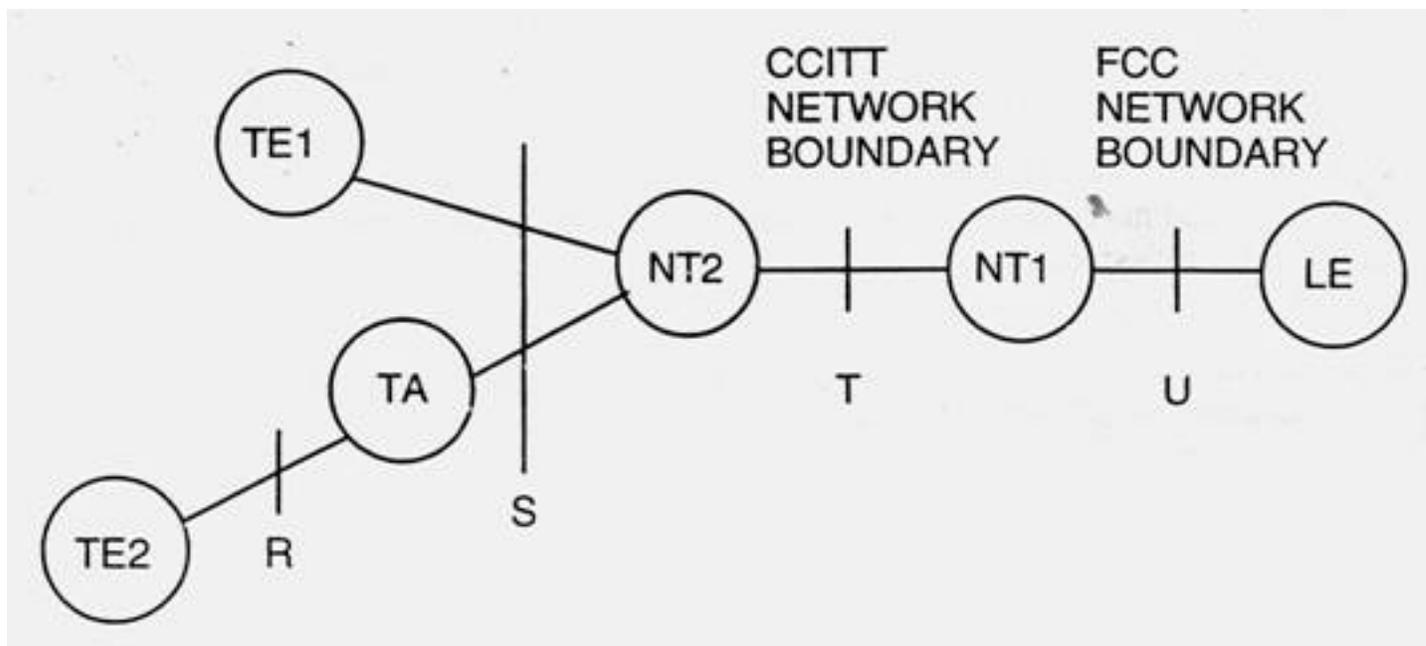
User Network Interface (UNI)

User-network interface merupakan titik dimana user bisa memilih dan mengakses Servis yang

diinginkan pada jaringan ISDN (merupakan jendela keluaran dimana user bisa melihat ISDN), tujuannya adalah untuk membantuk suatu set interface yang compatible dan ekonomis untuk mendukung *wide range of user application*.

User-network interface merupakan beberapa atribut yang meliputi karakteristik fisik, elektrik, protokol, services, capability, performance dan operation & maintenace network ISDN. Untuk mempermudah pemahaman pada setiap attribute tersebut, digunakan istilah *Reference Configuration* dan *functional group*.

Konfigurasi Referensi merupakan konsep pembagian fungsi secara keseluruhan kedalam beberapa fungsional group. *Fungsional Group* merupakan beberapa set fungsi yang mungkin diperlukan untuk akses ke ISDN. Kedua istilah tersebut diperjelas dengan Gambar 7.5.



Gambar 7.5 Konfigurasi Referensi dan Pembagian Fungsional Group dalam ISDN

dimana :

NT1 : Network Termination 1
TE1 : Termination Equipment 1
TA : Termina Adapter
LT : Line Termination

NT2 : Network Termination 2
TE2 : Termination Equipment 2
ET : Exchange Termination
R,S,T,U,V : Titik Patokan

Keterangan untuk blok-blok pada Gambar 7.3.

TE1

Terminal dengan kemampuan protokol yang relevan dengan interface pada titik referensi S dan T dan dapat duhubungkan langsung ke sistem passive bus NT.

Contoh : - Telepon ISDN

- Video Phone

TE2

Terminal yang tidak dilengkapi dengan protokol ISDN dan hanya dapat dihubungkan ke NT dengan bantuan terminal adapter.

- Contoh :
- Telepone Konvensional (terminal a/b)
 - Terminal X-25

TA

Menyediakan fungsi-fungsi konversi dari karakteristik TE2 ke karakteristik interface pada titik referensi S, memungkinkan mengakses ISDN dengan mengadaptasikannya ke protokol interface pada titik referensi S.

- Contoh :
- X.25 TA
 - TA pesawat telepon analog

NT1

Menyediakan fungsi fungsi yang ekuivalen dengan layer 1 pada referen model OSI, memastikan bahwa TE secara fisik & elektrik sesuai dengan jaringan akses sentralisasi pemeliharaan.

- Contoh : - titik terminasi fisik 2 kawat <==> 4 kawat

NT2

Menyediakan fungsi-fungsi yang ekuivalen dengan layer 2 dan layer di atas-nya (layer-2 ke atas)

- Contoh :
- PABX
 - LAN

LT

Titik terminasi antara jaringan akses dengan sentral ISDN. LT dapat membentuk fungsi-fungsi seperti NT, test loop, pembangkitan sinyal dan konversi kode.

ET

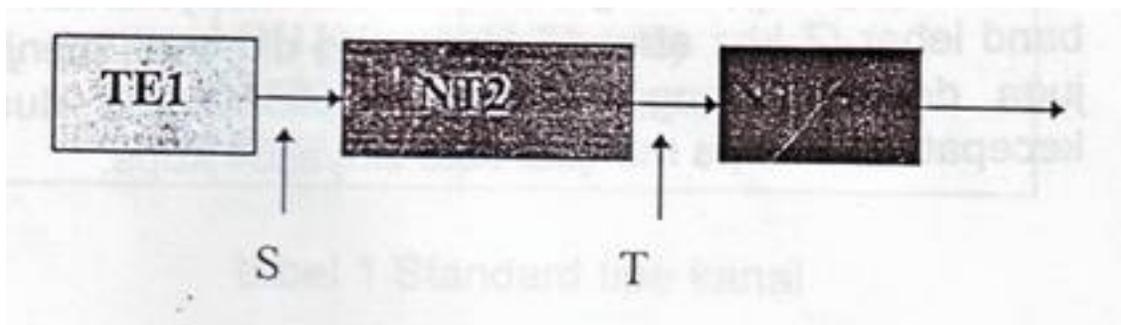
Titik terminasi jaringan akses dengan sentral ISDN dimana sinyal kontrol diproses, dimana data

informasi dan data pensinyalan dilewatkan (diproses). ET bertugas untuk menangani *data link layer* protokol DSS-1, data yang diterima diubah kedalam format lain (misalnya format SS-7) sebelum dikirimkan ke luar ET.

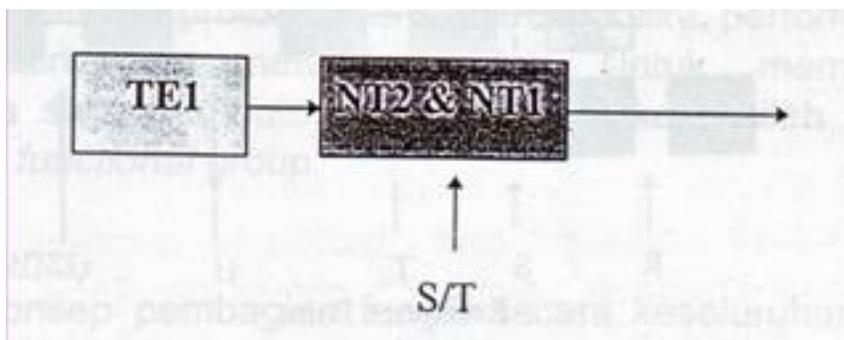
Contoh Implementasi

Dalam implementasinya, beberapa fungsional group memungkinkan bergabung dalam satu perangkat, hal ini tergantung pada produsen perangkat yang bersangkutan. Sebagai contoh, fungsi-fungsi NT1 dan NT2 kebanyakan terdapat dalam satu perangkat (NT) demikian halnya dengan titik referensi (titik referensi S/T)

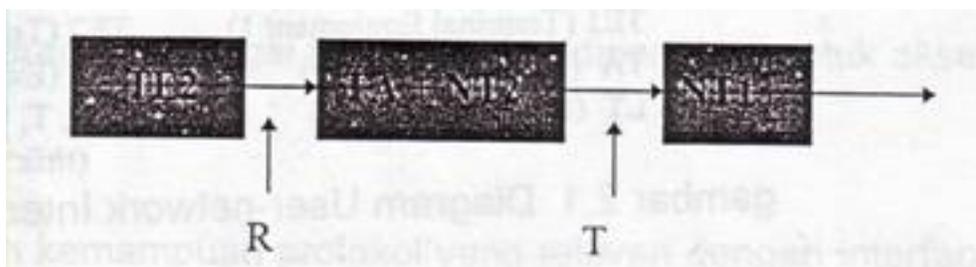
- a. NT2 merupakan bagian dari PABX, LAN atau peralatan kontrol yang mengatur pesawat terminal



- b. Fungsi NT1 dan NT2 bergabung dalam PABX



- c. Fungsi TA dapat juga dimasukkan ke dalam PABX.



Gambar 7.6 Contoh Implementasi Beberapa fungsional Group pada ISDN

7.4 Struktur Kanal

Dalam komunikasi data, secara logik kanal dikenal sebagai suatu saluran tempat sinyal mengalir dapat membawa sinyal digital atau analog yang berisi data informasi (voice/data) dari user atau pesan pensinyalan (signalling message). Pada network telepon konvensional, hubungan antara user dan sentral lokal baik untuk pensinyalan maupun data informasi dilewatkan pada sebuah kanal analog tunggal (konsep CAS). ISDN terdiri dari beberapa kanal logika untuk keperluan saluran pensinyalan dan saluran data informasi (konsep CCS). Berdasarkan fungsi dan kecepatannya terdapat 3 tipe dasar kanal yaitu kanal B, kanal D dan kanal H

1. Kanal B

Fungsi utama kanal B untuk membawa sinyal informasi dari user ke jaringan dalam bentuk suara, data atau video. Kecepatan kanal B adalah 64 kbps yaitu kecepatan yang dibutuhkan untuk aplikasi data digital, kanal B juga dapat digunakan untuk aplikasi circuit switch ISDN, packet switch atau non-switched.

Kanal B juga dapat digunakan untuk menyalurkan voice (suara) hi-fi band lebar (7 khz atau 15 khz) yang diproses menjadi 64 kbps. Bisa juga dengan menggunakan multiplek untuk dua sinyal dengan kecepatan 32 kbps menjadi satu sinyal 64 kbps.

2. Kanal D

Fungsi utama kanal D adalah untuk membawa pesan pensinyalan dari suatu terminal ISDN ke jaringan melalui konektor fisik (physical connector) dan sistem pesan pensinyalan (signalling message) standard. Kanal D mempunyai kapasitas yang sangat tinggi dan selalu tetap tersedia. Dapat juga digunakan untuk pengiriman low bit-rate data seperti telemetry dan user-to-user information. Kanal D beroperasi pada kecepatan 16 kbps atau 64 kbps tergantung pada interface akses user yang digunakan (Basic rate Access atau Primary rate Access)

3. Kanal H

Kanal H sama dengan kanal B, tetapi beroperasi pada kecepatan diatas 64 kbps. Contoh aplikasi kanal H adalah untuk high-speed data, high quality audio, teleconferencing dan video Servis.

Kanal H terdiri dari (khusus untuk N-ISDN):

HO : 384 kbps

H11 : 1536 kbps

H12 : 1920 kbps

Tabel 7.1. Standard Tipe Kanal

Tipe Kanal	Bit-rate	Diskripsi
B	64 kbps	Sinyal informasi, untuk bit-rate 8, 16, 32 & 64 kbps
		Mode penyambungan - switched (paket switch & sirkit switch) - non-switched
D	16 kbps 64 kbps	Aplikasi BRA - signalling - low bit rate data Aplikasi PRA - signaling
H	284 kbps (Ho) 1536 kbps (H11) 1920 kbps (H12)	Sinyal informasi Mode penyambungan - switched (paket swit & sirkit swit) - non-swtdched

7.5 Tipe Akses

Untuk mengakses ISDN, ITU-T telah menetapkan 2 jenis tipe akses yaitu Basic Rate Access (BRA) untuk jalur akses individu dan Primary Rate Access (PRA) untuk jalur akses PABX.

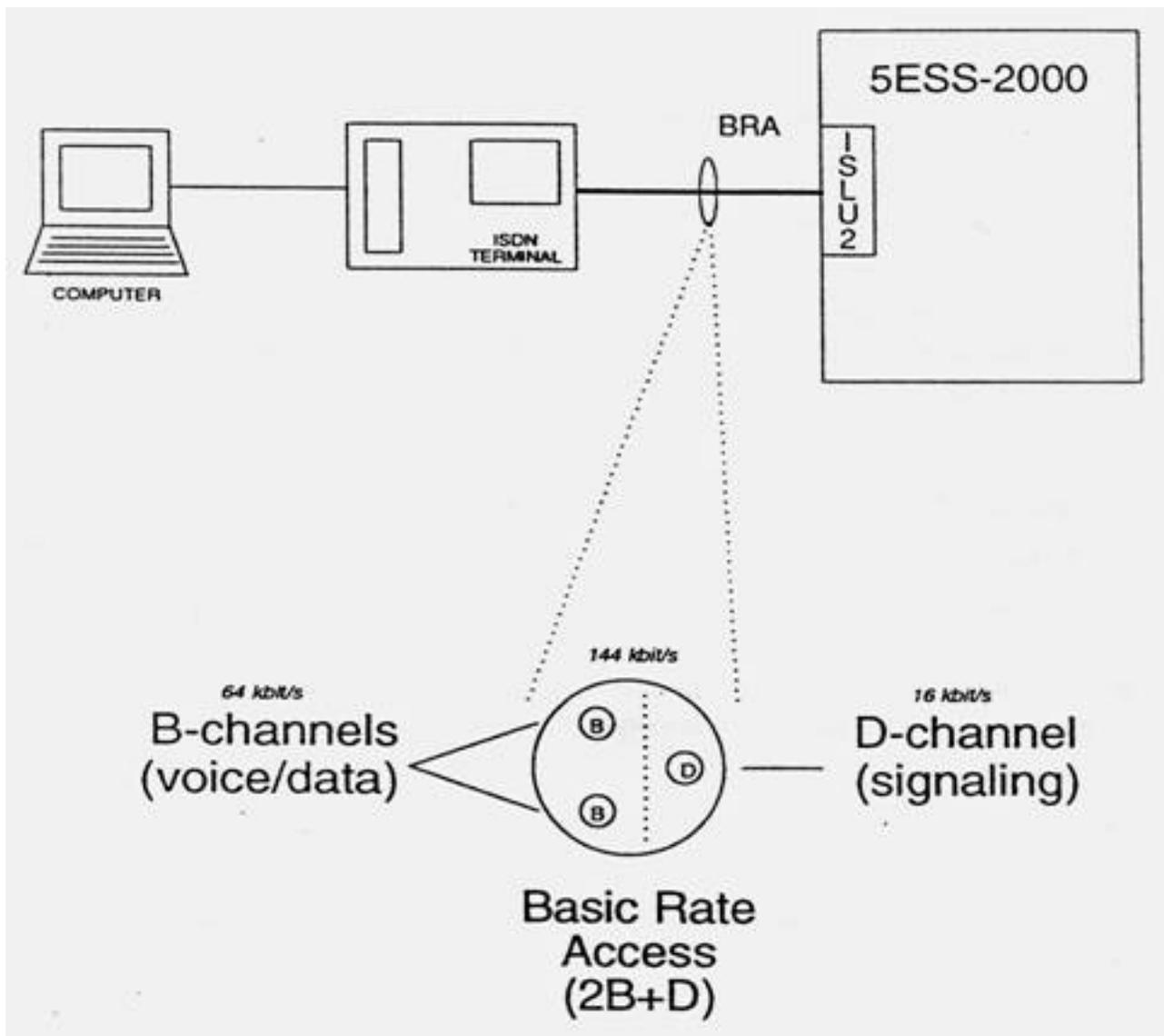
7.5.1 Basic Access

Basic Access dengan struktur kanal $2B + D$

dimana $B = 64 \text{ kbps}$

$D = 16 \text{ kbps}$

Basik Akses disediakan untuk pelanggan residensial, kedua kanal B dapat digunakan secara terpisah untuk penyambungan satu atau lebih terminal dengan jurusan yang berbeda pada saat yang bersamaan. Gambar 7.7 menunjukkan hubungan pelanggan ISDN dengan sentral melalui basic access.



Gambar 7.7 Hubungan Pelanggan ISDN dengan Sentral melalui Basic Access

7.5.2 Primary Access

Primary Access dengan struktur kanal :

30 B + D (untuk system PCM-30)

23 B + D (untuk system PCM-24)

dimana kanal B maupun D sebesar 64 kbps

Jalur akses ke sentral ISDN (titik referensi U) menggunakan 2 *balance wire pair* atau fiber optik.

Primari akses disediakan untuk kalangan bisnis dengan dukungan akses melalui PABX.

Ada beberapa tipe akses pads primari interface (PRA) yaitu :

a. **Multi Access**

Akses dengan multiple kanal B dan satu kanal D ($nB + D$).

b. **High Speed Access**

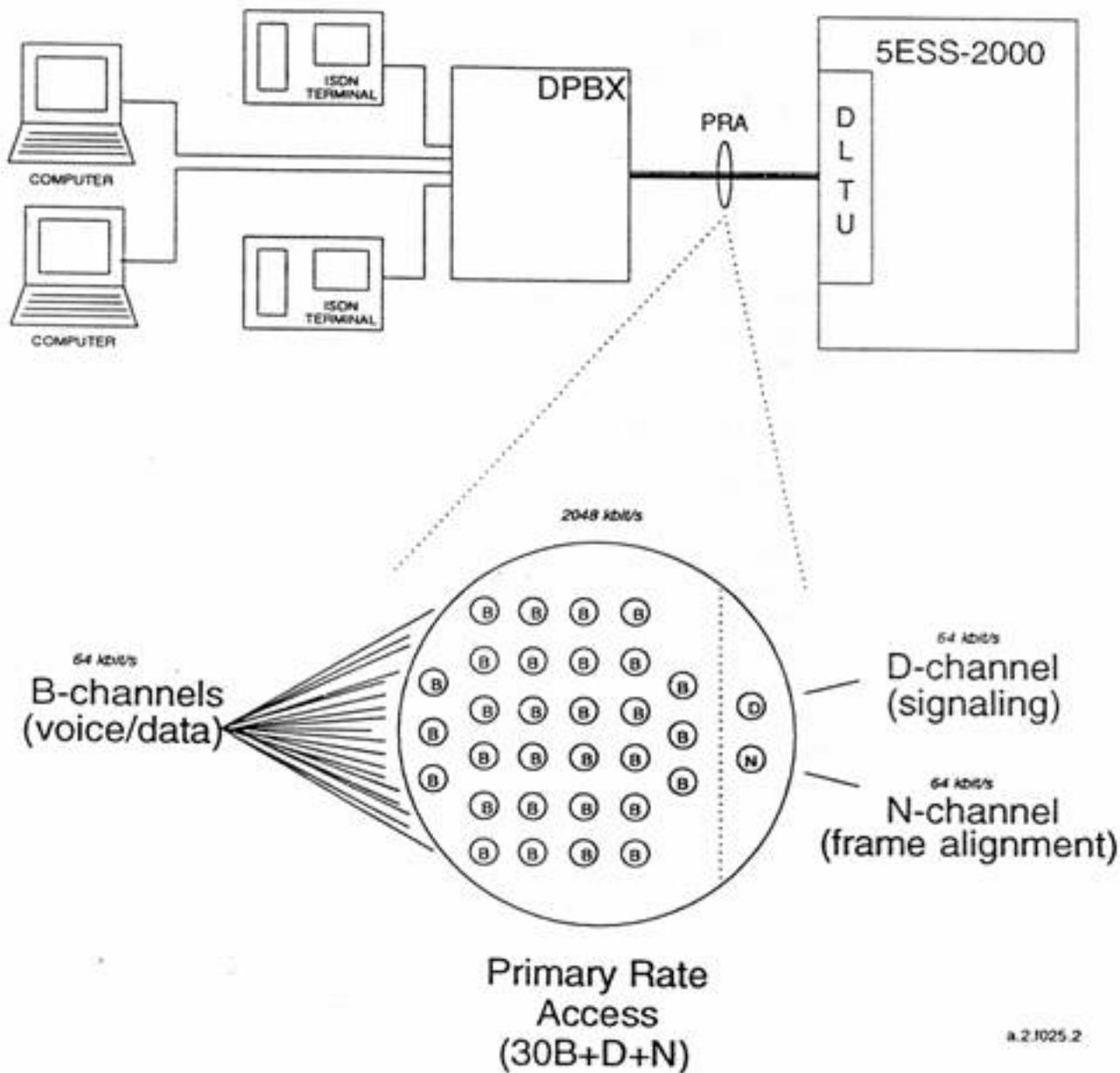
Misalnya akses dengan HO, untuk pengiriman high-speed data.

c. **Combine Access**

Akses dengan multiple kanal H

Tabel 7.2 Standar User-Network Interface

Tipe Interface	Bit Rate	Struktur Interface	Struktur Kanal
Basic Interface	192 kbps	Basic Access	2B + D
Primary Interface	1544 kbps 2048 kbps	Multiple Access High Speed Access Combine Access	23 B + D 30 B + D 4H 3 HO + D 5 HO + D $nB + mHO + D$



Gambar 7.8 Hubungan Pelanggan ISDN dengan Sentral melalui Primari Access

7.6 Arsitektur Jaringan ISDN

Jaringan telekomunikasi pada dasarnya merupakan interkoneksi antar komponen-komponen telekomunikasi dasar berupa interkoneksi link antar node sebagai sarana transportasi servis yang diberikan kepada user. Setiap jaringan telekomunikasi mempunyai konfigurasi yang berbeda sesuai dengan kemampuan dan aplikasinya.

Arsitektur jaringan ISDN terdiri dari jaringan akses yang menyediakan fasilitas akses ke servis ISDN dan jaringan interkoneksi antar sentral untuk integrasi dengan jaringan publik eksisting. Jaringan end-to-end digital ISDN dapat digunakan untuk mengirimkan dan menerima sinyal

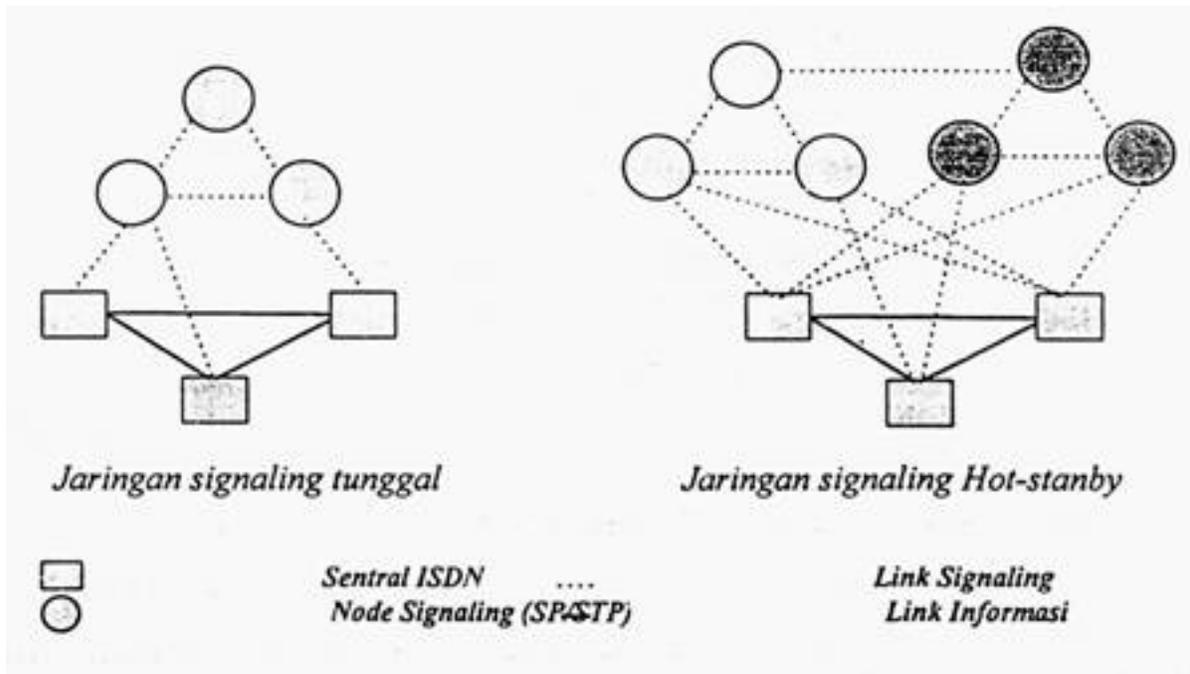
digital tanpa modem dengan kecepatan 144 kbps (2B + D). Kelebihan ISDN tidak hanya karena kecepatan akses yang jauh lebih tinggi dibanding dengan kemampuan modem terbaik saat ini tetapi juga dapat menggunakan kabel eksisting (jaringan kabel eksisting). Interkoneksi ISDN dengan jaringan publik eksisting memerlukan standarisasi dan strategi untuk menghindari terjadinya problem interface dan sebagai langkah awal migrasi jaringan eksisting ke ISDN. Standarisasi ISDN dapat mengacu pada rekomendasi ITU-T atau rekomendasi regional setempat. ISDN pada dasarnya merupakan perluasan dari servis telephony dan servis data kecepatan tinggi, sehingga dalam hal sistem pentaripan akan menahadapi kompetisi yang cukup ketat. Biasanya sistem pentaripan pada jaringan data publik lebih tinggi tetapi untuk jarak yang lebih pendek tergantung pada tarif jaringan telepon. Sistem pentaripan ISDN harus lebih kompetitif dibanding tarif jaringan data publik. Mengingat sebagian besar aplikasi ISDN adalah aplikasi data paket, sistem pentaripan ISDN di beberapa negara didasarkan pada tarif servis telepon dan kualitas data jaringan data publik.

Pada masa transisi pengembangan jaringan eksisting menuju ke ISDN seperti sekarang ini membutuhkan :

- Digitalisasi Jaringan
- Integrasi Servis dan servis baru
- Interworking
- Strategi Implementasi.

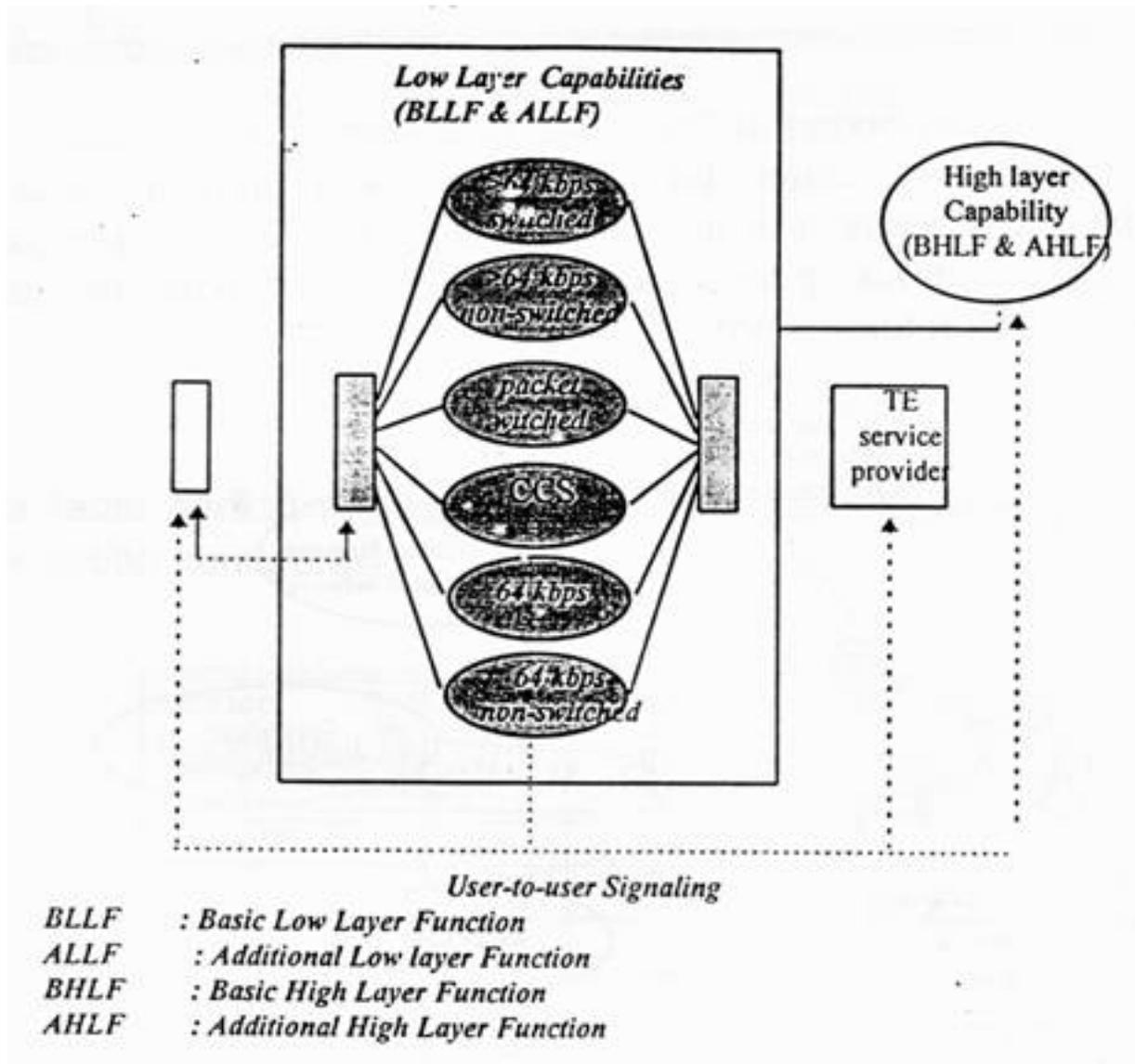
Arsitektur jaringan ISDN sebagaimana halnya jaringan eksisting(PSTN) menggunakan sistem hirarki. Hal yang berbeda dengan arsitektur jaringan eksisting adalah adanya pemisahan antara link-informasi dengan link-signalling.

Jaringan signaling pada ISDN memegang peranan yang sangat penting dan tidak hanya digunakan untuk aplikasi ISDN tetapi untuk aplikasi lain seperti Mobile network, IN dan aplikasi PSTN.



Gambar 7.1. Jaringan ISDN

Mengacu pada rekomendasi 1.340, dari information transfer mode dan information transfer rate type hubungan ISDN dapat diklasifikasikan sebagaimana terlihat pada Gambar 7.2.



Gambar 7.2 Model Arsitektur Dasar ISDN

7.7 Interworking

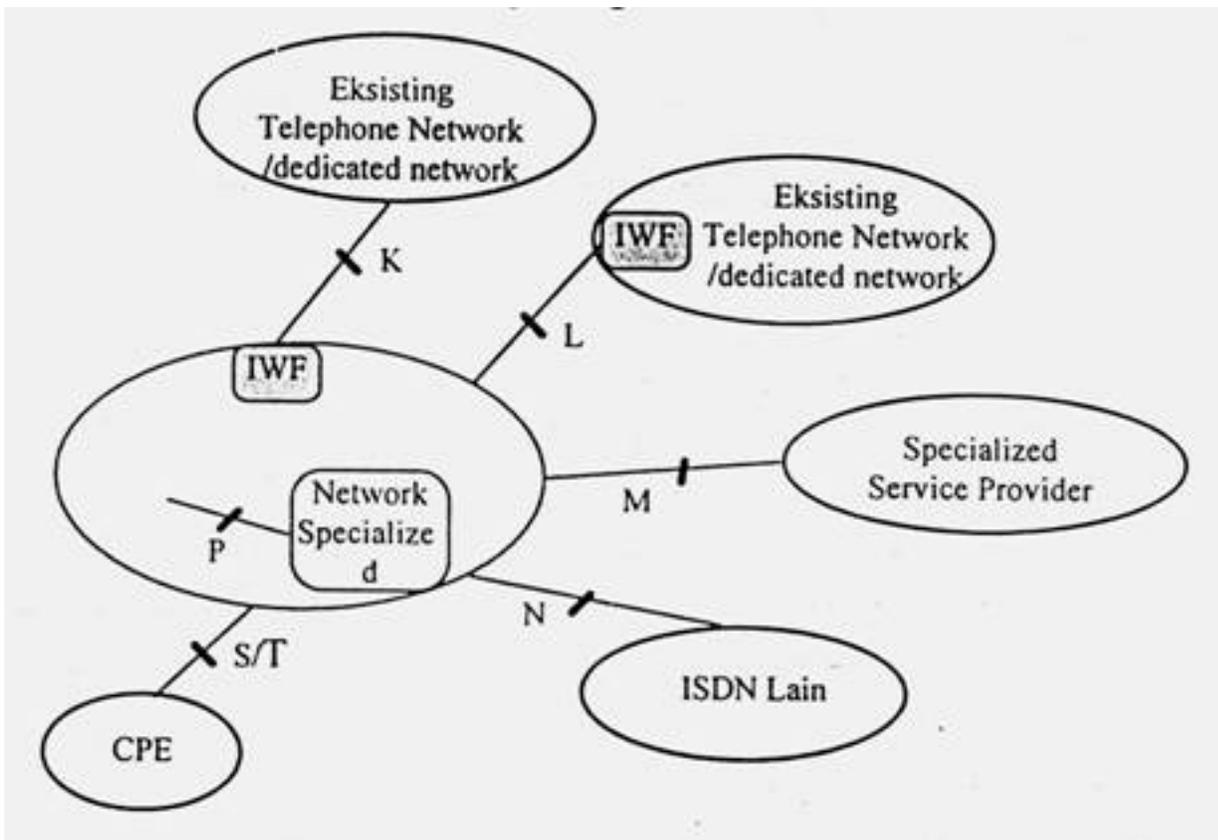
Interworking jaringan ISDN dengan jaringan eksisting meliputi interworking sistem penomoran, sistem routing dan prosedur komunikasi (interfacing). Komunikasi antar jaringan didahului dengan prosedur persetujuan (agreement) tentang Capability yang diinginkan dan mekanisme servis yang akan diakses.

Untuk menyediakan kemampuan yang diinginkan antara ISDN dengan komponen jaringan eksisting dan terminal, diperlukan fungsi-fungsi interworking meliputi :

- Interworking numbering plan
- Penyesuaian karakteristik layer-1 pada titik interkoneksi antar kedua jaringan.
- Mapping signal control/signaling.

- Mempertahankan kualitas interkoneksi dan servis
- Konversi struktur pengiriman informasi meliputi informasi teknik modulasi dan struktur frame.
- Menjamin sinkronisasi jaringan.
- Collecting data untuk keperluan billing
- Koordinasi prosedur pengoperasian dan pemeliharaan.

Fungsi-fungsi interworking ISDN yang menyangkut kemampuan untuk berintegrasi dengan sistem lain mengacu pada standar yang telah ditentukan. Standarisasi titik interkoneksi antara ISDN dengan jaringan lain diperlukan untuk pemisahan fungsi dan karakteristik jaringan sebagaimana titik referensi pada jaringan akses ISDN. Titik referensi interkoneksi ISDN dengan CPE dan jaringan lain diperlihatkan pada Gambar 7.3.



Gambar 7.3. Titik Referensi Interkoneksi ISDN dengan CPE dan Jaringan Lain.

Titik-titik referensi sebagaimana terlihat pada Gambar 7.3 terdiri dari :

- **Titik referensi K**

Merupakan interfacing jaringan PSTN atau jaringan non- ISDN lainnya yang memerlukan fungsi interworking untuk interkoneksi dengan ISDN. Fungsi-fungsi interworking (IWF) disediakan oleh ISDN, misalnya titik interworking antara ISDN dengan PSTN.

– **Titik referensi L**

Sama seperti titik referensi K tetapi IWF merupakan tugas dan tanggung jawab jaringan eksisting tersebut. misalnya titik interworking antara ISDN dengan PSTN yang mempunyai IWF.

– **Titik referensi M**

Merupakan titik referensi antara ISDN dengan jaringan khusus (specialized network) seperti misalnya MHS dan teletex.

– **Titik referensi N**

Merupakan titik referensi antar dua jaringan ISDN dengan protokol dan tingkat Compatibility yang sama, misalnya interworking antara ISDN dengan ISDN.

Pada Rekomendasi I.510 terdapat lima tipe jaringan yang mendukung servis yang disediakan oleh ISDN dan berpeluang besar untuk interkoneksi dengan ISDN, yaitu :

- ISDN
- PSTN
- CSPDN
- PSPDN
- PABX

Tabel 7.3 memperlihatkan fungsi interworking yang diperlukan untuk setiap konfigurasi.

Tabel 7.3. Konfigurasi Interworking ISDN

Service Telekomunikasi	Inetrkoneksi ISDN dengan					
	<i>ISDN</i>	<i>PSTN</i>	<i>CSPDN</i>	<i>PSPDN</i>	<i>TLX</i>	<i>Dedicate</i>
Telephony	O	N				N
Data	(L)	N, L	N, (L)	N, (L)		N, (L)
Telex	O				N, L	N, L
Teletex	O	N, L	N, L	N, L		N, L, H
Faximile	O	N, L	N, L	N, L		N, L, H

O : no IWF

N : diperlukan connection-dependen IWF

L : diperlukan lower-layer communication-dependent interworking

H : diperlukan higher-layer communication-dependent

() : tidak mutlak diperlukan N/L/H

BAB 8

PENGANTAR INTELLIGENT NETWORK (IN)

8.1 Pendahuluan

Langkah pertama dalam perkembangan IN adalah pada tahun 1960, ketika perusahaan-perusahaan telekomunikasi mulai mengganti sentral-sentral elektro mekaniknya dengan sentral-sentral SPC (*Stored Program Controlled*). Peristiwa ini merupakan pengenalan pertama teknologi komputer pada sistem switching. Sistem pertama yang menggunakan teknologi ini diimplementasikan oleh AT&T pada sentral-sentral ESS generasi pertama. Prototipe-prototipe IN ini juga menyediakan layanan seperti *call waiting*.

Pada pertengahan tahun 1970-an teknologi SPC juga diterapkan pada sistem manajemen dan maintenance jaringan (OSS) yang dibutuhkan untuk menangani peningkatan kompleksitas jaringan dan layanan.

Penggunaan data base terpusat memungkinkan AT&T meluncurkan layanan 800 dan *calling card* pada tahun 1981. Segera para pesaing AT&T, terutama MCI, mulai memperkenalkan penawaran yang serupa. Demikian juga di Eropa, baik Perancis dan Jerman memperkenalkan layanan freephone pada tahun 1983. Inggris mengikuti pada tahun 1985 dengan menggunakan IN produk AT&T.

Pada tahun 1984 Ameritech mulai menyusun suatu konsep pernisahan total feature layanan dari proses switching. Proyek ini yang memberikan landasan bagi layanan-layanan IN, mempunyai tiga tujuan utama, yaitu :

- menyediakan suatu *vendor independence* bagi operator jaringan
- menciptakan kesempatan bagi operator untuk menawarkan layanan-layanan baru secara cepat dan ekonomis
- menciptakan kesempatan bagi pihak ketiga untuk menawarkan layanan-layanan baru dalam upaya meningkatkan penggunaan jaringan

Seiring dengan makin majunya kehidupan masyarakat, permintaan layanan-layanan telekomunikasi maju pun semakin bertambah. Untuk memenuhi permintaan ini, layanan-layanan yang lebih maju seperti, *freephone*, *premium rule*, dan *credit card calling* telah tersedia. Jasa-jasa seperti ini sudah dapat direalisasikan oleh operator jaringan dengan menggunakan arsitektur dan spesifikasi yang digunakannya sendiri (*switch based*). Akan tetapi dengan diversifikasi jasa yang semakin kompleks, pendekatan ini tidak efisien lagi, baik dalam biaya maupun waktu.

Intelligent Network (IN) telah dipelajari untuk memecahkan masalah di atas. Dengan pengeluaran

IN diharapkan dapat diperoleh percepatan realisasi dan penyediaan bermacam-macam layanan baru. Istilah IN pertama kali dimunculkan oleh Bellcore (Bell Communication Research) pada tahun 1986, meskipun layanan--layanan yang berasosiasi dengan konsep ini telah diperkenalkan sejak tahun 1981. Konsep IN pertama kali ditujukan untuk menambah *centralized intelligence* (pemusatan kecerdasan) pada jaringan telepon publik. Konsep IN bukan merupakan suatu jaringan fisik yang baru, namun lebih tepat bila disebut sebagai sebuah arsitektur dan teknologi yang memungkinkan pengenalan, kontrol dan manajemen layanan secara lebih efektif, ekonomis, dan lebih cepat dibandingkan arsitektur jaringan yang sudah ada.

8.2 Konsep dan Definisi IN

IN dapat didefinisikan sebagai salah satu arsitektur jaringan yang mampu mendukung bermacam-macam layanan telekomunikasi bernilai tambah (*added value*) dan memungkinkan pengontrolan manajemennya.

Tujuan konsep IN adalah untuk mengurangi waktu yang dibutuhkan dalam mengimplementasikan berbagai macam layanan dari dua sampai tiga tahun (dengan teknologi konvensional) menjadi kurang dari enam bulan (dengan menggunakan teknologi IN). Ini dimungkinkan dengan digunakannya suatu pendekatan baru dalam pengimplementasian layanan, yaitu konsep *Platform*. Keuntungan dari metode di atas yaitu : bahwa semua perangkat lunak yang biasanya digunakan untuk semua layanan telah dimasukkan kedalam suatu platform yang jarang berubah. Sebagai akibatnya, saat suatu layanan baru didesain dan diprogram, maka hanya bagian-bagian yang unik saja yang harus dikembangkan dan diletakkan pada platform. Bagian-bagian layanan yang unik tersebut dikembangkan dengan menggunakan *service independent building block (SIB)*. Lebih jauh penggunaan kembali set-set layanan tersebut, feature-feature layanan yang terpisah dapat digabungkan dengan beberapa cara untuk menyediakan layanan-layanan yang baru.

Dengan demikian IN memungkinkan :

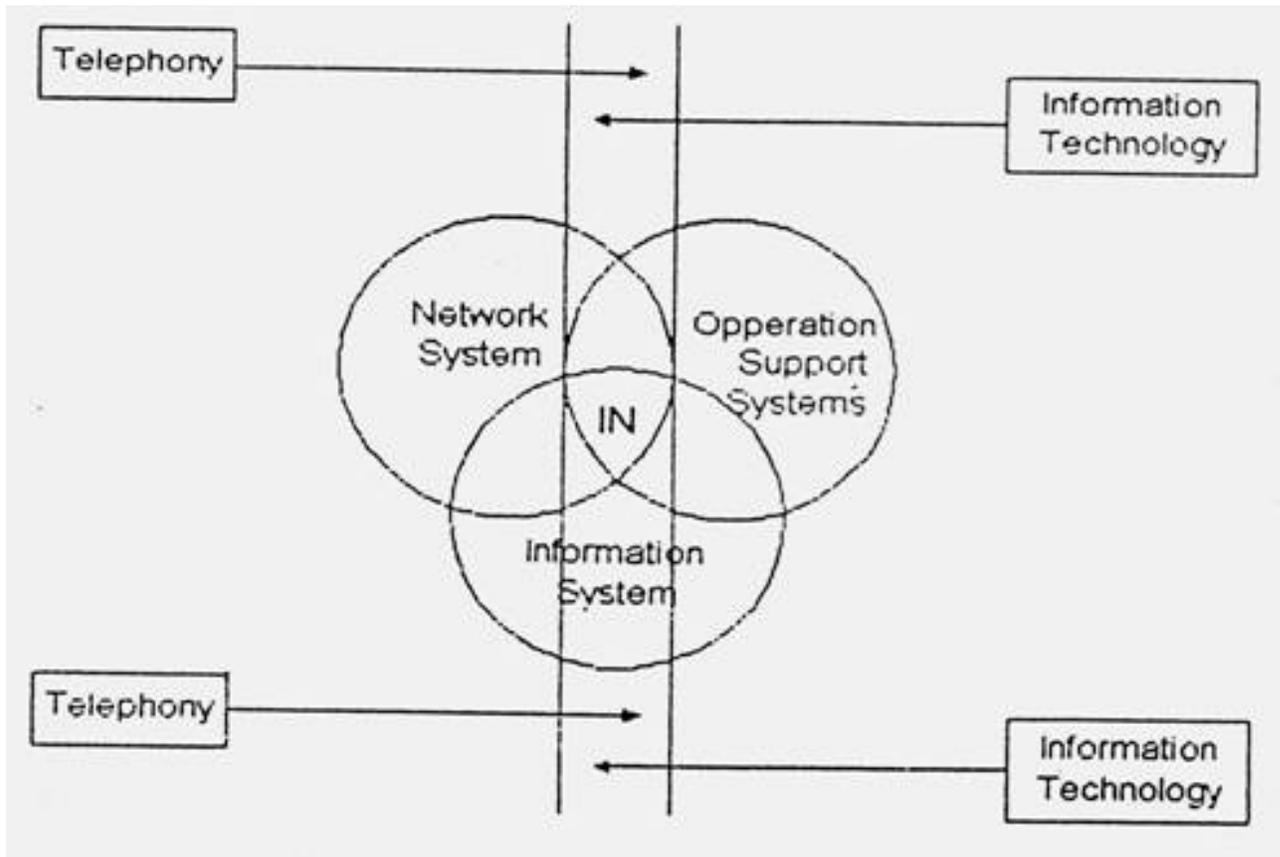
- Percepatan kreasi layanan-layanan baru
- Percepatan penyebaran dan ketersediaan layanan-layanan baru
- Percepatan dan kemudahan penyediaan *customized service* (layanan pelanggan)
- Kemudahan pengenalan teknologi baru pada jaringan

Arsitektur IN dirancang agar tidak tergantung pada :

- Jenis jaringan yang digunakan
- Layanan yang ditawarkan

– Peralatan jaringan

Penggelaran IN dimungkinkan dengan meningkatnya konvergensi antara bidang telekomunikasi dan komputasi. Bagi beberapa pelaku pada bidang ini, tujuan jangka panjang yang ingin dicapai adalah integrasi antara kedua bidang tersebut, yaitu struktur tunggal untuk pergerakan dan manajemen informasi global. IN merupakan sarana untuk mencapai tujuan ini.



Gambar 8.1 Tujuan Jangka Panjang IN

Untuk mencapai tujuan ini, ada beberapa fase yang harus dilewati oleh IN, yaitu :

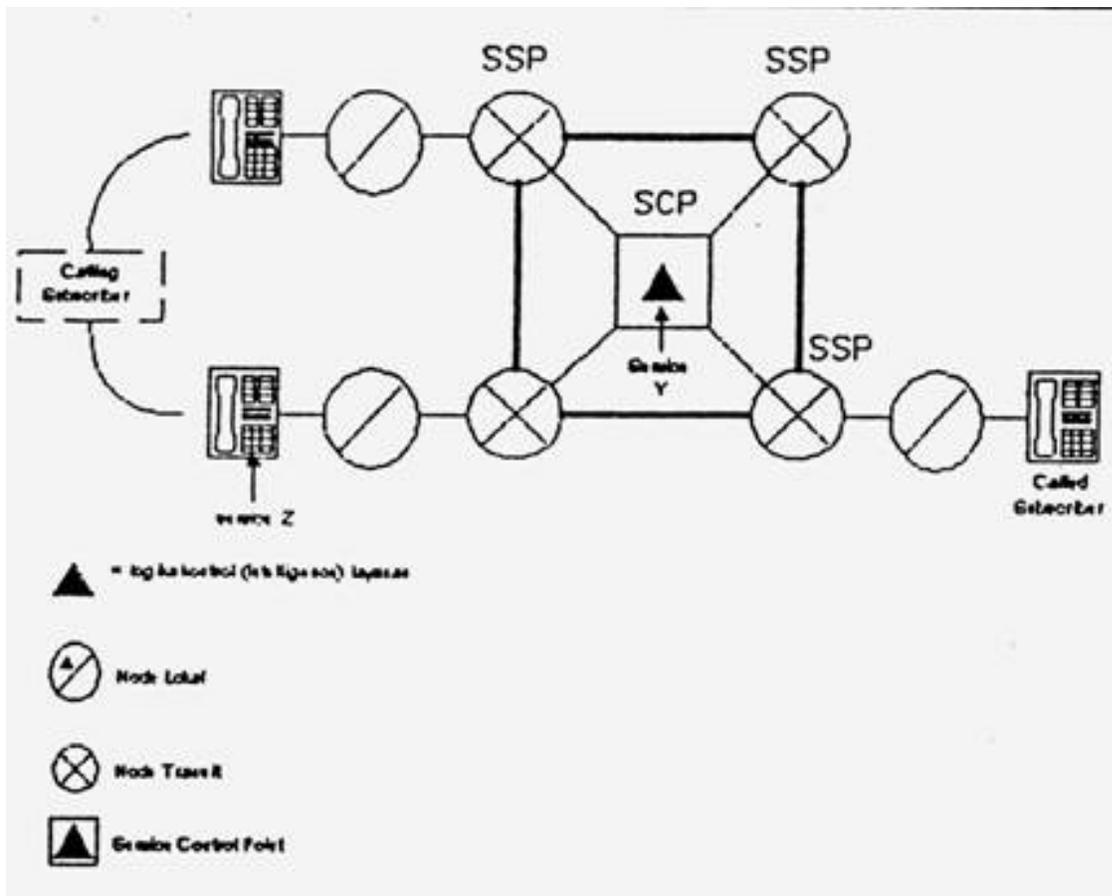
1. Fase pertama : Pemisahan *switching* dan *intelligence*

Pengenalan IN merupakan suatu revolusi, yaitu dengan dimulainya pemisahan antara kecerdasan "yaitu logika layanan untuk *men-set-up* (membangun) panggilan atau mengontrol layanan dalam jaringan " dengan *switching*. Informasi pengolahan panggilan tidak lagi berada dalam *switch* namun mungkin berada dalam komponen-komponen jaringan yang lain.

Fungsi-fungsi *intelligence* dan *switching* telah lama terintegrasi dalam sentral-sentral telepon tanpa ada kemungkinan untuk memisahkannya. *Set-up* panggilan berdasar pada prosedur langkah-demi-langkah (*step by step*) dimana tiap node menentukan node mana yang akan melanjutkan proses selanjutnya, sehingga sangat sulit untuk memperoleh gambaran *call set-up*

(pembangunan panggilan) dari suatu lokasi. Situasi yang sama terjadi dalam *set-up* suatu layanan seperti *freephone*, pada jaringan.

Jika kontrol suatu layanan dipindahkan dari node ke SCP (Service Control Point) maka kontrol dari semua layanan dipusatkan pada suatu jaringan. Titik ini (SCP) mempunyai gambaran total mengenai akses layanan, termasuk logika, data dan manajemen. Gambar 8.2 menunjukkan setup layanan pada evolusi IN fase pertama.



Gambar 8.2 Setup Layanan pada Evolusi IN Fase Pertama

Bersama dengan pemisahan ini juga akan memungkinkan penyimpanan kecerdasan pada berbagai tempat di jaringan. Penyebaran kecerdasan, yaitu fasilitas kontrol layanan dimanapun di jaringan, akan dimungkinkan apabila terdapat jaringan pensinyalan (signaling) yang baik dan aman.

2. Fase kedua : *Flexihel Intelligence Allocation* pada jaringan

Ada tiga kecenderungan (*trend*) utama dalam pengalokasian logika layanan, yaitu :

- Layanan-layanan yang logikanya dapat dipindahkan dari node layanan lokal ke terminal,

seperti

- pengulangan panggilan nomor terakhir (*repetition of last dialled number*)
- *abbreviated dialling*

b. Layanan-layanan yang logikanya dapat dipindahkan ke jaringan, seperti

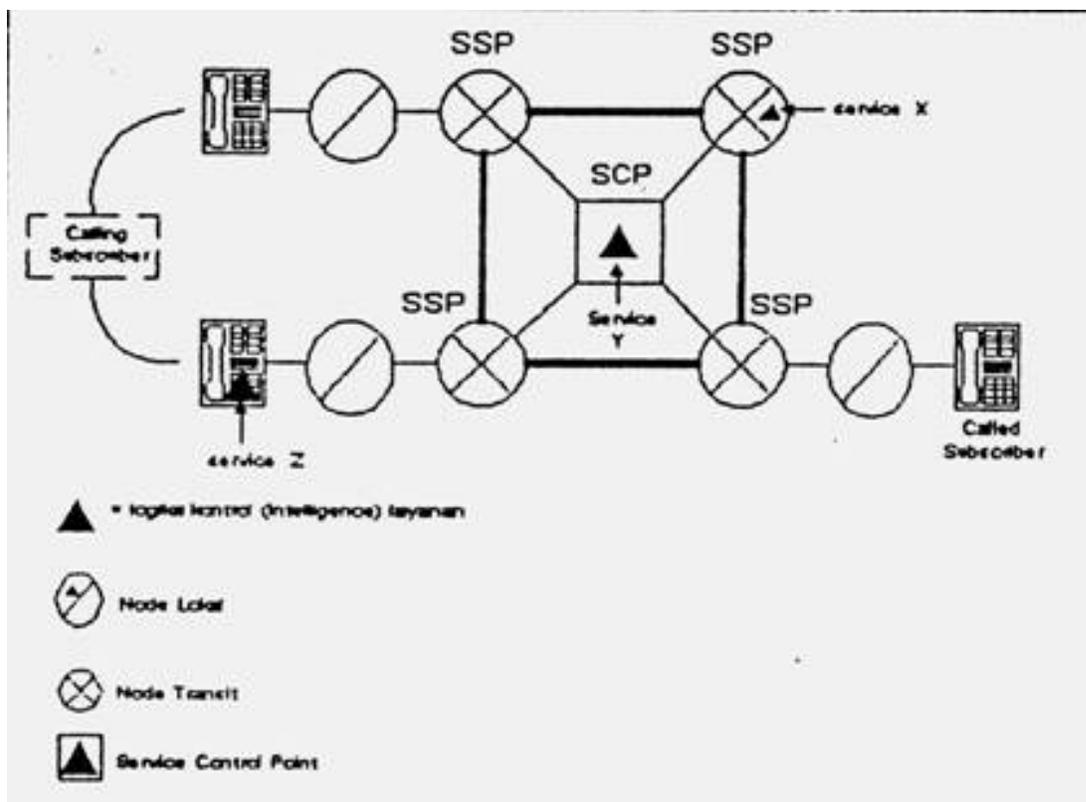
- layanan bebas pulsa (*freephone*)
- Jasa telepon dengan biaya tertentu (*premium rate*)
- Pengalihan panggilan pada kondisi tertentu (*call forwarding unconditional*)
- layanan pengalihan panggilan (*call transfer service*)

c. Layanan-layanan yang logikanya sangat sulit dipindahkan dari node, seperti

- pengacakan panggilan pada saat sibuk (*call completion on busy subscriber*)

- satu panggilan untuk beberapa unit tanpa ada pengulangan (*call completion no reply*).

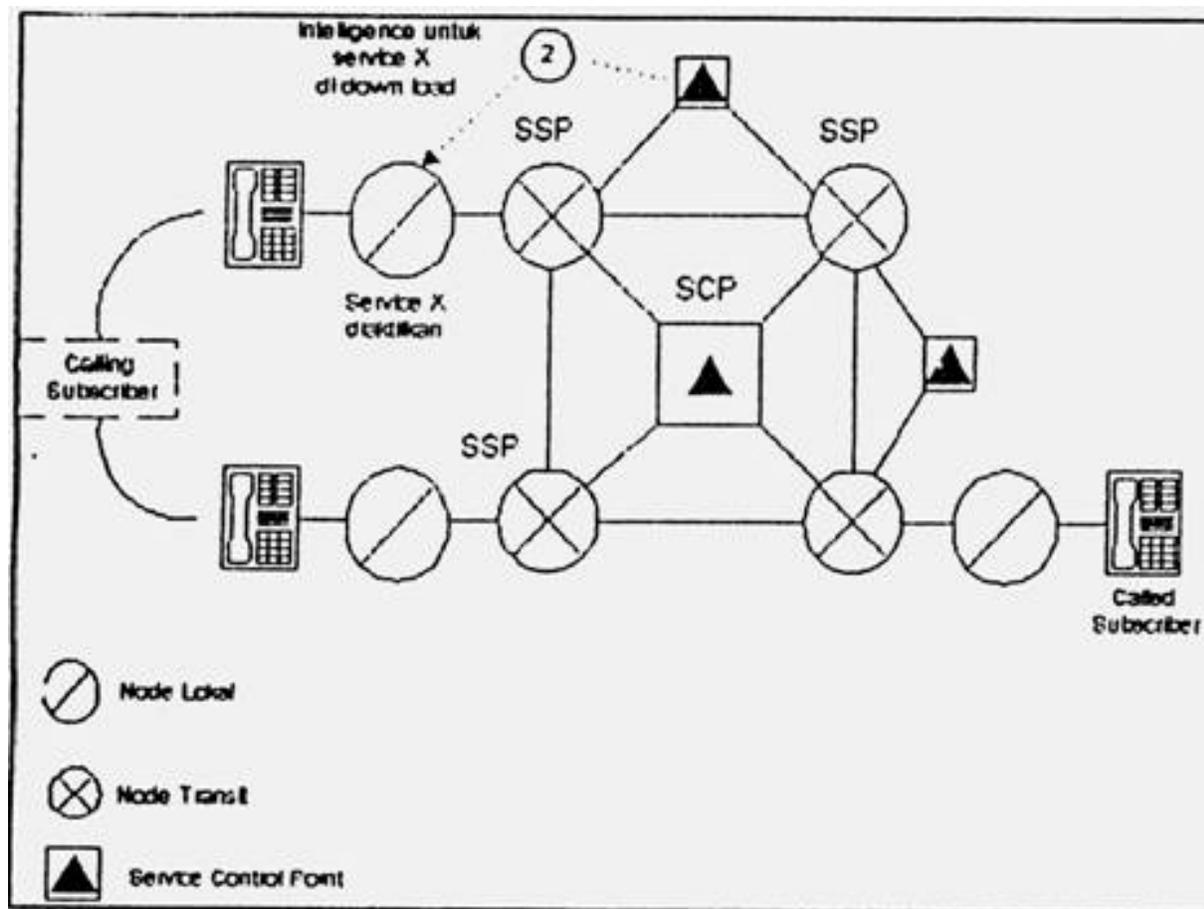
Gambar 8.3 menunjukkan evolusi IN pada fase kedua.



Gambar 8.3 Fase Kedua Evolusi IN ; Flexible Intelligence Allocation

3. Fase ketiga : *Intelligence on Demand*

Pengenalan IN merupakan langkah pertama menuju jaringan masa depan yaitu, suatu *global intelligence* yang terpisah sama sekali dari jaringan untuk mengendalikan *set-up* panggilan layanan. Kecerdasan dapat diperoleh dimanapun pengguna melakukannya. Semua aktivitas akan dioptomisasi karena semua jalur panggilan pada jaringan akan di bangun (*set-up*) pada biaya (*cost*) dan tundaan (*delay*) minimum. Gambar 8.4 menunjukkan fase ketiga evolusi IN.



Gambar 8.4 Fase Ketiga Evolusi IN: Intelligence On Demand

8.3. Arsitektur dan Standard IN

8.3.1 Arsitektur Fungsional IN

Arsitektur IN telah dikembangkan untuk memenuhi beberapa persyaratan fungsional. Berdasarkan pada persyaratan-persyaratan tersebut dapat diturunkan sejumlah Functional Entities (FE). Definisi dan hubungan antara FE merupakan arsitektur fungsional IN, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 8.5.

Arsitektur fungsional dapat mendukung berbagai macam konfigurasi jaringan. Adapun penyebaran

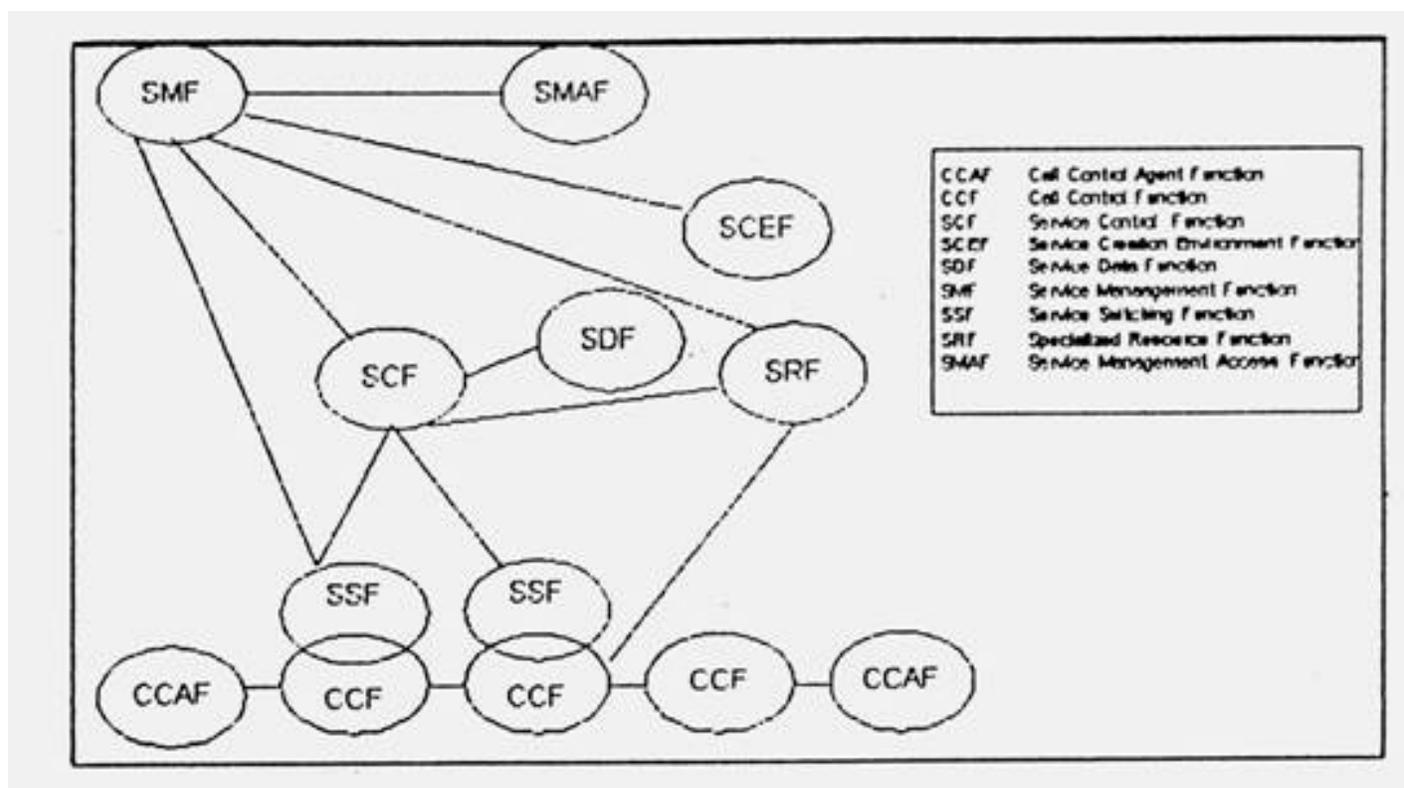
yang tepat, akan bergantung pada keputusan-keputusan komersial, karakteristik-karakteristik jaringan yang ada, teknologi dan produk yang tersedia.

Fungsi-fungsi IN dikendalikan oleh persyaratan-persyaratan jaringan untuk memenuhi kebutuhan pemakai dan kebutuhan operator. Kedua persyaratan ini akan menjadi kabur begitu penyediaan dan pengiriman layanan harus didukung oleh kemampuan yang tepat.

Persyaratan-persyaratan fungsional IN dapat digolongkan kedalam lima bagian yaitu :

- Kreasi layanan (*Service creation*)
- Manajemen layanan (*Service management*)
- Pengolahan layanan (*Service processing*)
- Manajemen jaringan (*Network management*)
- Kerja sama antar jaring;an (*Service/Network interworking*)

Gambar 8.5 menunjukkan arsitektur fungsional IN.



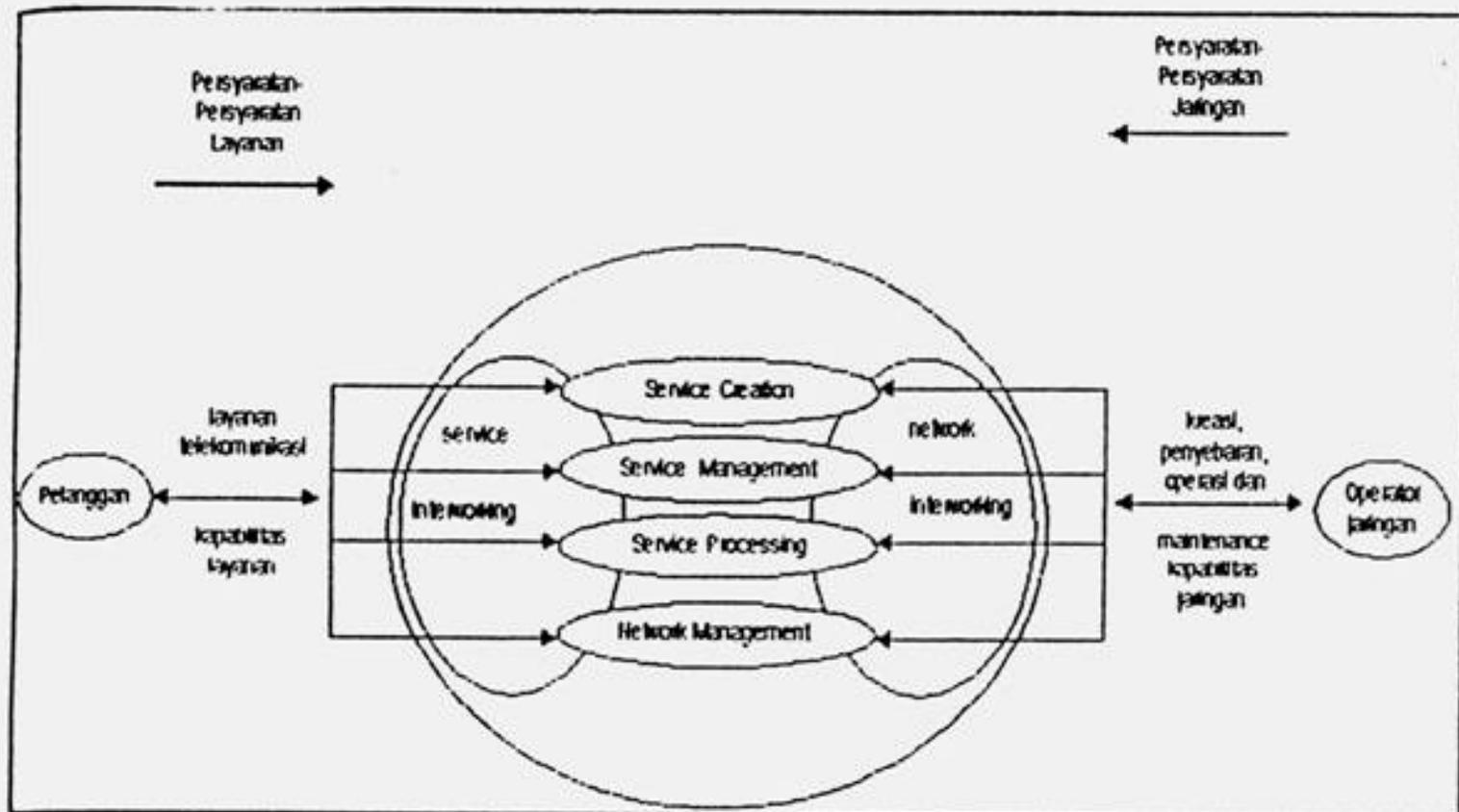
Gambar 8.5 Arsitektur fungsional IN CS

Dalam *Capability Set (CS)*, persyaratan-persyaratan fungsional tersebut dinyatakan dalam entitas-entitas fungsional. ITU-T telah mendefinisikan entitas-entitas fungsional berikut :

- *Call Control Function (CCF)* : fungsi ini menangani semua panggilan normal dan

switching panggilan-panggilan dan layanan, baik untuk berbasis *IN* (*IN hn.ccc*) maupun bukan berbasis *IN* (*non IN hase(l)*).

- *Call Control Agent Function* (CCAF) menyediakan akses-akses layanan kepada pengguna dan mewakili pengguna pada pengolahan panggilan.
- *Service Control Function* (SCF) merupakan inti dari *IN*, berisi logika layanan *IN* menyediakan *logical control* pada suatu panggilan permintaan layanan *IN*, dan menangani aktivitas-aktivitas pengolahan layanan, seperti *analisis*, *translasi*, *screening* dan *ruling* dengan memberi instruksi pada SCF/CCF, SDF dan SRF.
- *Service Switching Function* (SSF) menangani komunikasi antara CCF dan SCF. SCF juga berfungsi untuk *switching* panggilan atau layanan pada lokasi (nomor) tertentu berdasarkan perintah SCF.



Gambar 8.6 Persyaratan - persyaratan Fungsional *IN*

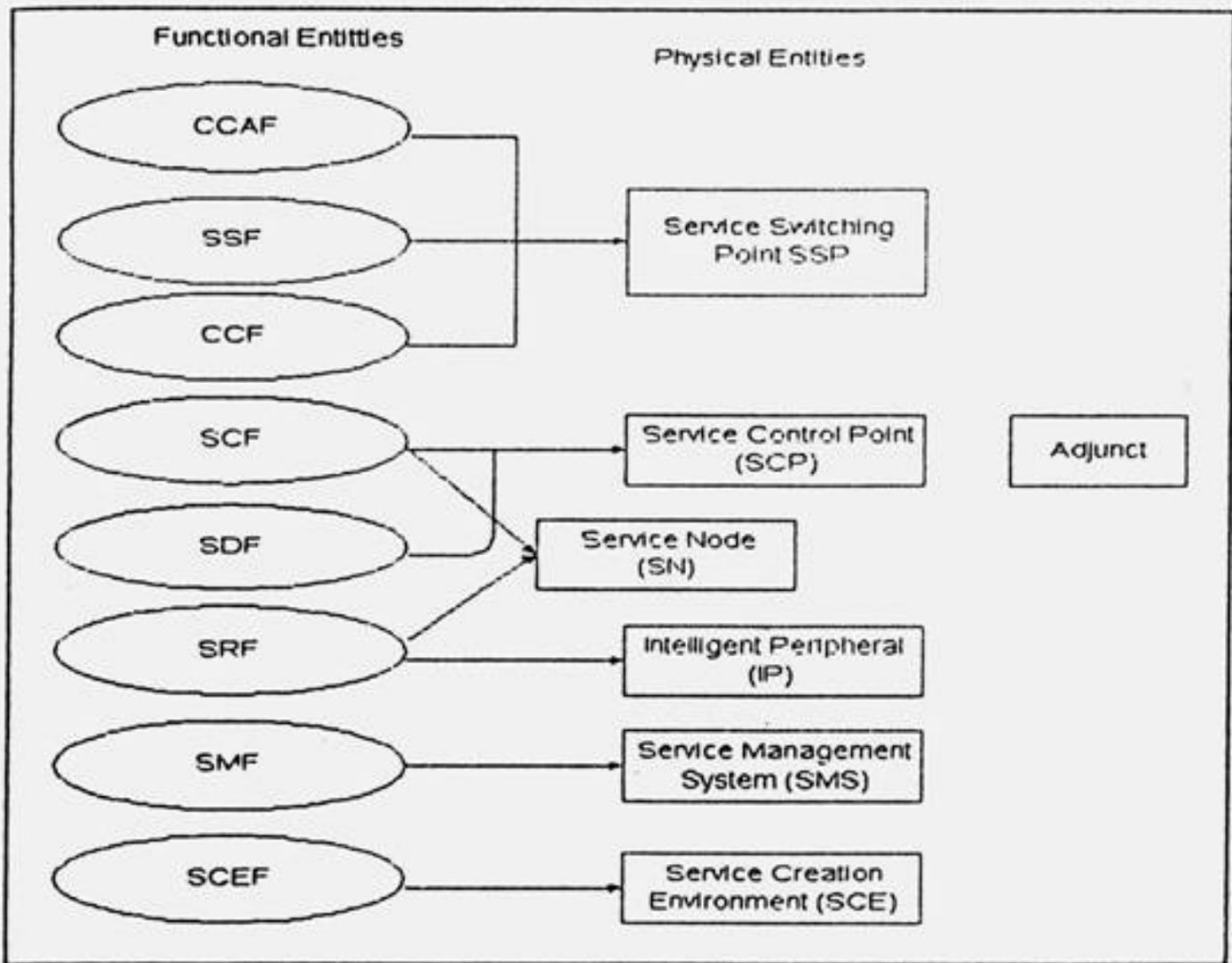
- *Specialized Resource Function* (SRF) digunakan untuk memberi dan menerima data ke dan dari pengguna. SRF menyediakan semua interaksi pemakai/pengguna terakhir (*end user*) dengan jaringan *IN* dengan mengontrol sumber-sumber (*resources*) seperti *DTMF receiver*, kemampuan pengenalan suara (*voice recognition*), konversi protokol, *announcements* (pemberitahuan) dan

speech processing (pengolahan bicara).

- *Service Data Function* (SDF) membantu SCF menyediakan data mengenai pelanggan jaringan.
- *Service Management Function* (SMF) mengatur distribusi, control dan *maintenance* (pemeliharaan) layanan-layanan berbasis IN.
- *Service Creation In'virvntmentl Function* (SCEF) menyediakan kemampuan untuk kreasi, verifikasi (pembuktian) dan test layanan-layanan IN baru.
- *Service Management Access Function* (SMAF) menangani interface manusia dengan SMF.

8.3.2 Arsitektur Fisik IN

Arsitektur fisik IN terdiri dari node-node dan interface-interface. Dalam struktur modularnya, arsitektur fungsional IN, secara prinsip dapat mendukung berbagai macam arsitektur fisik IN. Dengan kata lain, tidak ada pemetaan yang pasti antara entitas-entitas fungsional dengan entitas-entitas fisik seperti yang diperlihatkan pada Gambar 8.6.



Gambar 8.6 Pemetaan antara Entitas Fungsional dan Fisik IN

Namun secara praktis, sekarang ada pemetaan yang diterima antara dua jenis entitas tersebut, sebagai contoh fungsi SCF dan SDP diintegrasikan ke dalam SCP. Komponen-komponen fisik IN antara lain :

1. Service Switching Point (SSP)

SSP merupakan suatu switch jaringan yang telah dimodifikasikan untuk mengenal dan bertindak jika panggilan berupa layanan IN. Untuk melakukan hal ini maka bagian ini memerlukan beberapa fitur, tambahan, seperti

- Titik picu (trigger points) yang didefinisikan selama proses panggilan normal
- Perangkat lunak yang memungkinkan SSP untuk memutuskan ke SCP mana SSP harus merutekan permintaan (*query*), membangun *query* dan mengirimkannya melalui jaringan pensinyalan.
- Perangkat lunak yang memungkinkan SSP menginisiasi panggilan-panggilan

manajemen layanan pada SCP

2. Service Control Points (SCP)

SCP bertanggung jawab dalam logika control layanan. SCP berisi suatu modul yaitu, logika layanan, *Service Logic Program (SLP)*, dan data pengguna untuk masing-masing layanan yang didukungnya. SLP dan data pengguna secara kolektif dikenal sebagai naskah layanan (*service script*). SCP mendukung sejumlah fungsi yang menentukan kapabilitas jaringan untuk digunakan dalam penyediaan layanan-layanan TN.

Tugas utama SCP adalah menyediakan akses dan pengolahan *data base* dengan tingkat keandalan (*reliability*) yang tinggi, SCP harus mengalokasikan sumber-sumbernya untuk menampilkan fungsi-fungsi *message processing* dan OAM node, diperlukan untuk mengoperasikan dan mengontrol SCR

3. Adjunct

Adjunct secara fungsional ekuivalen dengan SCP, tetapi adjunct mempunyai link komunikasi langsung dengan SSP. Interface berkecepatan tinggi (*high speed*) membuat adjunct cocok untuk mendukung layanan-layanan yang memerlukan respon yang sangat cepat.

4. Intelligence Peripheral (IP)

IP merupakan bagian yang mengontrol dan mengatur sumber-sumber seperti *voice synthesis*, *announcement speech recognition*, dan *digit collection*. IP terhubung langsung pada SSP, SSP berfungsi untuk merutekan suatu panggilan ke IP jika diperlukan untuk memenuhi permintaan sumber tersebut oleh logika layanan. Dalam membangun hubungan ke suatu IP, SSP juga mengirimkan parameter-parameter pesan yang memerintahkan IP untuk melakukan fungsi-fungsi *user interaction* tertentu. Saat IP mengakhiri fungsi-fungsi tersebut, IP mengembalikan semua informasi yang dikumpulkan dari pengguna ke logika layanan melalui SSP. Interface antara IP dan SSP meliputi pensinyalan dan transport.

5. Service Node (SN)

SN adalah sebuah sistem yang menangani identifikasi perlunya sumber-sumber interaksi dan tindakan yang diperlukan untuk menyediakan interaksi user.

6. Service Management System (SMS)

SMS didesain untuk menangani manajemen layanan IN, baik secara komersil maupun teknis. Feature-feature manajemen teknis, seperti operasi dan *maintenance* SCP jarak jauh, hanya dapat diakses oleh operator jaringan. Namun, operator jaringan, *service provider* dan *service subscriber* dapat mengakses SMS untuk mendapatkan laporan layanan atau memperbaharui data komersil.

7. Service Creation Environment (SCE)

SCE mengizinkan penyedia layanan (*service provider*) untuk menghasilkan SLP tanpa mengetahui mekanisme apa yang digunakan dalam layanan tersebut.

8.3.3 Standar-Standard IN

Berkembangnya pasar IN, menimbulkan suatu pemikiran bahwa keuntungan--keuntungan yang akan diperoleh suatu standar yang bersifat jangka panjang akan lebih besar dibandingkan dengan solusi-solusi pasar yang bersifat jangka pendek. Untuk itu, sejak tahun 1990 telah ada usaha-usaha untuk mengembangkan standard IN. Kegiatan-kegiatan standarisasi IN ini, sampai sekarang sebagian besar rnasih dikendalikan oleh perusahaan-perusahaan telekomunikasi yang rnemang mendominasi badan-badan yang terlibat dalam kegiatan ini.

Sebagai *service provider*, perusahaan-perusahaan telekomunikasi merupakan kunci utama dalam pengimplementasikan standard-standard IN. Namun demikian, persyaratan-persyaratan untuk suatu •standar tetap melibatkan beberapa kelompok pelaku IN, seperti : perusahaan telekomunikasi, pengadaan (*supplier*), dan juga user, walaupun motivasi yang mendorong mereka dalam proses standarisasi berbeda-beda.

Untuk perusahaan telekomunikasi, standard IN merupakan hal yang menarik karena akan mengurangi ketergantungan mereka pada suatu *supplier* dan *vendor* peralatan *switching* tertentu, dan juga akan memungkinkan interkoneksi jaringan. Untuk *supplier*, tersedianya standard secara drastis akan mengurangi biaya litbang (*R&D*) yang sedang mereka lakukan. Untuk user, kebutuhan akan standar IN akan meningkat sesuai dengan membaiknya kemampuan mereka dalam menggunakan teknologi dan juga kesempatan untuk bisnis-bisnis baru.

8.4 Layanan-layanan IN

8.4.1 Basis Layanan

Pada IN, layanan-layanan dibagi kedalam unit-unit secara individu (*individual*) yang dieksekusi secara sekuensial. Unit-unit dapat digunakan kembali (re-used) dalam berbagai layanan. Pada rekomendasi ITU-T mengenai CS, unit-unit layanan ini dikenal dengan SIB, yang mempunyai karakteristik-karakteristik utama sebagai berikut :

- service independent
- network impelentation independent
- interface yang stabil dan menyatu

- menyediakan modul-modul *re-usable*

Di dalam proses kreasi suatu layanan, umumnya terdapat kombinasi-kombinasi SIB tertentu yang lebih sering muncul dibandingkan dengan yang lain. Oleh karena itu, dibentuk level menengah antara layanan dan SIB, yaitu level feature. Kreasi layanan dalam IN meliputi tiga komponen dasar yaitu : SIB, feature layanan dan layanan.

8.4.2 Kreasi Layanan

Prosedur dalam kreasi suatu layanan baru dapat dibagi ke dalam tiga langkah utama :

Langkah 1

Kreasi deskripsi layanan berdasarkan persepsi pengguna, fungsi-fungsi apa yang harus dimiliki oleh layanan tersebut.

Langkah 2

Kreasi deskripsi dari aspek-aspek teknis layanan, meliputi semua situasi error dan bagaimana cara menanganinya.

Langkah 3

Langkah implementasi, yang memerlukan pemuatan logika layanan pada SCP dan memperbaharui informasi ruting pada SSP dan node-node lokal.

Pada saat layanan dibangun pada platform IN dari kombinasi SIB yang tepat, maka telah terbentuk suatu layanan dasar. Namun adakalanya pelanggan yang satu dengan pelanggan yang lain mempunyai persyaratan yang berbeda. Oleh karena itu, harus dilakukan pengadaptasian layanan agar tepat sesuai dengan kebutuhan para pelanggan. Proses adaptasi ini disebut *proses service provisioning* dan *service customization*.

Hasil dari *service provisioning* adalah sejumlah feature yang dapat digunakan pelanggan sedangkan pada proses *service customization* melibatkan pengaturan oleh pelanggan untuk menyesuaikan layanan agar sesuai dengan kebutuhannya.

8.4.3 Layanan- layanan IN Komersil

Layanan-layanan IN dapat dikategorikan ke dalam tiga golongan :

1. *Big banner service*

Layanan-layanan yang mempunyai sejumlah feature layanan baku dan ditawarkan dengan basis yang uniform, dalam arti tidak ada perbedaan dalam penyediaan dari satu pelanggan dengan pelanggan yang lain.

Contoh : *freephone, premium rate* dan layanan-layanan komunikasi mobile.

2. *Profiled service*

Layanan-layanan yang didasarkan pada *big banner service*, namun pada *profiled service* data pelanggan dimodifikasi secara cepat, termasuk modifikasi layanan oleh pelanggan atau user dalam waktu secara realtime.

3. *Cuslom service*

Layanan-layanan yang secara khusus diciptakan untuk masing-masing pelanggan.

BAB 9

Jaringan Telekomunikasi Masa Depan (next generation network-NGN)

9.1 Jaringan Telekomunikasi Masa Depan (NGN)

Sudut pandang utama konsep NGN adalah layanan, yang meliputi voice, data, multimedia dan Internet. Fenomena layanan menunjukkan bahwa walaupun volume trafik data telah melebihi trafik voice, akan tetapi layanan voice masih merupakan penyumbang pendapatan terbesar dalam bisnis telekomunikasi. Dua hal yang penting adalah semakin berkembangnya jaringan data dan tetap pentingnya layanan voice. Oleh karena itu pengembangan layanan voice pada jaringan data juga menjadi hal yang penting juga. Pengembangan VoIP merupakan langkah penting dalam mewujudkan layanan voice pada jaringan data tersebut.

Akan tetapi perlu diingat bahwa layanan ke depan tidak hanya voice, sehingga solusi VoIP masih merupakan solusi parsial. Diperlukan suatu sistem komunikasi yang dapat mewadahi seluruh layanan sehingga pemanfaatan jaringan, organisasi, dan pengoperasiannya menjadi lebih efisien. Softswitch merupakan konsep komunikasi masa depan yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Disamping mampu memberikan layanan VoIP, data, dan multimedia, softswitch juga diharapkan mampu memenuhi kebutuhan migrasi bagi PSTN menuju jaringan data. Sebagai konsep yang baru, softswitch juga diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih baik bagi berbagai permasalahan yang timbul pada PSTN, baik secara teknis maupun non teknis. Beberapa hal yang harus dipenuhi oleh softswitch sebagai salah satu komponen NGN adalah:

- Mengakomodasi layanan PSTN.
- Fleksibel terhadap pengembangan layanan masa depan.
- Mengakomodasi integrasi layanan yang memungkinkan pemanfaatan jaringan secara lebih efisien.
- Memberikan solusi terhadap berbagai permasalahan teknis dan non teknis yang terjadi pada jaringan pendahulunya, terutama PSTN.

9.2 Apakah Softswitch itu?

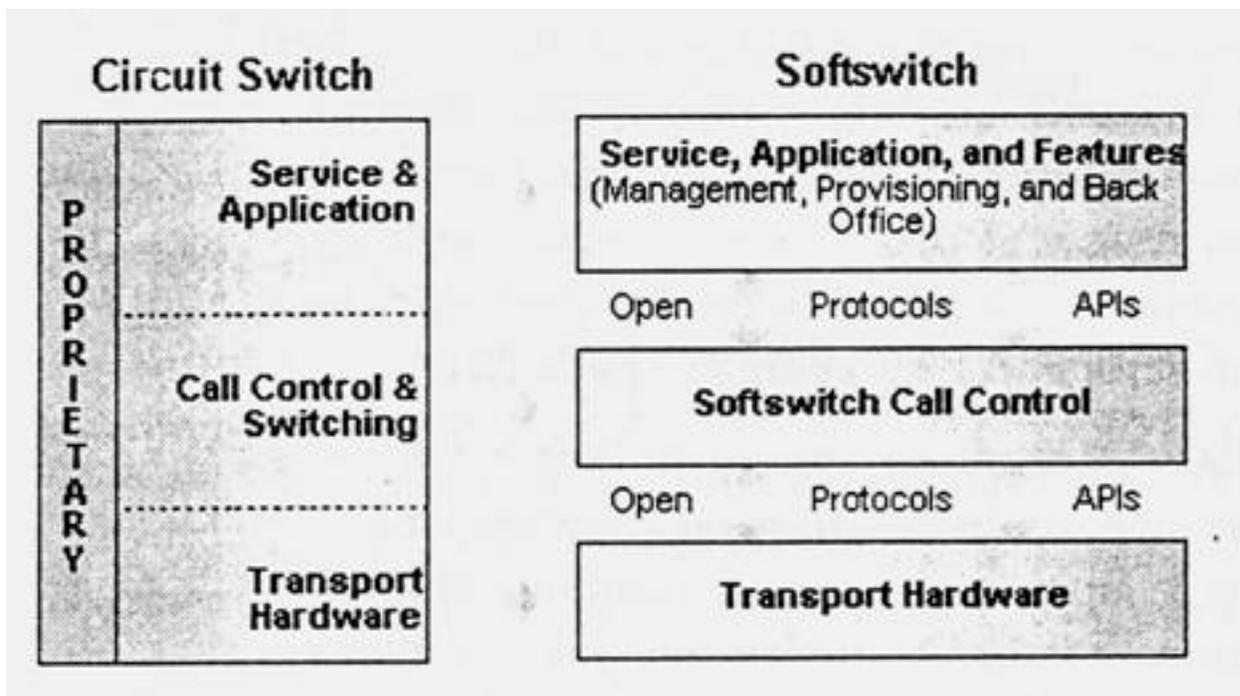
Secara harfiah, softswitch adalah switching berbasis software. Secara umum sistem softswitch merupakan suatu sistem komunikasi yang menggunakan elemen jaringan berupa software sebagai

pusat mengendalikan panggilannya. Elemen jaringan ini disebut Softswitch, atau sering disamakan dengan Call Agent, Call Server, atau Media Gateway Controller.

Softswitch merupakan konsep komunikasi masa depan yang dikembangkan dari pendekatan PSTN, VoIP dan jaringan data. Sistem komunikasi ini dirancang untuk dapat memberikan layanan VoIP, data dan multimedia, disamping dirancang juga untuk melakukan penetrasi terhadap PSTN dalam bermigrasi ke jaringan data.

Softswitch dikembangkan oleh International Softswitch Consortium (ISC) yang berdiri pada bulan Mei 1999 dan berpusat San Ramon, California USA. ISC mempromosikan Softswitch sebagai arsitektur terbuka dan terdistribusi yang memungkinkan jaringan mendukung layanan voice, data dan multimedia dari perangkat pelanggan ke jaringan core, dan mendukung interworking jaringan dengan aplikasi yang dapat menyediakan kombinasi layanan voice, data dan multimedia tersebut. Anggotanya berasal dari berbagai kalangan penyedia layanan komunikasi, vendor perangkat jaringan, pengembang software terkemuka, dan kalangan lain yang terkait. ISC menjelaskan softswitch sebagai suatu sistem yang mencakup semua hal yang berkaitan dengan sistem komunikasi NGN yang menggunakan standar terbuka untuk membuat jaringan terintegrasi dengan memadukan kemampuan layanan yang *intelligence* dalam menangani trafik voice, data dan multimedia secara lebih efisien dan dengan potensi nilai tambah layanan yang jauh lebih besar dari pada PSTN. Migrasi dari switching sirkit ke jaringan berbasis data (paket/frame/sel) yang dikontrol oleh softswitch akan mengalihkan industri telekomunikasi dari lingkungan yang tertutup ke lingkungan yang terbuka.

Dari sudut pandang PSTN, sistem softswitch adalah perwujudan sistem switching dalam lingkungan jaringan paket. Fungsi-fungsi switch sirkit diwujudkan menjadi elemen-elemen jaringan tersendiri yang secara independen membentuk jaringan softswitch. Masing-masing elemen jaringan tersebut dihubungkan dengan menggunakan protokol yang terbuka. Softswitch dengan jajaran protokol yang dimilikinya dapat memberikan seluruh fungsi layanan PSTN, baik sebagai trunk maupun lokal, disamping fungsi layanan lain seperti disebutkan di atas. Perbandingan sistem switch sirkit dan softswitch ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Perbandingan Switch Sirkuit dan Softswitch

Beberapa keuntungan yang diperoleh dari softswitch adalah:

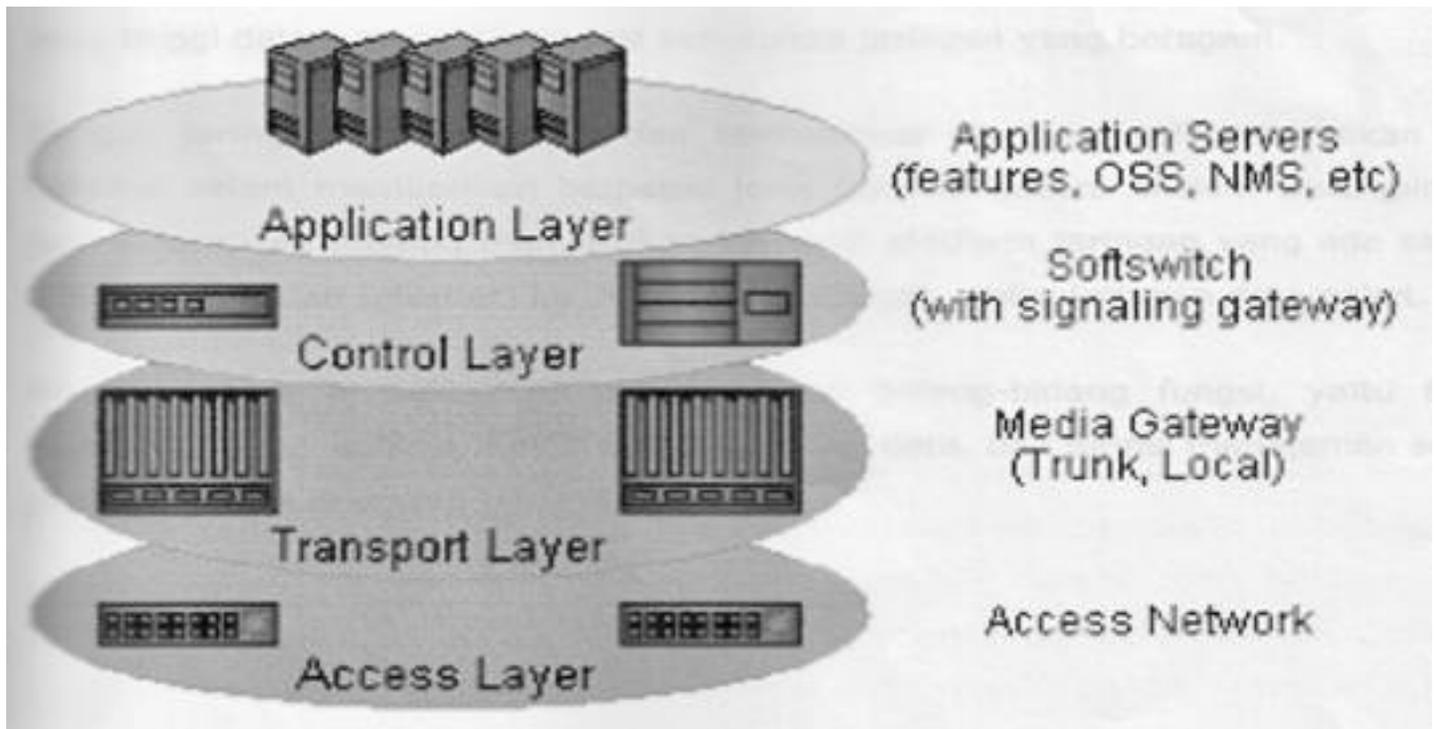
- Dengan lingkungan kerjanya pada jaringan data paket, softswitch sangat mendukung pengembangan layanan masa depan berbasis paket secara efisien.
- Mendukung konvergensi voice dan data dalam satu platform jaringan data.
- Mendukung proses migrasi dari PSTN ke jaringan data secara mulus, sehingga mengurangi rugi-rugi yang dapat ditimbulkan akibat proses migrasi tersebut
 - Dengan jaringan yang terbuka dan terdistribusi, diharapkan dapat mengurangi dominasi ketergantungan pada pihak-pihak tertentu, baik dalam hal pengembangan maupun operasinya.

Dalam pengembangannya softswitch mendukung berbagai standar internasional seperti ITU, IETF, FRF, ATM Forum, dan IEEE dengan mengadopsi berbagai protokol standar terbuka yang ada di dalamnya seperti MGCP, MEGACO, SIP, SS7, CPL, H.323, Q.931/Q.2931, DiffServ, RSVP, RTP, RCP, MPLS, 802.ip, dan lain-lain. Pembahasan mengenai protokol ini sebenarnya sangat penting untuk mengetahui bagaimana komponen-komponen softswitch saling berkomunikasi dalam memberikan layanan, akan tetapi pembahasan tersebut masih belum dapat disampaikan karena tulisan ini yang masih berfokus pada materi pengenalan.

9.3 Arsitektur Layer Softswitch

Jaringan softswitch adalah jaringan yang dikembangkan pada lingkungan jaringan data paket IP. Arsitekturnya mengacu pada arsitektur NGN yang membagi jaringan sesuai dengan layer fungsi

masing-masing, yaitu sebagai layer akses, transport, kontrol, dan layer aplikasi. Arsitektur softswitch ditunjukkan pada Gambar 2 berikut. Arsitektur tersebut diwujudkan dalam konfigurasi seperti Gambar 2.

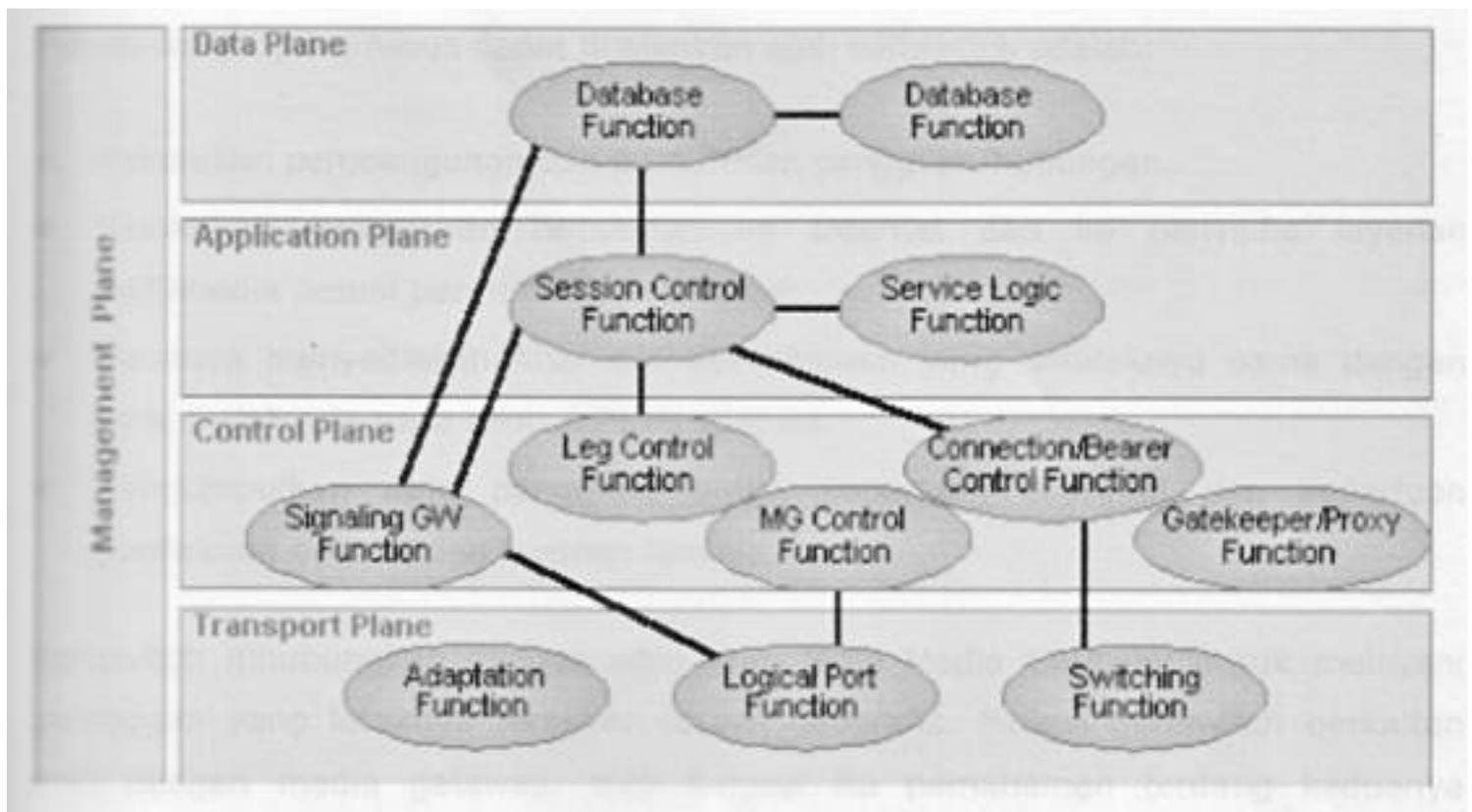


Gambar 2. Arsitektur Layer Softswitch

Dua kata kunci pentingnya adalah 'terbuka' dan 'terdistribusi', yaitu bahwa sistem softswitch menggunakan protokol standar terbuka untuk menghubungkan masing-masing elemen jaringan. Dengan protokol terbuka ini memungkinkan fungsi-fungsi elemen yang terpusat seperti pada sirkuit switch dapat dipecah menjadi beberapa elemen sesuai fungsi, sehingga jaringan mempunyai skalabilitas dan fleksibilitas yang tinggi dalam mengakomodasi kebutuhan jaringan yang beragam.

Dengan jaringan yang terbuka dan terdistribusi itu pula, softswitch akan lebih fleksibel dalam memberikan berbagai jenis layanan secara efisien. Disamping itu juga diharapkan mampu menyatukan berbagai platform jaringan yang ada saat ini (PSTN, PLMN, dan Internet) ke dalam satu jaringan, yaitu jaringan data paket.

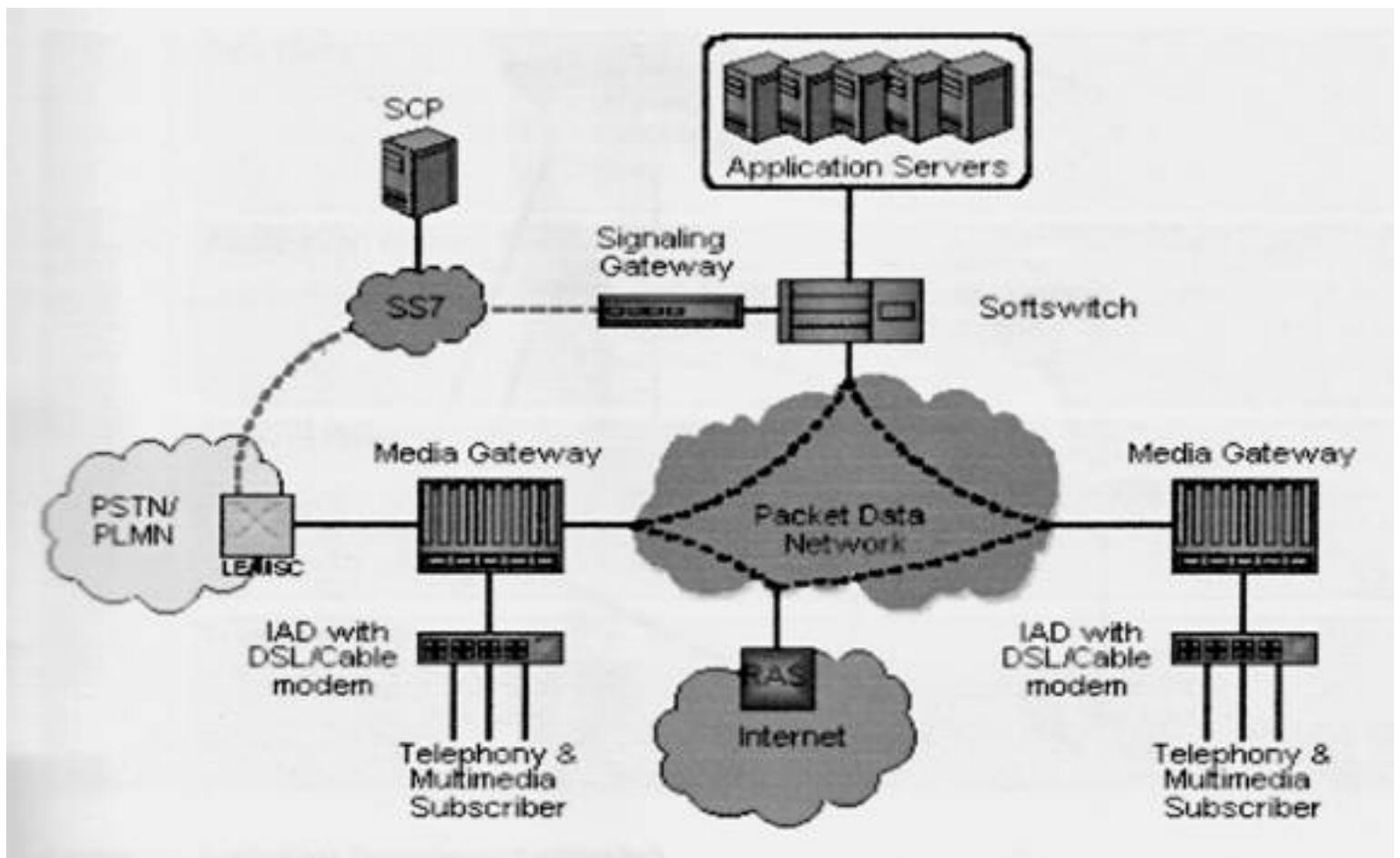
Working group arsitektur di ISC membagi bidang-bidang fungsi, yaitu fungsi transport, fungsi kontrol, fungsi aplikasi, fungsi data, dan fungsi manajemen seperti pada Gambar di bawah ini.



Gambar 3. Arsitektur Fungsional Softswitch

Elemen Jaringan Softswitch

Elemen utama jaringan softswitch adalah Softswitch, Media Gateway, Server Aplikasi dan Signaling Gateway.



Gambar 4. Arsitektur Jaringan Softswitch

9.4 Fungsi Softswitch

Softswitch adalah implementasi dari fungsi konektivitas (atau 'switch virtual') pada sentral generasi masa depan yang terdistribusi. Fungsi utamanya adalah sebagai switching dan kontrol panggilan, sebagaimana fungsi utama sentral sirkit, dengan kemampuan melayani pelanggan telepon, Internet, dan pelanggan multimedia. Softswitch mengontrol pembentukan dan pemutusan panggilan dari dan ke pelanggan yang dilayani dan sekaligus mengatur hubungan pelanggan tersebut dengan Internet secara simultan.

Softswitch diimplementasikan dalam bentuk software yang dijalankan pada komputer yang tidak memerlukan spesifikasi hardware tertentu untuk aplikasi telekomunikasi. Besar kecilnya komputer akan tergantung pada besar kecilnya jumlah pelanggan yang harus ditangani. Untuk menjaga keandalannya, komputer harus mempunyai kemampuan fault-tolerant dan memiliki sistem redundansi penuh yang dapat diwujudkan dengan konfigurasi multi-prosesor atau bahkan multi-komputer untuk mencapai kemampuan pemrosesan yang tinggi.

Fungsi-fungsi yang harus dapat dijalankan oleh softswitch adalah:

- Melakukan pembangunan dan pemutusan panggilan/hubungan.
- Melakukan pengaturan hubungan ke Internet dan ke penyedia layanan multimedia sesuai permintaan pelanggan.
- Biasanya menyediakan fitur dan kemampuan yang setidaknya sama dengan yang sudah ada pada sentral PSTN saat ini.
- Mengumpulkan data panggilan untuk keperluan charging dan keperluan pendukung operasi dan layanan lainnya.

Softswitch dihubungkan dengan satu atau lebih Media Gateway untuk melayani pelanggan yang letaknya tersebar secara geografis. Fungsi Softswitch berkaitan erat dengan media gateway, oleh karena itu pemahaman tentang keduanya merupakan kunci penting dalam memahami sistem softswitch.

Disamping memiliki kemampuan layanan dasar panggilan teleponi, perangkat Softswitch juga dilengkapi dengan kemampuan menangani fitur-fitur dasar yang biasanya terdapat pada sentral lokal PSTN, seperti *call waiting*, *call forwarding*, *three party*, dan lain-lain. Aplikasi fitur tersebut dijalankan tanpa interaksi dengan elemen lain seperti SCP atau AIN. Fitur yang memerlukan interaksi dengan SCP atau AIN akan ditempatkan di elemen server aplikasi. Aplikasi lain yang juga dijalankan Softswitch adalah fungsi operasi, administrasi, dan pemeliharaan (OA&M) yang berkaitan dengan fitur dasar dan kemampuan jaringan softswitch.

Media gateway

Media gateway adalah implementasi fungsi transport dari sentral paket softswitch. Fungsinya adalah menjembatani sistem softswitch dengan jaringan lain di luar paket, seperti PSTN dan mobile, sehingga dapat membentuk satu jaringan telekomunikasi yang utuh. Media gateway mengkonversi sinyal voice dari PSTN/mobile ke dalam bentuk paket untuk diteruskan ke jaringan data dan sebaliknya.

Perangkat ini tidak diperlukan lagi jika perangkat pelanggan sudah mendukung komunikasi paket, karena sinyal voice dari pelanggan dapat langsung dibawa oleh jaringan data dengan komunikasi paket.

Berdasarkan konfigurasi hubungan yang dibentuk antara Media Gateway dengan PSTN, memungkinkan sistem softswitch dapat dipakai sebagai solusi PSTN untuk menggantikan trunk,

sentral lokal, maupun untuk melimpahkan trafik Internet dari PSTN. Dari hal tersebut maka Media Gateway dapat berfungsi sebagai berikut:

a. Media gateway lokal

Media gateway ini menghubungkan loop pelanggan lokal (analog atau ISDN) ke jaringan data. Media gateway ini merupakan elemen pengganti sentral lokal pada sistem sirkit. Dalam hal ini pelanggan analog/ISDN tidak lagi memerlukan switch PSTN untuk melakukan panggilan. Bagi sistem softswitch loop pelanggan tersebut dianggap mewakili PSTN.

b. Media gateway trunk

Media gateway ini menghubungkan sistem softswitch ke PSTN pada tingkat tandem atau trunk. Dalam hal ini Media Gateway menggantikan fungsi tandem atau trunk pada sistem sirkit. Media gateway ini akan meneruskan panggilan jarak jauh dari PSTN ke tujuan pelanggan PSTN atau paket lain dengan menggunakan jaringan data sebagai transportnya.

Media gateway ini juga dapat menghubungkan media gateway lokal dengan PSTN. Fungsi ini untuk menyediakan hubungan antara pelanggan pada media gateway lokal dengan pelanggan sentral lokal sirkit.

c. Gateway perangkat pelanggan

Media gateway ini dibutuhkan oleh jaringan yang sinyal voicenya sudah dalam mode paket hingga ke perangkat pelanggan. Media gateway ini menyediakan hubungan antara pelanggan yang sudah menggunakan mode paket dengan pelanggan yang masih menggunakan terminal PSTN (terminal telepon, mesin fax atau PABX)

Fungsi-fungsi Media Gateway tersebut membutuhkan konsekuensi dukungan fungsi Softswitch yang sesuai sebagai kontrol switchingnya. Dan karena elemen Media Gateway merupakan titik persimpangan dari Softswitch, PSTN/mobile, perangkat pelanggan dan jaringan data, maka Media Gateway biasanya harus mendukung banyak macam protokol dan interface.

Server Aplikasi

Server Aplikasi terdiri dari server-server yang akan menyediakan berbagai jenis konten layanan bagi pelanggan yang tidak dapat disediakan secara langsung oleh Softswitch. Layanan tersebut

biasanya adalah layanan yang spesifik dengan kustomisasi yang tinggi. Oleh karena itu setiap Server Aplikasi harus mendukung standard API (*Application Programming Interface*), yaitu interface yang disediakan oleh suatu program sehingga memungkinkan program lain dapat melakukan modifikasi terhadap isi dari program tersebut. Layanan yang terdapat pada Server Aplikasi biasanya adalah layanan berbasis IN dan multimedia.

Layanan-layanan baru yang muncul sebagai pengembangan layanan dan fitur dapat ditambahkan ke jaringan melalui penambahan Server Aplikasi, baik secara hardware maupun software.

Dengan pemberlakuan Server Aplikasi yang terpisah memungkinkan pengembangan layanan dapat dilakukan secara lebih leluasa dan lebih fokus untuk mengakomodasi layanan-layanan baru di masa depan sesuai yang dibutuhkan oleh pelanggannya.

Aplikasi-aplikasi yang penting dalam Server Aplikasi misalnya adalah fungsi *operating support system (OSS)*, fungsi fitur tambahan, dan tidak kalah pentingnya adalah fungsi database umum yang digunakan secara bersama dengan server aplikasi yang lain.

Signaling Gateway

Signaling Gateway berfungsi meneruskan pesan-pesan pensinyalan antara PSTN dan jaringan data softswitch. Sistem pensinyalan yang dapat diakomodasi adalah *SS7 (signaling system 7)*. Sistem softswitch tidak dapat mengakomodasi pensinyalan R2.

Sebagaimana kita ketahui bersama bahwa *SS7* adalah sistem pensinyalan *native* PSTN. Jaringan paket softswitch tidak mempergunakan *SS7* ini, kecuali meneruskan isi pesan pensinyalan yang ada di dalamnya untuk keperluan komunikasi teleponi. Agar pesan-pesan pensinyalan yang berasal dari PSTN dapat diteruskan sampai ke node sentral tujuan maka pesan pensinyalan tersebut harus diubah dari mode *SS7* menjadi pesan-pesan pensinyalan dalam bentuk data. Fungsi konversinya dilakukan oleh Gateway Pensinyalan. Pada sisi tujuan pesan berbentuk data tersebut dibentuk kembali menjadi pensinyalan *SS7* yang dapat dimengerti oleh PSTN tujuan.

Perangkat Signaling Gateway menghubungkan jaringan *SS7* dan perangkat Softswitch. Perangkat ini biasanya bersatu dengan perangkat Softswitch dengan pertimbangan penyederhanaan protokol transmisi antar keduanya.

Migrasi PSTN ke Jaringan Data

Jaringan data dengan kemampuan manajemen bandwidthnya telah membuktikan dirinya sebagai

jaringan yang mampu membawa trafik informasi secara efisien. Dengan didukung oleh protokol IP, jaringan ini semakin fleksibel dalam memenuhi tuntutan kebutuhan layanan-layanan baru di masa depan. Hal yang sebaliknya terjadi pada PSTN dengan jaringan TDM-nya. Berbagai batasan telah memaksa trafik PSTN untuk segera berpindah dari TDM ke data paket. Isu teknis yang banyak muncul dari proses perpindahan ini adalah isu kualitas layanan, QoS.

Softswitch pada dasarnya selain dapat memberikan layanan data, multimedia dan Internet, juga dapat digunakan untuk menampung trafik dari PSTN. Untuk mengakomodasi kebutuhan ini softswitch memosisikan dirinya sebagai fungsi switch trunk/tandem, lokal, maupun Internet offload bagi PSTN, seperti telah dijelaskan di atas.

Kemudian, bagaimana softswitch berperan dalam menghantarkan migrasi PSTN menuju lingkungan data. Sebagai tahap awal softswitch diimplementasikan sebagai trunk dan Internet offload bagi PSTN. Hal ini sudah banyak dilakukan oleh operator telekomunikasi saat ini, dan menunjukkan kelayakan yang memadai. Dengan fungsi tersebut trafik keluaran trunk/tandem dapat dialirkan melalui jaringan data backbone maupun metro. Dengan begitu maka terjadilah konvergensi voice dan data walaupun masih sebatas pada backbone dan metro.

Selanjutnya softswitch terus dikembangkan untuk dapat menyediakan fungsi sentral lokal PSTN dengan kapasitas, fitur, dan QoS yang setidaknya sama dengan kemampuan sentral lokal PSTN sekarang. Pada tahap ini telah terjadi migrasi sepenuhnya, dimana pelanggan teleponi telah dapat berpindah sepenuhnya ke softswitch. Terciptalah satu jaringan tunggal yang dapat menyediakan layanan voice, data, dan multimedia secara efisien, yaitu jaringan masa depan - *next generation network*.

Tidaklah berlebihan jika kita beranggapan bahwa softswitch merupakan bagian dari konsep jaringan masa depan, bersama dengan konsep-konsep jaringan masa depan yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

1. 'Buku Ajar Jaringan Telekomunikasi', Teknik Elektro USU, 2006
2. Digital Telephony, CBT Software Version 2, Siemens Communications, 1994
3. Synchronous Digital Hierarchy, CBT Software Version 2, Siemens Communications, 1994
4. Common Channel Signaling No.7, CBT Software Version 2, Siemens Communications, 1994
5. Onno W. Purbo, 'TCP/IP, Standar, Desain dan Implementasi', Elex Media Komputindo, Jakarta, 2003
6. Cisco ICND : TCP/IP Internetworking, CBT Software, Cisco System Inc., 2000
7. Cisco CID : TCP/IP Network Design, CBT Software, Cisco System Inc., 2000
8. Rahmat Rafiudin, 'Jaringan Komputer Untuk Pemula', Elex Media Komputindo, Jakarta, 2003
9. Asynchronous Transfer Mode, CBT Software Version 2, Siemens Communications, 1994
10. ISDN, a Closer look, CBT Software version 2.1, Belcore Tec, 1996
11. Gilbert Held, 'Voice and Data Internetworking', McGraw-Hill, New York, 1998
12. Tabratas Tharom, Onno W. Purbo, 'Teknologi VoIP', Elex Media Komputindo, Jakarta, 2001
13. Software, artikel, handout, dan bahan-bahan kuliah pelengkap lainnya