

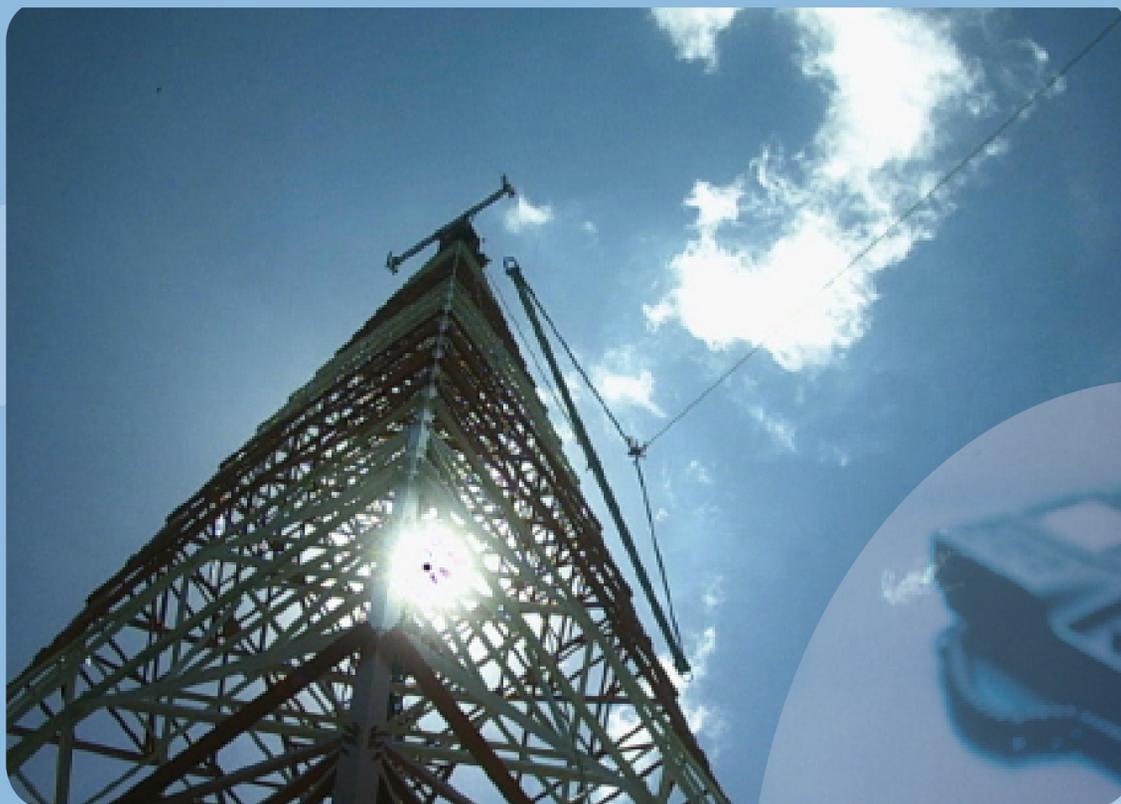


Pramudi Utomo

# Teknik Telekomunikasi

untuk  
Sekolah Menengah Kejuruan

## JILID 3



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan  
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah  
Departemen Pendidikan Nasional



TEKNIK TELEKOMUNIKASI JILID 3

untuk SMK

Pramudi Utomo

Pramudi Utomo, dkk.

# TEKNIK TELEKOMUNIKASI JILID 3

**SMK**



**Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan**  
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah  
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional  
Dilindungi Undang-undang

# TEKNIK TELEKOMUNIKASI JILID 3

## Untuk SMK

Penulis : Pramudi Utomo  
Suprpto  
Rahmatul Irfan

Editor : Widiharso

Pendukung : Agung Wahyudiono  
Nur Budiono

Perancang Kulit : TIM

Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

UTO UTOMO, Pramudi  
t Teknik Telekomunikasi Jilid 3 untuk SMK /oleh Pramudi  
Utomo, Suprpto, Rahmatul Irfan ---- Jakarta : Direktorat  
Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal  
Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen  
Pendidikan Nasional, 2008.  
ix, 155 hlm  
Lampiran : Lampiran. A  
ISBN : 978-979-060-155-0  
ISBN : 978-979-060-158-1

Diterbitkan oleh

**Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan**

Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah  
Departemen Pendidikan Nasional

Tahun 2008

## KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional, telah melaksanakan kegiatan penulisan buku kejuruan sebagai bentuk dari kegiatan pembelian hak cipta buku teks pelajaran kejuruan bagi siswa SMK. Karena buku-buku pelajaran kejuruan sangat sulit di dapatkan di pasaran.

Buku teks pelajaran ini telah melalui proses penilaian oleh Badan Standar Nasional Pendidikan sebagai buku teks pelajaran untuk SMK dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh penulis yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para pendidik dan peserta didik SMK.

Buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*download*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Dengan ditayangkan *soft copy* ini diharapkan akan lebih memudahkan bagi masyarakat khususnya para pendidik dan peserta didik SMK di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada d luar negeri untuk mengakses dan memanfaatkannya sebagai sumber belajar.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para peserta didik kami ucapkan selamat belajar dan semoga dapat memanfaatkan buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, 17 Agustus 2008  
Direktur Pembinaan SMK

## KATA PENGANTAR

Tiada ungkapan kata yang paling tepat untuk dikemukakan pertama kali selain memanjatkan rasa syukur ke hadirat Allah Subhanahu Wata'la bahwasanya penyusunan buku "Teknik Telekomunikasi" ini dapat diselesaikan. Kerja keras yang telah dilakukan dalam penulisan ini telah membuahkan hasil baik. Buku "Teknik Telekomunikasi" ini sangat berarti bagi para siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) terutama mereka yang mempelajari bidang elektronika komunikasi atau bidang lain yang sejenis. Selain itu, dengan ditulisnya buku ini, akan menambah perbendaharaan pustaka yang dapat dijadikan pegangan bagi para guru.

Kita menyadari bahwa ketersediaan buku yang memadai bagi para siswa dan guru sekarang ini dirasakan masih kurang. Sejalan dengan kemajuan jaman dan teknologi yang ada, maka sudah sepantasnya perlu ada upaya untuk mencerdaskan para siswa dengan kampanye penulisan buku. Buku yang ditulis ini diharapkan dapat menjembatani kebutuhan siswa dan guru terhadap materi-materi pelajaran yang diajarkan di sekolah. Dengan demikian keluhan sulitnya mencari buku bermutu yang ditulis dalam bahasa Indonesia sudah tidak akan didengar lagi.

Sebagaimana yang ditulis dalam pengantar Buku Standar Kompetensi Nasional Bidang Telekomunikasi bahwa demikian luasnya bidang telekomunikasi, prioritas utama dalam penyusunan standar kompetensi ditujukan untuk bidang-bidang pekerjaan yang berhubungan dengan penyelenggaraan jaringan telekomunikasi. Namun buku pegangan "Teknik Telekomunikasi" ini akan memuat pengetahuan mendasar tentang telekomunikasi hingga jaringan komunikasi data. Selanjutnya bagi yang berkepentingan dengan buku ini dapat mengimplementasikannya dalam pemberdayaan proses belajar mengajar yang berlangsung di SMK.

Dalam kesempatan ini ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada para anggota Tim Penulis, para kontributor materi yang telah bersama kami menyusun dan menyempurnakan isi buku ini. Kepada Direktur Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan (PSMK), kami sampaikan penghargaan dan terima kasih atas dukungan dan bantuannya sehingga penulisan buku ini dapat dilaksanakan dengan baik dan berhasil memenuhi kriteria.

Akhirnya kami persembahkan buku ini kepada para pelaksana di jajaran SMK. Apapun hasil yang telah dicapai merupakan perwujudan kerja keras yang hasilnya bersama-sama dapat kita lihat setelah implementasi dan siswa mencapai keberhasilan studi. Semoga bermanfaat bagi kita sekalian.

Tim Penulis

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
----------------	----

DAFTAR ISI	iii
------------	-----

## BUKU JILID I BAGIAN 1 - 6

### BAGIAN 1 : PENDAHULUAN

1.1. Definisi Komunikasi	1	2.5.4. Osiloscope	31
1.2. Pentingnya Sistem Telekomunikasi	2	2.6. Perangkat Uji Lainnya	33
1.3. Sejarah Telekomunikasi	3	2.6.1. Logic Analyser	33
1.4. Standarisasi Sistem Telekomunikasi	9	2.6.2. Optical Spectrum Analyzer	35
1.5. Organisasi yang Mengatur Standar Sistem Telekomunikasi	9	2.6.3. GSM Test	35
1.6. Masa Depan dan Perkembangan Sistem Telekomunikasi	13	2.6.4. CDMA Mobile Test	36
1.7. Rangkuman	15	2.7. Penguji kabel dan antena (Cable and Antenna Tester)	36
1.8. Soal Latihan	16	2.8. Mini PABX	37

### BAGIAN 2 : INSTRUMEN TELEKOMUNIKASI

2.1. Pendahuluan	17	2.9. Voice Changer (Alat Pengubah Suara)	39
2.2. Perkakas-Perkakas Manual	18	2.10. LAN Tester (kabel tester)	40
2.2.1. Tools Kits	18	2.11. Tang Amper (Multi Function Clamp Meter)	41
2.2.2. Meter beroda (Measuring Wheel)	20	2.12. SWR Meter	41
2.3. Perkakas-perkakas elektrik	21	2.13. E-Fieldmeter (Pengukur Medan Listrik)	43
2.3.1. Solder Rangkaian	21	2.14. Switch Jaringan	44
2.3.2. Power Supply	23	2.15. Modem	45
2.4. Piranti-Piranti Ukur	24	2.16. Wi-Fi	46
2.4.1. Multimeter	25	2.17. Auto Telephone Recorder	47
2.4.2. Kapasitansi Meter	26	2.18. Wireless Intercom	48
2.5. Piranti-piranti pengukur frekuensi	28	2.19. Telephone Protector	49
2.5.1. Frequency Counter	28	2.20. Rangkuman	50
2.5.2. Function Waveform Generator	29	2.21. Soal Latihan	52
2.5.3. Analog RF Signal Generator	31		

### BAGIAN 3 : DASAR-DASAR SISTEM KOMUNIKASI

3.1. Dasar Komunikasi	53
3.1.1. Elemen Dasar	53
3.1.2. Komunikasi Model Awal	55
3.1.2.1. Maraton	55
3.1.2.2. Telegraf Drum	56
3.1.2.3. Sinyal Api	56
3.1.2.4. Sinyal Asap	57

3.1.2.5.	Bentuk-bentuk lain	57	5.2.3	Pemilihan Dua Kawat atau Empat Kawat	90
3.1.3.	Komunikasi dengan Gelombang Radio	58	5.3.	Channel	91
3.2.	Komunikasi Analog	59	5.4.	Line dan Trunk	91
3.3.	Komunikasi Digital	62	5.5.	Virtual Circuit	93
3.4.	Jaringan Komunikasi	64	5.6.	Media Transmisi	93
3.5.	Rangkuman	67	5.7.	Media Transmisi Guided	95
3.6.	Soal Latihan	68	5.7.1.	Kabel Tembaga	95
			5.7.2.	Twisted Pair	96
			5.7.3.	Kabel Coaxial	97
			5.7.4.	Serat Optik	98
			5.8.	Media Transmisi Unguided	102
			5.8.1.	Gelombang Elektromagnet	102
			5.8.2.	Spektrum Frekuensi Radio	105
			5.9.	Mode Perambatan Gelombang Elektromagnetik	109
			5.10.	Perambatan Gelombang Radio	110
			5.10.1.	Ionosphere	110
			5.10.2.	Gelombang Radio Mikro	112
			5.11.	Sistem Komunikasi Satelit	113
			5.12.	Konstruksi dan pemasangan Kabel	116
			5.12.1.	Pengertian	116
			5.12.2.	Membedakan kabel	117
			5.12.3.	Menentukan Daerah/Blok	118
			5.12.4.	Pekerjaan Instalasi Kabel Udara	119
			5.12.5.	Persiapan Alat Perkakas	119
			5.12.6.	Pelaksanaan Penarikan	120
			5.13.	Rangkuman	121
			5.14.	Soal Latihan	121
<b>BAGIAN 4 : PROPAGASI GELOMBANG RADIO</b>					
4.1.	Prinsip Umum	69			
4.2.	Propagasi Ruang Bebas	69			
4.3.	Propagasi Antar Dua Titik di Bumi	70			
4.4.	Gelombang Permukaan	73			
4.5.	Efek Ketinggian Antena dengan Kuat Sinyal	75			
4.6.	Atmosfir Bumi	75			
4.6.1	Troposfir	78			
4.6.2	Stratosfir	78			
4.6.3	Ionosfir	78			
4.6.4	Propagasi Atmosferik	79			
4.6.4.1.	Pantulan(Refleksi)	80			
4.6.4.2.	Defraksi	81			
4.7.	Daerah dan Jarak Lompatan (Skip)	82			
4.7.1	Jarak Skip	82			
4.7.2	Daerah Skip	82			
4.8.	Pengaruh Atmosfir pada Propagasi	82			
4.8.1	Fading	83			
4.8.1.1	Multipath Fading	83			
4.8.2	Rangkuman	85			
4.8.3	Soal Latihan	86			
			<b>BAGIAN 6 : SISTEM ANTENA</b>		
5.1.	Pendahuluan	87	6.1.	Pendahuluan	123
5.2.	Circuit	88	6.2.	Reciprocity	125
5.2.1.	Pengantar Dua Kawat	89	6.3.	Directivity	127
5.2.2.	Rangkaian Penghantar Dua Kawat	89	6.3.1.	Gain (penguatan antena)	127
			6.3.2	Polarisasi	128
			6.4.	Radiasi Energi Gelombang Elektromagnetik	130
			6.5.	Antena Dipole dan Monopole	133
			6.6.	Menghitung panjang	
<b>BAGIAN 5 : MEDIA TRANSMISI</b>					

gelombang	137
6.7. Beban Antena	138
6.8. Pengaruh Tanah	139
6.9. Antena Very Low Frequency	139
6.10. Antena Low Frequency	142
6.11. Antena High Frequency	143
6.11.1 Antena Yagi	143
6.11.2 Antena Very High Frequency	145
6.11.3 Antena Yagi untuk Band VHF	147
6.12 Rangkuman	148
6.13 Soal Latihan	148

## BUKU JILID II BAGIAN 7 - 12

### BAGIAN 7 : PRINSIP KOMUNIKASI LISTRIK

7.1 Pendahuluan	149
7.2 Proses Komunikasi	151
7.3 Sinyal Bicara dan Musik	152
7.4 Respon Telinga Manusia	152
7.5 Distorsi	154
7.6 Sistem Multiplex	154
7.7 Persyaratan Lebar Bidang	155
7.8 Kecepatan Sinyal	156
7.9 Sinyal Musik	156
7.10 Kapasitas Kanal	157
7.11 Konsep Komunikasi Elektronika	157
7.12. Penerapan Komunikasi Elektronika	160
7.12.1 Telepon	160
7.12.2 Radio	161
7.12.3 Television	164
7.12.4 Telepon Bergerak	165
7.13. Rangkuman	167
7.14 Soal Latihan	167

### BAGIAN 8 : DERAU DALAM SISTEM KOMUNIKASI

8.1. Pertimbangan Umum	169
8.2. Thermal Noise	171
8.3. Shot Noise	172

8.4. Deskripsi Noise	173
8.4.1. Suhu Derau Efektif	173
8.5. Teknik Pengukuran Noise Figure	174
8.6. Performa Derau dalam Sistem Telekomunikasi	176
8.7 Rangkuman	177
8.8 Soal Latihan	177

### BAGIAN 9 : TEKNIK MODULASI

9.1. Prinsip Umum	179
9.1. Modulasi Analog	184
9.2.1 Amplitude Modulation (AM)	185
9.2.2 Frequency Modulation (FM)	188
9.2.3 Pulse Amplitude Modulation (PAM)	189
9.3. Modulasi Digital	190
9.3.1 Amplitude Shift Keying (ASK)	193
9.3.2 Frequency Shift Keying (FSK)	195
9.3.3 Phase Shift Keying (PSK)	197
9.3 Rangkuman	198
9.4 Soal Latihan	199

### BAGIAN 10 : SAMBUNGAN KOMUNIKASI TELEPON

10.1. Sambungan Panggilan Telepon	201
10.2. Jaringan Lokal	202
10.3. Sambungan Mekanik dengan Saklar	203
10.4. Sambungan Mekanik dengan Saklar Crossbar	205
10.5. Fungsi-Fungsi dalam Panggilan Telepon	207
10.6. Transmisi Digital pada Telepon	208
10.7. Switching pada Jaringan Telepon	212
10.8. Signaling pada Jaringan Telepon	216
10.9. Pengembangan Jaringan	220
10.10. Pengembangan Menuju	

Generasi Layanan Terpadu	222	12.2.2. Konsep Circuit Switching	257
10.10. Rangkuman	223	12.2.3. Karakteristik Circuit Switching	258
10.11. Soal Latihan	223	12.3. Space-Division Switching	258
<b>BAGIAN 11 : KOMUNIKASI BERGERAK</b>		12.4. Multistage Switch	259
11.1. Frekuensi Radio Panggil	226	12.5. Time Division Switching	259
11.2. Sistem Telepon Nirkabel untuk Rumah	227	12.6. Fungsi Control Signalling	260
11.3. Sistem Komunikasi Bergerak Selular	228	12.7. Control Signal Sequence	261
11.3.1. Konsep Sistem Komunikasi Selular	228	12.8. Switch to Switch Signaling	261
11.3.2. Tahap Perkembangan Generasi Telepon Selular	228	12.9. Lokasi dari Signaling	262
11.3.3. Sel-sel Menggunakan Kanal Frekuensi Berulang	230	12.9.1. Kelemahan pada Channel Signaling	263
11.3.4. Penduplekan dalam Kawasan Waktu dan Frekuensi	232	12.9.2. Saluran Sinyal yang bersifat umum	263
11.3.5. Perkembangan Sistem Komunikasi Bergerak	232	12.10. Signaling System Number 7 (SS7)	265
10.3.6. Sistem GSM	235	12.11. Paket Switching	266
11.4. Komunikasi Data Nirkabel	238	12.11.1. Prinsip dari Paket Switching	266
11.5. Teknologi Menuju 3G	240	12.11.2. Kelebihan Paket Switching dibanding "Circuit Switching"	268
11.5.1. Munculnya Teknologi 1G	240	12.11.3. Softswitch Architecture	269
11.5.2. Menuju ke Generasi Kedua Telekomunikasi Bergerak	242	12.11.4. Teknik Switching	269
11.5.3. Menuju Generasi dua-Setengah	242	12.11.5. X.25 Protocol	273
11.5.4. Teknologi 3G	243	12.11.6. Ukuran Paket	273
11.5.5. Teknologi 3,5G	247	12.11.7. Operasi Eksternal dan Internal	275
11.5.6. Teknologi 4G	247	12.12. Rangkuman	275
11.6. Rangkuman	250	12.13. Soal Latihan	276
11.7. Latihan	251	<b>BUKU JILID III BAGIAN 13 - 18</b>	
<b>BAGIAN 12 : SWITCHING DALAM SISTEM TELEPON</b>		<b>BAGIAN 13 : SISTEM COMMON CHANNEL SIGNALING SEVEN</b>	
12.1. Pendahuluan	253	13.1. Pendahuluan	277
12.2. Circuit Switching	254	13.2. SS7	279
12.2.1. Aplikasi Circuit Switching	255	13.3. Arsitektur Protokol SS7	283
		13.4. Message Transfer Part (MTP)	284
		13.5. ISUP (ISDN User Parts)	287
		13.6. Rangkuman	289
		13.7. Soal Latihan	289

## **BAGIAN 14 : JARINGAN DIGITAL LAYANAN TERPADU**

14.1. Pendahuluan	291	15.4.1. Jaringan untuk Perusahaan atau Organisasi	317
14.2. ISDN	293	15.4.2. Jaringan untuk Umum	318
14.3. Arsitektur Broadband ISDN (B-ISDN)	296	15.4.3. Masalah Sosial Jaringan	319
14.4. Struktur Transmisi	296	15.5. Jenis-jenis Jaringan Komputer	319
14.5. Antarmuka Akses Yang Tersedia	298	15.5.1. Local Area Network (LAN)	319
14.6. Model Referensi ISDN	300	15.5.2. Metropolitan Area Network (MAN)	321
14.7. Perangkat Keras (Hardware)	302	15.5.3. Wide Area Network (WAN)	322
14.8. Pesawat Telepon Digital	304	15.5.4. Internet	323
14.9. Hal yang berkaitan dengan ISDN	306	15.5.5. Jaringan Tanpa Kabel	325
14.9.1 Number Identification Supplementary Service	306	15.6. Klasifikasi Jaringan Komputer	328
14.9.2 Call offering Supplementary Service	307	15.7. Standarisasi Jaringan Komputer	329
14.9.3 Call completion Supplementary Service	307	15.8. Sistem Operasi Jaringan	330
13.9.4. Charging Supplementary Service	308	15.8.1. Jaringan Client-Server	331
13.10. Penerapan ISDN dalam jaringan LAN	308	15.8.2. Jaringan Peer To Peer	332
13.10. Rangkuman	310	15.9. Komponen pada Jaringan Komputer (Underlying)	333
13.11. Soal Latihan	311	15.10. Media yang Terpandu (Guided)	333
		15.10.1. Hub	333
		15.10.2. Bridge & Switch	334
		15.11. Media yang tidak Terpandu (Unguided)	337
		15.12. Rangkuman	339
		15.13. Soal Latihan	339

## **BAGIAN 15 : JARINGAN DATA DAN INTERNET**

15.1. Pendahuluan	313
15.2. Mengapa Jaringan Komputer Dibutuhkan	315
15.3. Tujuan Jaringan Komputer	315
15.3.1. Resource Sharing	316
15.3.2. Reliabilitas Tinggi	316
15.3.3. Menghemat Biaya ( <i>cost reduce</i> )	316
15.3.4. Keamanan Data	316
15.3.5. Integritas Data	317
15.3.6. Komunikasi	317
15.3.7. Skalabilitas	317
15.4. Kegunaan Jaringan Komputer	317

## **BAGIAN 16 : JARINGAN LAN DAN WAN**

16.1. Local Area Network (LAN)	341
16.2. Network Interace Card	341
16.3. Ethernet	342
16.4. Frame Format (format bingkai)	344
16.5. Implementasi Pada LAN	345
16.6. Fast Ethernet	347
16.7. Token Ring	347
16.8. Fiber Distributed Data Interface (FDDI)	349
16.9. Wide Area Network (WAN)	351
16.10. Connective Device	351
16.11. Topologi Jaringan Komputer	352

16.12. Topologi BUS	353
16.13. Topologi Star	354
16.14. Topologi Ring	355
16.15. Topologi Mesh	356
16.16. Topologi Pohon	357
16.17. Topologi Peer-to-peer Network	358
16.18. Protokol Pada Jaringan	358
16.19. Rangkuman	359
16.20. Soal Latihan	359

### **BAGIAN 17 : PROTOKOL DAN STANDAR JARINGAN**

17.1. Protokol dan Susunan Protokol	361
17.2. Standar Jaringan	365
17.2.1. Organisasi Standar	365
17.2.2. Standart Internet	365
17.2.3. Admisnistrasi Internet	365
17.3. Lapisan Protokol Pada Jaringan Komputer	366
17.4. Protokol OSI (Open System Interconnection)	367
17.4.1. Karakteristik Lapisan OSI	369
17.4.2. Proses Peer-To-Peer	370
17.4.3. Antarmuka Antar Lapisan Terdekat	371
17.4.4. Pengorganisasian Lapisan	371
17.5. Lapisan Menurut OSI	372
17.5.1. Physical Layer (Lapisan Fisik)	372
17.5.2. Data Link Layer (Lapisan Data Link)	373
17.5.3. Network Layer (Lapisan Network)	374
17.5.4. Transport Layer (Lapisan Transpor)	375
17.5.5. Session Layer (Lapisan Session)	376
17.5.6. Presentation Layer (Lapisan presentasi)	377
17.5.7. Application Layer (Lapisan Aplikasi)	378
17.6. Rangkuman	378

17.7. Soal Latihan	379
--------------------	-----

### **BAGIAN 18 : TRANSFER CONTROL PROTOKOL / INTERNET PROTOKOL**

18.1. Sejarah TCP/IP	381
18.2. Istilah-Istilah dalam Protokol TCP/IP	382
18.3. Gambaran Protokol TCP/IP	382
18.3.1 Jaringan Koneksi Terendah	383
18.3.2 Pengalamatan	384
18.3.3 Subnets	384
18.3.4 Jalur-Jalur Tak Berarah	384
18.3.5 Masalah Tak Diperiksa	385
18.3.6 Mengenai Nomor IP	385
18.3.7 Susunan Protokol TCP/IP	386
18.4. Protokol TCP/IP	387
18.5. Pengalamatan	389
18.6. User Datagram Protocol (UDP)	390
18.7. Komunikasi process-to procces	390
18.8. Nomor port	392
18.9. Port-port yang dipakai untuk UDP	392
18.10. Socket Address (Alamat Soket)	392
18.11. User Diagram	393
18.12. Manfaat protokol UDP	394
18.13. Internet protokol (IP)	395
18.14. Datagram	395
18.15. Fragmentasi	399
18.16. IP Address	403
18.16.1 Notasi Digital	403
18.16.2 Kelas-Kelas pada Jaringan Komputer (address IP)	404
18.16.3 Alamat Khusus	406
18.16.4 Alamat Jaringan	407
18.16.5 Studi Kasus	409
18.17. Subnetting dan Supernetting	410
18.17.1 Subnetting	410
18.17.2 Masking	412
18.17.3 Supernetting	413

18.17.4	Supernet Mask	413
18.18	Rangkuman	414
18.19	Soal Latihan	415

<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>A</b>
-----------------	-------	----------

# BAGIAN 13

## SISTEM COMMON CHANNEL SIGNALING SEVEN

### Tujuan

Setelah mempelajari bagian ini diharapkan dapat:

1. Mengetahui maksud dan peranan Common Channel Signaling System No. 7 dalam sistem telekomunikasi.
2. Memahami Common Channel Signaling System No. 7 yang digunakan dalam sistem telekomunikasi.
3. Memahami arsitektur Common Channel Signaling System No. 7.
4. Mengetahui bagian-bagian penting pada Common Channel Signaling System No. 7.

### 13.1. Pendahuluan

Common Channel Signaling System No. 7 (SS7 atau C7) merupakan standart global untuk system teekomunikasi yang didefinisikan oleh *International Telecommunication Union* (ITU). Standart tersebut mendefinisikan prosedur dan protocol dimana bahwa dalam sebuah element jaringan *public switched telephone network* (PSTN). Perpindahan informasi melalui jaringan pensinyalan secara digital mempengaruhi *telephone wireless* dan *telephone* jaringan kawat serta *routing* dan *control*.

Lebih dari dua dekade jaringan sistem telekomunikasi telah mengadopsi Signaling System No. 7 (SS7) untuk pertukaran *control information* (*signalling*) antara *network entities*. Jaringan SS7 merupakan urat syaraf yang mengendalikan seluruh fungsi dan layanan jaringan, sehingga secara infrastruktur memerlukan kehandalan dalam hal *manageability*, *scalability*, dan *reliable traffic delivery*.

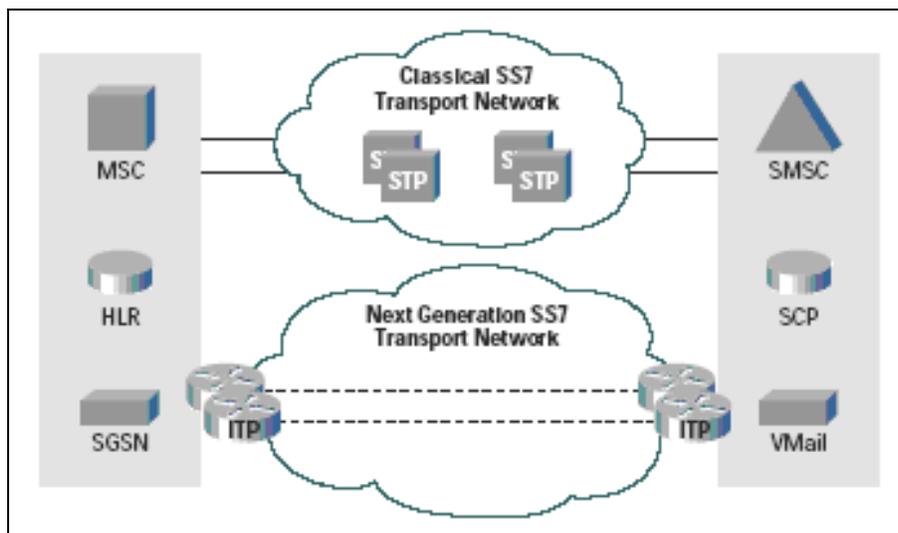
*Signalling System 7* yang sering disebut SS7 merupakan protokol signalling *out-of-band* yang menyediakan pembangunan

hubungan bagi sistem telekomunikasi lanjut. Out of band artinya bahwa kanal signalling dengan kanal komunikasi terpisah antara satu dengan yang lain. Dengan *out of band* akan mendukung *call-establishment*, *billing*, *routing*, dan fungsi pertukaran informasi dari PSTN yang menggunakan kanal 64 kbps bidirectional. Contoh yang jelas mengenai suatu hal penting yang didukung oleh SS7 antara lain *Incoming Caller Identification (Caller ID)*, *roaming*, WINS (*Wireless Intelligent Network*) service seperti layanan prabayar dan pasca bayar.

Selain fungsi dasar call control, SS7 juga bertanggung jawab terhadap autentikasi atau kerahasiaan pelanggan, pengiriman trafik *message* dan fungsi intelijen jaringan seperti number portability dan layanan *enhanced calling*. Sedangkan DTMF merupa-

kan contoh *In-Band Signalling*. Terminologi sederhana dari signalling adalah proses pengiriman *control information* antar *network element*.

Dalam perkembangannya, seperti halnya VoIP pada pengembangan layanan *voice*, signaling juga terdapat apa yang dinamakan Signaling System No. 7 over IP (SS7oIP) dengan SIGTRAN (*Signaling Transport*) sebagai sistem protokol signalingnya. Jika pada jaringan tradisional TDM dikenal suatu node yang disebut STP (*signalling Transfer Point*) maka pada teknologi SS7oIP dikenal apa yang disebut dengan IP Transfer Point (ITP). Dengan perkembangan menuju *all IP-network* telah mendorong munculnya konsep atau platform baru yang ke depannya akan diarahkan untuk menggantikan jaringan *tradisional* Time Division Multiplexing (TDM).



Gambar 13.1. Migrasi SS7 menuju IP network

Beberapa operator telah menerapkan ITP mengingat beberapa keunggulannya sebagai berikut :

- Memiliki kemampuan variasi skenario jaringan termasuk ekspansi kapasitas STP, *upgrade transmisi high-speed link*.
- Sebagai platform infrastruktur SS7oIP, platform yang dirumuskan untuk membangun arsitektur jaringan *next-generation* SS7.
- penggelaran, fleksibilitas, karakteristik high-availability
- penghematan CapEx dan *operating expenses* (OpEX).
- Kapabilitas platform ITP terhadap kepadatan link dapat mengurangi harga link STP. Ketika link STP TDM digantikan oleh link IP, operator dapat mengurangi biaya fasilitas transmisi sebesar 50% atau lebih.

### 13.2. Signalling Sistem 7 (SS7)

Signalling information dari voice atau data komunikasi di kirimkan melalui network yang terpisah dengan voice/data channelnya, sering kali disebut dengan *common channel signalling* (CCS). Hal ini diimplementasikan pertama kali di USA tahun 1960. Saat

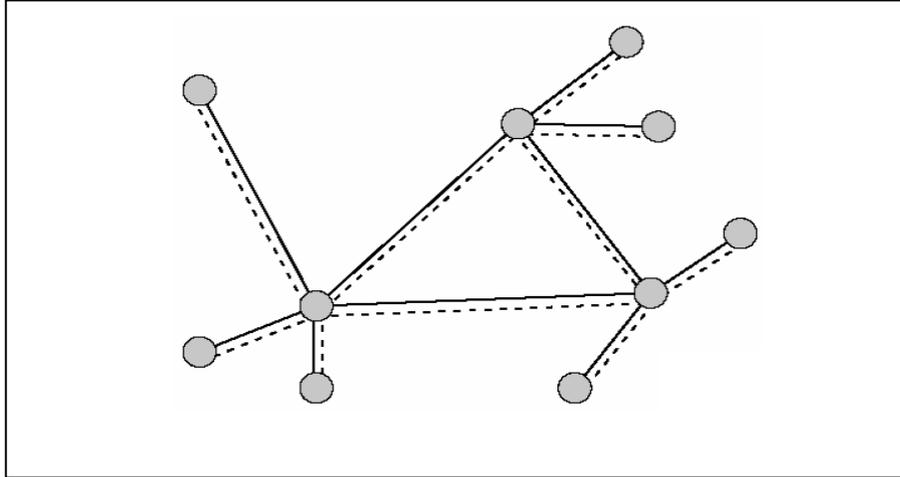
pertama kali dioperasikan disebut *Common Channel Signalling System #6* (CCS6). Ada 2 mode operasi yang digunakan dalam CCS, yaitu *associated* (*quasi-associated*) mode dan *disassociated* mode, dimana *associated/quasi-associated* mode:

- Kanal signaling mengikuti *track/rute* yang sama dengan saluran data *interswitch* antara 2 endpoint
- Sinyal kontrol berada pada kanal yang berbeda dari sinyal data pelanggan

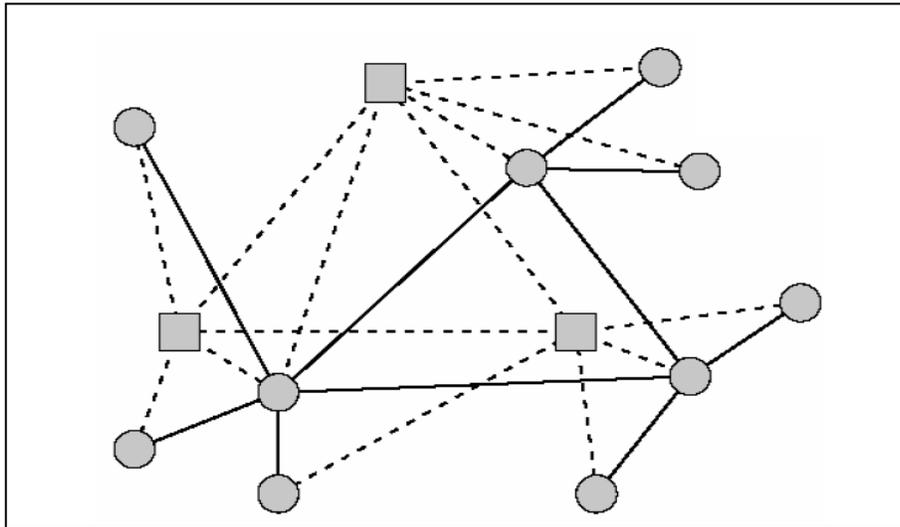
Sedangkan *disassociated* mode:

- Jaringan signaling terpisah dari jaringan untuk transfer data,
- Lebih rumit
- Diperlukan node tambahan yang disebut signal transfer point

Walaupun sebagian besar jaringan telah dikendalikan secara CCS, namun inchannel signaling masih diperlukan di beberapa titik, misalnya komunikasi antara pelanggan dengan sentral local. Pada mode *disassociated*, informasi signaling dan *speech* (suara) dapat melalui *rute* yang berbeda.



Gambar 13.2. Mode associated



Gambar 13.3. Mode disassociated

Dimana :

- Sinyaling links
- Speech links
- Switching point (speech)
- Switching point (signal transfer point)

Skema/standar CCS yang sangat banyak digunakan adalah Signaling System No 7 (SS7). Karakteristik utama SS7 antara lain :

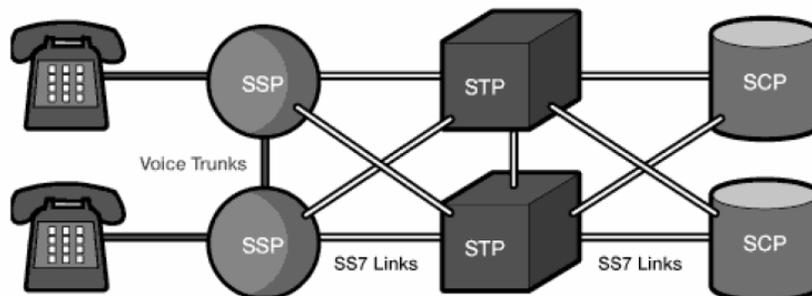
- Telah teroptimasi untuk jaringan telekomunikasi digital, menggunakan kanal 64 kbps.
- Dirancang untuk dapat mengakomodasi fungsi call control, remote control, manajemen, dan pemeliharaan jaringan.
- Keandalan dalam hal keterurutan data yang dikirim tanpa loss maupun duplikasi.
- Dapat diimplementasikan pada jaringan analog dengan kecepatan kurang dari 64 kbps.
- Dapat pula digunakan untuk link terrestrial point-to-point dan satelit

Link fisik telah didefinisikan untuk laju berikut :

- E-1 2,048 Mbps (32 kanal, masing-masing 64 kbps)
- T-1 1,544 Mbps (24 kanal, masing-masing 64 kbps)
- V-35 64 kbps
- DS-0 64 kbps

Jaringan SS7 terpisah dari network voice yang telah disupportnya. Dimana SS7 terdiri dari beberapa node atau *Signalling Point* yang nantinya akan menyediakan fungsi-fungsi yang spesifik. Pada signalling network, terdiri dari tiga Node utama yaitu: *Service Switching Point (SSP)*, *Signal Control Point (SCP)* dan *Signal Transfer Point (STP)*. Ketiga node-node utama tersebut pada umumnya terhubung point-to-point dengan bit rate 56 kbps. Data dilewatkan melalui jaringan tersebut dengan teknologi *packet-switching*. Ketiga node tersebut harus mampu create, *receive* dan merespon SS7 *message*.

Saat pertama kali SSP merupakan sebuah digital switches yang menyediakan akses voice dan *call routing*. SSP ini sudah dilengkapi dengan hardware interface dan software yang berhubungan dengan aplikasi SS7.



Gambar 13.4. Sinyaling SS7

Pada umumnya SSP merupakan *Local Exchange* (LE) atau *Interexchange circuits switches* dan *mobile switching centre*. Dalam dunia GSM, MSC berperan sebagai SSP di SS7 Network. SSP memiliki dua fungsi utama yaitu :

1. Menghubungkan dan memutuskan hubungan, menggunakan ISUP messaging. Saat SSP harus membangun hubungan (setup) ke switch lain. SSP harus mampu memformulasikan dan mengirim SS7 message dengan informasi pengalamat-an yang tepat.
2. Membuat dan melaunch SS7 message yang telah dipersiapkan ke database external.

SCP adalah parameter atau kontrol yang dihasilkan oleh interface untuk database application atau service control logic. Pesan yang dikirimkan dari SSP ke SCP digunakan untuk mendapatkan routing information dan service information. SCP bukan merupakan sebuah aplikasi database melainkan menyediakan akses ke database application. Contoh, pentranslasian database dari toll-free 800 didukung oleh SCP. Saat ada panggilan toll-free, switch LE akan menunda proses pemanggilan dan mengirim message ke SCP untuk mendapatkan jaringan Circuit Carrier Identifitaion Code (CIC) yang tepat agar panggilan dapat di routekan ke switch yang tepat. Tanpa SCP, LE tidak akan tahu nomor 800 tersebut atau

kemana dia akan di routekan. Beberapa produsen STP telah mulai menyediakan aplikasi database pada STP nya. Sehingga SCP dapat difungsikan juga sebagai STP. Pada SS7 network, aplikasi ini masih terlihat seperti SCP database dan sama network functions routing.

Fungsi utama dari STP adalah switch dan address SS7 messages. SS7 message tidaklah berasal atau ditujukan ke STP. Tetapi STP merelay SS7 message seperti packet switch atau message router ke node SS7 lainnya agar dapat berkomunikasi. Beberapa SSP atau SCP memerlukan akses untuk signalling sebelum terhubung ke sebuah STP.

Fungsi-fungsi utama dari STP :

- Sebagai *physical connection* ke SS7 network
- Sekuritas melalui proses *gateway screening*
- *Message routing* melalui Message Transfer Part (MTP)
- *Message addressing* melalui *Global Title Translation* (GTT)\
- Biasanya STP-STP dioperasikan secara berpasangan sebagai cadangan/redundancy. STP-STP biasanya diinterkoneksi secara hierarki di mana STP lokal menyediakan akses ke SSP. Kemudian STP lokal terhubung ke sebuah gateway STP, yang mana gateway STP ini menyediakan akses ke jaringan lain atau aplikasi data base (basis data).

### 13.3. Arsitektur Protokol SS7

Jaringan SS7 adalah jaringan berbasis paket yang mengendalikankan pembangunan, pengelolaan, dan pembubaran panggilan telepon. *Message transfer part* bersesuaian dengan 3 lapis terbawah OSI. *Signaling connection control part* (SCCP) menyediakan sebuah layanan *connectionless* serta *connection oriented*.

Untuk memahami Protokol SS7, diperlukan pemahaman mengenai *Open System Interconnection* (OSI layer). Berikut lapisan-lapisan dari OSI layer :

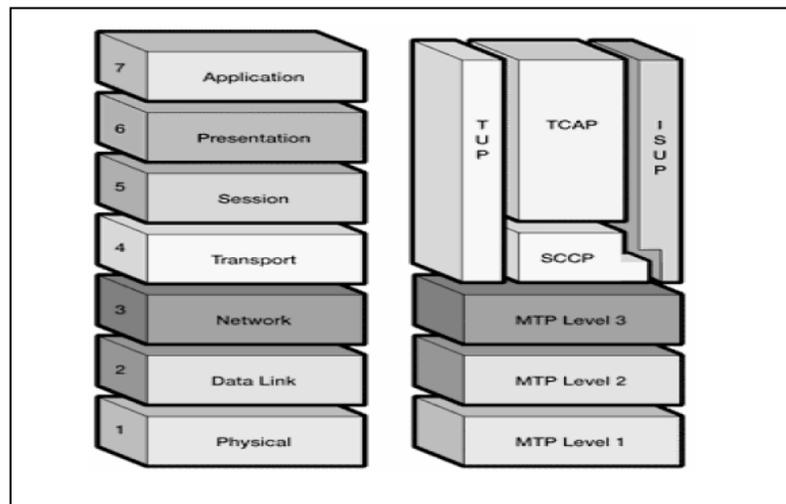
- Layer 1 - Physical
- Layer 2 - Data Link
- Layer 3 - Network
- Layer 4 - Transport
- Layer 5 - Session
- Layer 6 - Presentation
- Layer 7 - Application

Pada gambar di bawah ini, terdapat 3 user part: TUP (*telephone user part*), DUP (*data user part*), dan ISUP (*ISDN user part*).

Pada lapis 1 mendefinisikan karakteristik fisik, listrik, dan fungsional dari signaling data link, lapis 2 menjalankan fungsi-fungsi signaling link, di antaranya :

- Delimitasi unit pensinyalan dengan flag
- Pencegahan imitasi flag dengan bit stuffing
- Deteksi kesalahan dengan check bit
- Kendali kesalahan dengan retransmisi dan penerapan nomor urut eksplisit
- Deteksi kegagalan *signaling link*

Lapis 3, menjalankan fungsi jaringan signaling yang terbagi dalam 2 kategori :



Gambar 13.5. Model OSI pada protokol stack SS7

- Fungsi *signaling message-handling*
- Fungsi *signaling network management*

Dan lapis 4, mendefinisikan fungsi dan prosedur sesuai dengan tipe user, apakah telepon, data, atau ISDN.

### 13.4. Message Transfer Part (MTP)

Pada gambar di atas terdapat bagian Message Transfer Part (MTP yang dibagi menjadi 3 level. Dalam SS7, tiga layer pertama menjadi Message Transfer Part (MTP). MTP level satu lebih spesifik ke physical, electrical dan memiliki karakteristik fungsional signalling data links. Beberapa interface pada untuk signalling SS7 adalah DS0A dan V.35.

MTP level dua menjamin transmisi yang reliable dengan menggunakan teknik seperti *message sequencing* dan frame check sequence seperti Cyclic redundancy Check (CRC). Berikut format dari MTP level dua :

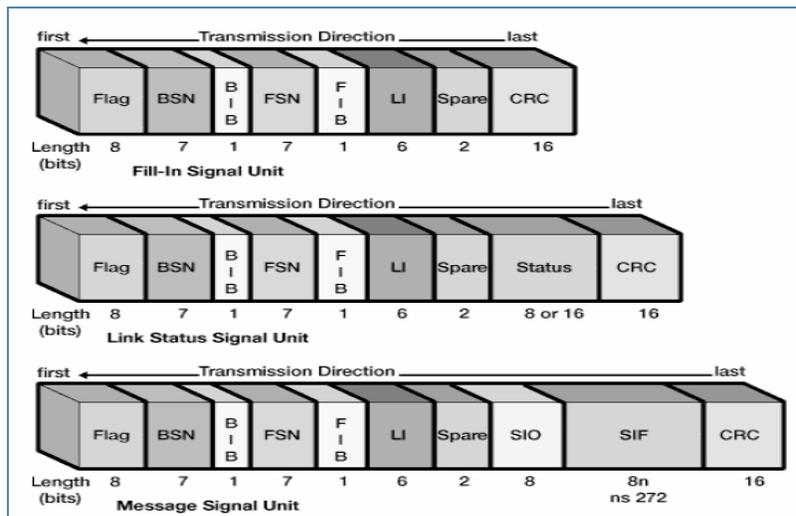
- Flag (F)  
Sebagai indikasi awal dan akhir dari signal unit
- Cyclic Redundancy Check (CK)  
16 bit checksum yang harus sama antara originating dan terminating
- Signaling Information Field (SIF). Indikasi informasi info routing dan signaling yg digunakan di layer atasnya

- Service Information Octet (SIO)  
Indikator service dan versi yang akan di gunakan oleh layer di atas nya

- Length Indicator (LI)  
menampilkan banyaknya oktet pada message tersebut
- Forward Indicator Bit (FIB)  
Digunakan untuk mengidentifikasi *error recovery* dan nomor portabel dan mengindikasikan database siap di query
- Forward Sequence Number (FSN), indikator *sequence number signal unit*
- Backward Indikator Bit (BIB)  
Untuk *error recovery*
- Backward Sequence Number (BSN) digunakan untuk *acknowledge-receipt* dari *signal unit*.

Dalam sinyaling system no. 7 (SS7) menggunakan 3 tipe untuk Signaling Unit antara lain :

1. *Message Signal Unit*; digunakan sebagai jalan semua data informasi termasuk yg berhubungan dengan call controll, network management dan maintenance. Signal Unit (SU) ini mensupport juga information exchange yang diperlukan untuk service/ layanan yg diberikan seperti Caller ID
2. *Link Status Signal Unit*; menyediakan link status indication, sehingga link dapat di monitor dan system akan tahu kapan link out of service
3. *Fill-In Signal Unit*; menampilkan pengecekan error dan akan di transmit kan saat MSU atau LSSU ada



Gambar 13.6. Sinyal unit SS7

MTP Level 3 menyediakan message routing antara titik sinyaling dalam jaringan SS7. MTP Level 3 melakukan routing ulang jika terjadi trafik dari link yang gagal dan titik sinyaling akan mengendalikan trafi tersebut ketika terjadi kemacetan. MTP Level 3 ini sama atau ekivalent dengan OSI pada Network Layer. MTP level tiga ini juga menyediakan fungsi sebagai message address Routing dan network Management. Network element pada ANSI SS7 didasarkan pada pengalamatan yang biasa di sebut *point codes*. Sebuah point code terdiri dari 9 digit yang terbagi dalam 3 group : XXX-YYY-ZZZ, dimana :

- XXX = Network Identification
- YYY = Cluster Member
- ZZZ = Member Number

Tiap-tiap nomor tersebut di atas berasal dari 8 digit, jadi range

yang dimiliki berkisar mulai 000sampai 254.

Semua elemen network di SS7 ditandai dengan sebuah POINT CODE. Untuk point code dari perangkat Huawei, point code-nya berformat hexadesimal, sedangkan Alcatel berformat 4-3-4-3. Ditiap STP diberikan *unique point code* untuk keperluan network routing. STP juga menggunakan spesial addressing point code yang di sebut *alias point code* yang digunakan untuk me-route kan message ke STP berikutnya. Sebuah alias point code di berikan ke STP -STP yang saling *adjacent* secara langsung dengan tujuan agar kedua STP tersebut saling mengenali.

GT (Global Title) merupa-kan pengalamatan / addressing yang digunakan untuk pengiriman antar SSP (misal dari MSC ke HLR; originating MSC ke Terminating

MSC dll). Ketika sebuah MSC ingin berkomunikasi dengan HLR, maka MSC tersebut akan menggunakan GT dari HLR yang ditujunya. Hubungan dari MSC ke HLR nantinya akan melalui beberapa STP. Oleh STP yang terhubung langsung (paling dekat) dengan MSC, GT HLR yang berasal MSC tadi akan diterimanya dan akan di translasi ke point code STP berikutnya. Komunikasi antara MSC dengan STP terdekat tadi menggunakan point code masing-masing dimana point code MSC sebagai OPC (Originating Point Code) dan point code STP sebagai DPC (Destination Point Code).

MTP level 3 ini juga memiliki critical network management functions yang terbagi menjadi tiga yaitu :

- Link Management menyediakan manajemen local signalling link seperti link activation, deactivation dan restoration.
- Route Management Menyediakan pertukaran route sinyaling yang tersedia antara titik sinyaling menggunakan prosedur terdefinisi seperti transfer prohibited, transfer restricted dan lain sebagainya.
- Traffic management mengatur pengaturan trafik-trafik yang out-of-service

SCCP (*Signalling Connection Control Part*) merupakan sebuah protokol layer selanjutnya setelah MTP. Pada dasarnya SCCP ini menyediakan pengalamatan dan *routing capabilities*. SCCP

digunakan untuk *end-to-end routing* dengan menggunakan MTP untuk menyampaikan message dari node satu ke node yang lain, selain itu SCCP juga memberikan service bagi protokol di atasnya seperti halnya TCAP (*Transaction Capability Application Part*).

Penggunaan GTT (*Global Title Translation*) sebagai *actual destination* merupakan salah satu fungsi dari STP. Dimana MTP menggunakan point code tujuan sebagai pengalamatan *inter-connecting node*, SCCP menggunakan empat informasi : *calling/called party number*, DPC (*Destination Point Code*), *sub-system number* dan *translation type*. DPC biasanya adalah pengalamatan dari STP yang menunjukkan suatu GTT. Sub-system number adalah *logical address* yang di tentukan dari application database.

Sebuah SCP bisa jadi memiliki aplikasi database yang banyak (*multiple application data base*), jadi subsystem digunakan untuk memeriksa database yang digunakan. SS7 message di routing kan menggunakan MTP ke STP yang dituju dengan berdasarkan GTT-nya. Di sini STP akan memeriksa called party address dan meneruskan ke tabel Global Title untuk mendapatkan informasi routing selanjutnya. *Type translation* di sini digunakan untuk peng identifikasian, dimana Global Title Table merujuk ke suatu STP yang memiliki list GTT tersebut. Global Title Table memberikan informasi mengenai DPC ke sebuah message se-hingga dapat

di route kan menggunakan MTP. Proses operasi TCAP membutuhkan kedua routing MTP dan SCCP. MTP digunakan didalam hubungan dengan SCCP untuk route dari message ke network.

DPC yang berada di dalam TCAP message akan memberikan informasi GTT. TCAP message berisi informasi mengenai type subsystem dan translasi. TCAP message adalah sebuah MTP yang di route kan ke GTT STP. Saat message dikirimkan ke sebuah STP, SSP akan mengecek status dari *line* original calling *party's* dan memberikan respon ke CLASS *subscriber's switch*. Respon ini diroutingkan MTP menggunakan *point code* dari CLASS *subscriber switch* sebagai DPC-nya.

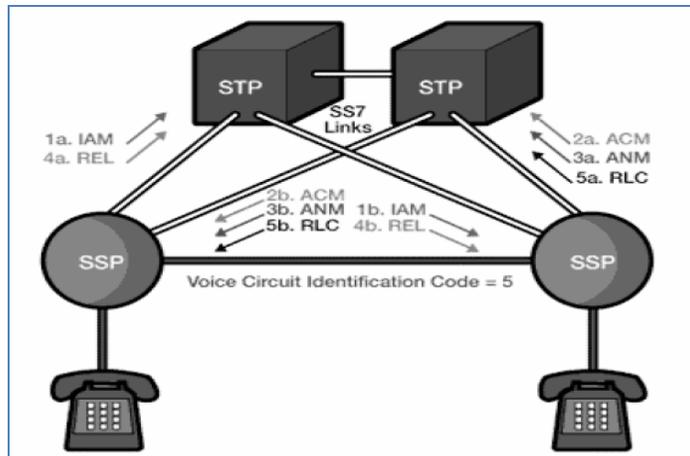
Lapisan atas dari SS7 menggunakan beberapa protocol yang berbeda yang terbagi menjadi 2 "area" yaitu: user parts dan application parts. User Parts digunakan untuk memberikan service connection-oriented seperti misalnya call setup dan disconnect. Application parts biasa mensupport untuk jenis *service connection-less* seperti *call routing*, informasi *profile subscriber*, akses database.

### **13.5. ISUP (ISDN User Parts)**

ISUP (*ISDN User Parts*) merupakan protokol yang digunakan untuk membangun hubungan antar switching. Pada beberapa negara yang mengembangkan SS7, protokol yang digunakan

untuk membangun dan memutuskan hubungan antar switching menggunakan TUP (Telephone User Parts). ISUP menggunakan message types untuk mengetahui exchange information yang diperlukan untuk membangun hubungan antar network switch. Message tersebut biasanya di route kan menggunakan pengalamatan MTP.

Misalnya, pelanggan men-dial 10 digit nomor. Dari nomor yang di dial tersebut, tabel routing di wireless switching akan menentukan bahwa panggilan tersebut harus di switch kan ke local access tandem untuk di routingkan ke interexchange carrier. Wireless switch akan meng-create ISUP message (sebuah IAM, Initial Address Message), dengan menggunakan point code dari access tandem sebagai DPC nya, dan trunk group antara wireless switch dan access tandem sebagai CIC (Circuit Identification Code) nya. Message tersebut dikirim oleh A-links dari wireless switch ke STP. STP memeriksa DPC nya dan me-route kan message menggunakan MTP ke STP yang terhubung dengan access tandem. STP tersebut mengirim ISUP message ke access tandem switch. STP harus memiliki routing table dan gateway screening untuk proses pe-routingan, sehingga jika ada message dari network yang tak dikenal, message tersebut dapat ditolak.



Gambar 13.7. Dasar signalling ISUP

Dengan digunakannya signalling untuk proses pembentukan hubungan, maka informasi-informasi mengenai keadaan dari network tersebut juga akan didapatkan. Sebagai contoh, operator dapat menggunakan data-data dari ISUP message untuk membuat detail record panggilan dan mengcreate tagihan panggilan tersebut. Atau bisa juga operator menggunakan data-data di ISUP untuk mengetahui penyebab panggilan-panggilan yang gagal. Dengan ISUP message tersebut akan memberikan kode-kode penyebab kegagalan panggilan tadi dan meng-identifikasikan dimana letak masalah kegagalan panggilan tadi.

TCAP (Transaction Capability Part) merupakan sebuah SSP menggunakan TCAP untuk me-minta routing number ke sebuah SCP. Dan SCP pun menggunakan TCAP untuk merespon balik dengan memuat informasi routing number ke SSP.

Saat sebuah *mobile subscriber* berada di MSC yang bukan asalnya (MSC lain), atau katakanlah berada di area MSC baru, maka VLR akan meminta profil2 yang berhubungan dengan pelanggan tersebut ke HLRnya subscriber tersebut menggunakan Mobile Application Part (MAP) yang dimuat di dalam TCAP. TCAP ini berisi SCCP yang merupakan bagian dari sebuah MSU. TCAP message terdiri dari transaction portion *dan* component portion

- Transaction Portion; menyediakan informasi routing dan informasi lainnya seperti halnya transaction ID yang di gunakan untuk melacak TCAP message.
- Component Portion; menyediakan tool komunikasi yang di gunakan untuk meng-inisiasi operas, terutama mengenai message-message return errors, reject dan lain-lain,

### 13.6. Rangkuman

Dari uraian tersebut di atas maka dapat diambil inti pembahasan pada bagian ini adalah sebagai berikut :

1. Common Channel Signaling System No. 7 (SS7 atau C7) merupakan standart global untuk system teekomunikasi yang didefinisikan oleh International Telecommunication Union (ITU).
2. Standart SS7 mendefinisikan prosedur dan protocol dimana bahwa dalam sebuah element jaringan public switched telephone network (PSTN) perpindahan informasi melalui jaringan pensinyalan secara digital mempengaruhi telephone wireless dan telephone jaringan kawat serta routing dan control.
3. Signalling System 7 yang sering disebut SS7 merupakan protokol signalling *out-of-band* yang menyediakan pembangunan hubungan bagi sistem telekomunikasi lanjut. Out of band artinya bahwa kanal signalling dengan kanal komunikasi terpisah antara satu dengan yang lain.
4. Jaringan SS7 adalah jaringan berbasis paket yang mengendalikan pembangunan, pengelolaan, dan pembubaran panggilan telepon.

### 13.7. Soal Latihan

Kerjakan soal-soal dibawah ini dengan baik dan benar

1. Apa yang dimaksud dan tujuan dengan SS7 dalam sistem telekomunikasi ?.
2. Apa kelebihan sistem komunikasi yang menggunakan SS7 ?.
3. Jelaskan arsitektur dan protokol SS7 dalam sistem telkomunikasi !.
4. Apa perbedaan SS7 dengan ISDN ?.



# BAGIAN 14

## JARINGAN DIGITAL LAYANAN TERPADU

### Tujuan

- Setelah mempelajari bagian ini diharapkan dapat:
5. Mengetahui Jaringan Digital layanan Terpadu sistem telekomunikasi.
  6. Mengetahui bagian-bagian penting pada Jaringan Digital layanan Terpadu
  7. Memahami Jaringan Digital layanan Terpadu beserta sifat-sifatnya.

### 14.1. Pendahuluan

Kelemahan pada sebuah jaringan komunikasi yang menggunakan sinyal analog adalah jeleknya kualitas sinyal tersebut karena banyaknya gangguan. Adanya noise tersebut kualitas suara yang melewati sebuah saluran komunikasi menjadi semakin jelek seiring dengan bertambah panjangnya saluran yang dilewati. Kerena pada komunikasi analog, noise sulit dihilangkan maka komunikasi mengarah pada komunikasi digital. Pada komunikasi digital menyediakan berbagai teknik pengkodean sehingga noise dapat ditekan seminimal mungkin atau bahkan dapat diabaikan.

Setelah transistor ditemukan pada tahun 1948, dan penemuan ini sangat mempengaruhi perkembangan komputer.

Transistor menggantikan tube vakum di televisi, radio, dan komputer. Transistor dalam banyak hal mengungguli tube vakum, namun transistor menghasilkan panas yang cukup besar, yang dapat berpotensi merusak bagian-bagian internal komputer. Batu kuarsa (*quartz rock*) menghilangkan masalah ini. Jack Kilby, seorang insinyur di Texas Instrument, mengembangkan sirkuit terintegrasi (IC: *integrated circuit*) di tahun 1958.

Setelah munculnya IC, tujuan pengembangan menjadi lebih jelas: mengecilkan ukuran sirkuit dan komponen-komponen elektrik. Large Scale Integration (LSI) dapat memuat ratusan komponen dalam sebuah chip. Pada tahun 1980an, *Very Large Scale Integration* (VLSI) memuat ribuan komponen

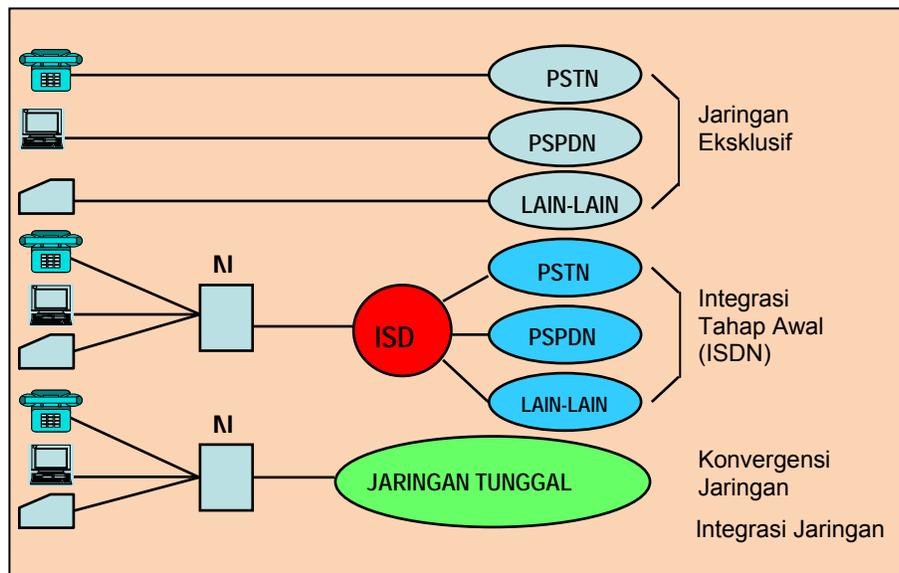
dalam sebuah chip tunggal. *Ultra-Large Scale Integration* (ULSI) meningkatkan jumlah tersebut menjadi jutaan.

Kemampuan untuk memasang sedemikian banyak komponen dalam suatu keping yang berkurang setengah keping uang logam mendorong meningkatnya teknologi digital sebagai pilihan terutama pada teknologi komunikasi data.

Dengan berkembangnya teknologi *Integrated Circuit* sangat memungkinkan penerapan teknologi komunikasi digital yang memuaskan serta mendorong perusahaan telepon untuk menggantikan saluran analog dengan saluran digital. Hingga sekarang ini telah jarang sekali perusahaan komunikasi telepon yang tidak menggu-

nakan saluran digital. Jaringan ini juga disebut IDN (*Integrated Digital Network*).

Jaringan komunikasi IDN yang telah digunakan telah banyak memecahkan masalah yang dihadapi perusahaan telepon terutama menekan noise yang muncul. Dengan meningkatnya kualitas sinyal komunikasi tersebut dan banyaknya informasi yang terkirim jika menggunakan pengkodean digital menjadikan alasan yang sangat menarik untuk mengubah jaringan komunikasi yang tadinya analog menjadi komunikasi telepon secara digital secara keseluruhan dari awal sampai akhir. Evolusi mengenai jaringan komunikasi dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 14.1. Evolusi komunikasi

Bagi para pengguna komputer yang telah bekerja secara digital, hal ini sangat ideal sekali, karena dengan adanya teknologi IDN maka tidak lagi memerlukan modem dan menjamin kecepatan yang lebih tinggi. Pada perusahaan telepon digital juga telah dapat menghindarkan diri dari kehilangan data akibat noise yang hampir tidak ada.

#### 14.2. ISDN

ISDN atau yang sering disingkat dengan *Integrated Services Digital Network*. ISDN merupakan sebuah desain untuk jaringan telepon/telekomunikasi yang semuanya digital. ISDN pada komunikasi data untuk mengirim suara, data, citra, video, dan data apapun yang dibutuhkan. ISDN juga dirancang untuk menyediakan antarmuka tunggal meliputi hardware dan protokol komunikasi pada komunikasi telepon, mesin fax, komputer, video-phone, dan mikrowave.

ISDN juga dapat didefinisikan sebagai pengembangan dari jaringan telepon IDN (*Integrated Digital Network*) yang menyediakan hubungan digital dari ujung satu pelanggan ke ujung pelanggan lain secara digital untuk proses transformasi informasi dalam bentuk suara, data dan gambar. Konsep ISDN juga dapat diamati dari berbagai sudut pandang yang berbeda-beda: Standar

ISDN telah ditetapkan oleh ITU-T, standar tersebut menyatakan prinsip ISDN dari sudut pandang ITU-T, yaitu:

1. Mendukung aplikasi suara dan non-suara dengan menggunakan rangkaian terbatas dari fasilitas-fasilitas yang sudah distandarkan.
2. Mendukung aplikasi switched dan nonswitched.
3. Ketergantungan terhadap koneksi 64-kbps.
4. Kecerdasan dalam jaringan.
5. Arsitektur protokol belapis.
6. Macam-macam Konfigurasi.

ISDN juga telah direkomendasikan oleh ITU dengan kode I.120 ITU-T pada tahun 1993 dimana: Bentuk Utama ISDN adalah mendukung bermacam-macam aplikasi suara dan non-suara pada jaringan yang sama, Elemen kunci integrasi layanan ISDN adalah ketetapan jangkauan layanan jenis-jenis koneksi terbatas dan aturan interface pemakai jaringan multiguna, ISDN mendukung aplikasi koneksi switched dan non-switched mencakup koneksi *circuit switched* dan *packet switched*, Layanan baru dapat dipraktekkan kedalam ISDN yang disesuaikan dengan koneksi digital switched 64 kbps, ISDN memuat kecerdasan untuk menyediakan bentuk-bentuk layanan, pemeliharaan, dan fungsi-fungsi dalam manajemen jaringan.

Keuntungan yang dapat diperoleh bila komunikasi telepon, faksimil, teks, video, transmisi data, gambar dan jaringan komputer menggunakan layanan ISDN ini. Di antaranya adalah kecepatannya yang dapat mencapai 144 Kbps (Kilobit per second) atau bahkan hingga 2 Mbps (Megabit per second). ISDN dapat dikatakan sebagai jaringan telekomunikasi yang melalui perombakan jaringan telepon, yang dapat melayani aplikasi suara maupun non suara seperti data, teks, citra, dan video pada satu jaringan yang sama.

ISDN merupakan gambaran tentang jaringan telepon untuk masa depan dengan kecepatan data yang sangat tinggi dan noise yang sangat rendah atau nol. ISDN dirancang dengan menggunakan media transmisi serat optik, dimana media ini adalah media komunikasi yang dapat mengirimkan menggunakan cahaya dengan kecepatan yang sangat tinggi. Hal ini bertujuan supaya pelayanan tukar-menukar informasi dengan cepat dapat dilakukan dengan mudah. Tetapi karena hal itu sangat mahal maka diguna-kanlah kabel tembaga yang tentunya membuat kecepatannya menurun bahkan dianggap terlalu lambat untuk kualitas video.

Teknologi jaringan ISDN diprakarsai oleh H.Shimada setelah ditemukannya CCITT pada tahun 1971. Kemudian, aplikasi ISDN segera terwujud setelah CCITT merekomendasikan standar Red Book (1985) dan standar Blue Book (1988) dalam wujud *Narrow Band* (N-ISDN). ISDN dikem-

bangkan dari jaringan telepon dengan mengusahakan agar tidak melakukan perubahan secara mendasar pada sentral telepon yang sudah ada. Sebab saat ini pada dasarnya jaringan telepon yang telah tersebar secara luas di dunia sudah menggunakan teknik digital pada bagian transmisi dan switchingnya.

Dari uraian tersebut diatas setelah adanya ISDN maka muncul B-ISDN. B-ISDN adalah Broadband ISDN. ISDN sebelumnya sering disebut Narrow band ISDN. B-ISDN ini bukanlah sekedar ISDN yang kawat tembaganya diganti dengan serat, tetapi B-ISDN adalah sebuah desain ulang total. Ia mampu menyediakan seluruh pelayanan telekomunikasi baik video, data, maupun suara melalui antarmuka tunggal seperti yang diharapkan. Selain itu juga dengan ISDN kecepatan komunikasi data dapat jauh lebih tinggi.

Tidak dipungkiri bahwa para ahli di dunia sekarang sudah menemukan dan memperkenalkan teknik komunikasi yang lebih canggih, seperti pengembangan NISDN menjadi B-ISDN (Broadband ISDN) yang menyediakan lebar jalur yang lebih lebar untuk komunikasi, dari sekedar layanan telepon suara sampai gambar bergerak (video).

Teknologi telah menawarkan komunikasi dengan kecepatan transfer data sampai 100 Mbps (Mega bit per detik). Selain itu juga telah dikembangkannya teknik transfer data ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) yang sanggup mengirimkan data

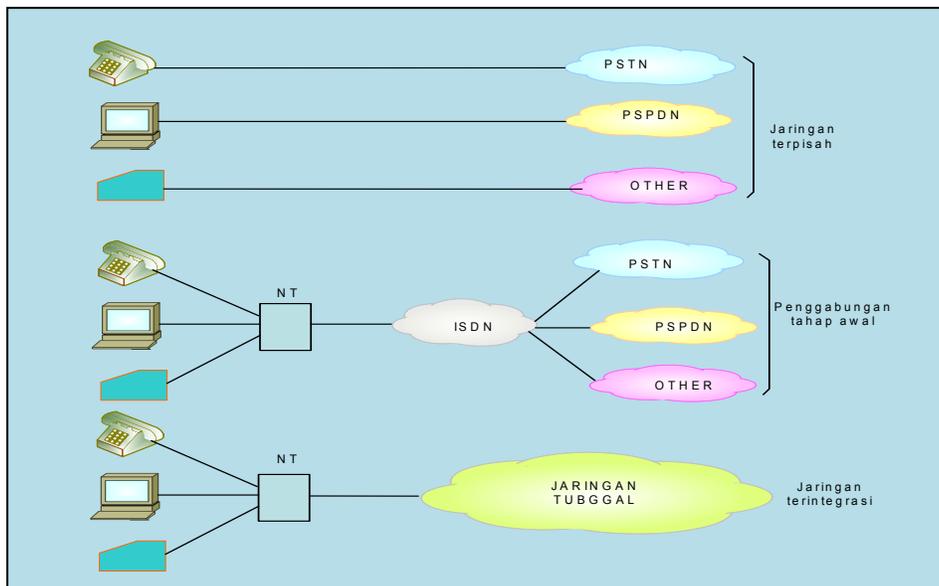
pada kecepatan 140 Mbps, hal ini jelas sangat mendukung perkembangan ke arah Information.

Sebelum memahami lebih jauh mengenai ISDN yang telah diuraikan diatas, yang perlu diketahui sebelumnya adalah mengenai jaringan telepon. Ada dua bagian pada jaringan telepon yaitu: Perusahaan Telepon selaku penyedia jasa dan Pelanggan selaku pengguna jasa. Pada sisi pelanggan biasanya terdiri dari sebuah telepon dan beberapa konektor. Sedangkan sisi perusahaan telepon yang menyediakan layanan terdiri dari banyak sekali kawat, serat optik, saklar, komputer dan berbagai alat canggih yang mahal yang digunakan untuk melayani komunikasi data.

ISDN akan lebih banyak berhubungan dengan bagian pelanggan. ISDN memperoleh data dari pelanggan untuk disampaikan ke perusahaan

telepon dengan cara tertentu. Bagaimana ISDN membawa data dari pelanggan ke perusahaan telepon sepenuhnya adalah urusan ISDN. Ini merupakan konsep penting yang sederhana. Jika kita memahami ini maka boleh dikatakan bahwa "SONET adalah jaringan telepon modern masa depan" maka dapat juga diketahui bahwa apa yang dibicarakan yaitu mengenai hal-hal yang terjadi di dalam perusahaan telepon atau di antara beberapa perusahaan telepon. Sehingga pernyataan mengenai ISDN sebagai jaringan telepon modern masa depan juga tetap benar, khususnya bila yang dimaksud adalah B-ISDN. Bedanya ialah B-ISDN untuk bagian pelanggan sedangkan SONET untuk bagian perusahaan telepon.

Perkembangan jaringan telekomunikasi menuju ISDN dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 14.2 Perkembangan ISDN

### 14.3. Arsitektur Broadband ISDN (B-ISDN)

B-ISDN sangat berbeda dengan *narrow band* ISDN khususnya dalam beberapa hal. Untuk memenuhi kebutuhan komunikasi video resolusi tinggi, kecepatan data yang lebih tinggi di butuhkan komunikasi dengan kecepatan data sampai orde 150 Mbps. Agar supaya dapat secara simulatan mendukung satu atau lebih servis interaktif dan servis terdistribusi, total subscriber line rate yang dibutuhkan sekitar 600 Mbps. Dalam istilah ini, sistem telepon yang terpasang sekarang menuntut data rate yang sangat besar supaya dapat dipenuhi. Satu-satunya teknologi yang tepat untuk penyebaran data rate seperti itu adalah dengan menggunakan fiber optik sebagai media transmisinya. Hal ini menyebabkan penggunaan B-ISDN tergantung pada langkah pengenalan dari teknologi fiber optik.

Pada internal jaringan juga ditemui adanya satu masalah yaitu masih menggunakan teknik switching yang digunakan. Fasilitas switching hanya mampu menangani range yang lebar serta dengan bit rate yang berbeda dan parameter trafic. Meskipun peningkatan kemampuan hardware switching dan peningkatan dari penggunaan fiber optik, sangat sulit untuk menangani permintaan yang besar yang berbeda-beda dari B-ISDN dengan menggunakan teknologi switching. Hal ini dapat juga dikatakan bahwa teknologi jaringan internal juga harus berubah. Maka dengan

adanya adanya masalah ini perlu peningkatan kebutuhan dalam beberapa tipe dari fast packet switching yang menjadi dasar teknik switching bagi B-ISDN. Bentuk switching semacam ini telah mendukung pengguna baru interface protokol jaringan yang dikenal dengan ATM.

Seperti halnya narrow band ISDN, maka B-ISDN juga menggunakan kontrol yang didasarkan pada signaling kanal. Dalam jaringan, SS7 yang telah diperbaiki untuk mendukung kemampuan yang telah di perbesar dari network kecepatan tinggi dan akan digunakan. Hampir sama pula, signaling kontrol dari pengguna jaringan akan mempergunakan versi yang diperbaiki dari I.451/Q.931. B-ISDN tentunya harus mendukung pelayanan transmisi 64kbps yang masih menggunakan paket switching maupun circuit switching yang di support oleh narrow band ISDN.

### 14.4. Struktur Transmisi

ISDN menyediakan rate data pengiriman transformasi untuk pelanggan B-ISDN serta pelayanan transmisi telah dijelaskan, dimana yang pertama terdiri dari full duplex 155.52 Mbps. Kedua pelayanan yang didefinisikan adalah asimetrik, menyediakan transmisi ke pelanggan ke network pada rate 155.52 Mbps dan dalam arah lain 622.08 Mbps, serta kapasitas tertinggi dari layanan didefinisikan pada 622.08 Mbps full duplex.

Data rate 155.52 Mbps tentu saja sudah dapat mendukung

servis narrow band ISDN, dimana hal ini telah siap untuk mendukung satu atau lebih basic atau primer rate interface. Hal ini juga dapat mendukung sebagian besar dari B-ISDN. Pada rate tersebut salah satu atau beberapa kanal video dapat didukung, tergantung pada resolusi video dan teknik coding yang digunakan, sehingga pelayanan full duplex dengan kecepatan 155.52 Mbps ini mungkin akan menjadi pelayanan B-ISDN yang paling umum.

Kecepatan transfer data yang lebih tinggi, dengan kecepatan 622.08 Mbps diperlukan untuk menangani distribusi banyak

data video, hal ini diperlukan ketika akan digunakan video conference yang dilakukan secara simultan. Data rate ini masuk akal dalam arah network ke pelanggan. Pelanggan biasa tidak akan memulai servis distribusi ini sehingga masih dapat menggunakan kanal dengan bit rate yang lebih rendah. Pelayanan komunikasi full duplex 622.08 Mbps sangat cocok untuk provider yang menyediakan distribusi video.

Arsitektur protokol dari B-ISDN memperkenalkan beberapa elemen baru yang tidak ditemukan dalam protokol ISDN seperti pada gambar berikut.

Plane management function	
Control plane	User Plane
Higher layer : protocol & function	Higher layer : Protocols & function
Adaption Layer	
ATM layer	
Physical medium dependent layer	

Gambar 14.3. Protokol ISDN

Untuk B-ISDN dapat diasumsikan bahwa transfer informasi melalui user-network interface akan menggunakan apa yang dikenal dengan ATM. ATM adalah, dalam esensi, sebuah bentuk dari transmisi paket melalui user-network interface dalam cara yang sama dengan X.25. Perbedaan antara X.25 dan ATM adalah X.25 menyertakan signaling kontrol pada kanal yang sama dengan transfer data, dimana ATM menggunakan kanal signaling bersama. Perbedaan lainnya adalah paket

X.25 yang berbeda-beda panjangnya, sedangkan paket ATM adalah tetap ukurannya, yang direferensikan sebagai cell.

Keputusan untuk menggunakan ATM untuk broadband ISDN adalah sangat tepat. Ini mengimplikasikan bahwa B-ISDN adalah network dengan packet base, dalam arti bahwa interface dan internal switching. Meskipun direkomendasikan bahwa B-ISDN akan mendukung aplikasi circuit mode, ini akan dilakukan melalui mekanisme transport paket base.

Sehingga ISDN merupakan awal dari revolusi dari circuit switching menjadi paket switching network.

#### 14.5. Antarmuka Akses Yang Tersedia

Hal ini juga sering disebut dengan antarmuka akses sebagai layanan yang disediakan oleh sebuah perusahaan telepon. Tetapi hal ini harus hati-hati menggunakan kata layanan dengan ISDN karena ia berarti hal-hal seperti audio, video, dan lain-lain. Hal yang akan diperoleh dari perusahaan telepon berkaitan dengan layanan adalah data dengan bermacam-macam tingkat kecepatan dan berbagai kombinasi dari saluran yang terpisah serta data dan signalling, dimana hal ini adalah antarmuka akses.

ISDN didesain pada saluran 64 Kbps. Angka ini diperoleh dari fakta bahwa kecepatan data sebaiknya pada level yang sama dengan sampling saluran analog (8000 sampling per detik dengan 8 bit tiap sampel). ISDN menggunakan kombinasi dari saluran-saluran 64 Kbps ini dan juga saluran 16 Kbps untuk signalling. Saluran 64 Kbps dinamakan saluran B, sedangkan saluran 16 Kbps disebut saluran D. Penamaan lebih lengkap untuk saluran-saluran tersebut adalah: Saluran A ( dengan A singkatan Analog), Saluran B (dengan B singkatan Binary), Saluran D untuk signalling.

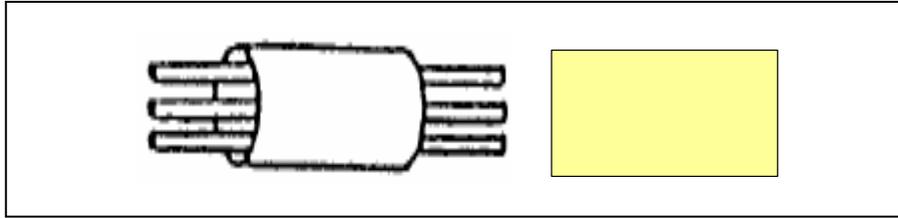
Ada dua macam antarmuka yang sering digunakan, yaitu: Antarmuka kecepatan dasar, untuk penggunaan di rumah-rumah serta antarmuka kecepatan primer, untuk penggunaan di bidang bisnis. Antarmuka kecepatan dasar dirancang untuk mengirim informasi yang dikirim ke rumah-rumah melalui kabel tembaga.

Perusahaan telepon telah menyediakan saluran 160 Kbps untuk antarmuka ini, sehingga dapat digunakan dua saluran B dan sebuah saluran D dan masih memiliki 16 Kbps untuk overhead (meliputi data framing, maintenance, dan control).

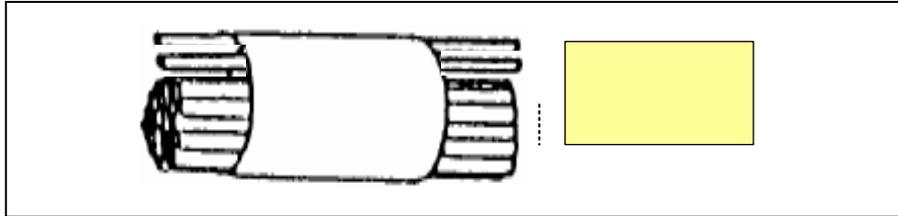
Secara garis besar saluran ISDN dibagi menjadi dua yaitu:

- Kecepatan dasar
  - ✓ Terdiri dari 2 kanal B dan 1 kanal D dalam sebuah frame BRI (basic rate interface)
  - ✓ Kanal:            B1 D B2 D  
                      B1 D B2 D
  - ✓ Jumlah bit:    8    1 8    1  
                      8    1 8    1
- Kecepatan primer
  - ✓ Berisi 30 kanal B dan 2 kanal D

Kedua saluran tersebut digunakan untuk berkomunikasi dan kecepatan primer akan dapat menampung saluran yang jumlahnya lebih besar. Kedua saluran tersebut dapat digambarkan seperti di bawah ini :



Gambar 14.4. Saluran kecepatan dasar



Gambar 14.5. Saluran kecepatan Primer

Basic Rate

Di Amerika Serikat, hanya disediakan untuk ISDN sebuah saluran B dan sebuah saluran D, dimana jika hanya dengan sebuah saluran B lagi digunakan maka akan dibebani dengan biaya tambahan. Dengan sedikit saluran yang tersedia mempunyai tujuan bukan semata-mata alasan bisnis, tetapi juga disebabkan buruknya perlengkapan yang tidak memungkinkan dilakukan antarmuka kecepatan dasar tanpa di ditingkatkan kemampuannya.

Antarmuka kecepatan primer digunakan untuk bisnis dengan kebutuhan data yang lebih besar. Hubungan ke perusahaan telepon jauh lebih cepat karena menggunakan beberapa saluran B. Biasanya di Amerika Serikat didesain untuk 23 saluran B dan sebuah saluran D. Ini disebut layanan DS1. Di Eropa sering menggunakan 30 saluran B dan

sebuah saluran D yang dinamai layanan E1.

Dengan antarmuka kecepatan primer, akan dapat mengkombinasikan beberapa saluran B menjadi sebuah saluran H. Ada beberapa kecepatan saluran H, dimana yang paling umum adalah H0 (384 Kbps) atau 6 saluran B. Adapun H11 adalah 24 saluran B atau ekuivalen dengan layanan DS1. H12 ialah 30 saluran B atau setara servis E1.

Untuk lebih detailnya mengenai saluran ISDN dapat dijelaskan di bawah ini :

Saluran tipe B :

- o Pembawa sinyal informasi dari user ke jaringan dalam bentuk suara, data atau video.
- o Kecepatan 64 kbps mrpk kecepatan yang dibutuhkan untuk aplikasi data digital

Primary Rate

- o Dapat digunakan untuk untuk aplikasi circuit switch ISDN, paket switch atau non switch
- o Dapat juga untuk penyaluran voice hifi dg BW 7 Khz atau 15 KHz yang diproses menjadi 64 kbps
- o Dapat juga untuk pengiriman low bitrate data seperti telemetry dan user to user.

Saluran tipe H yang terdiri dari :

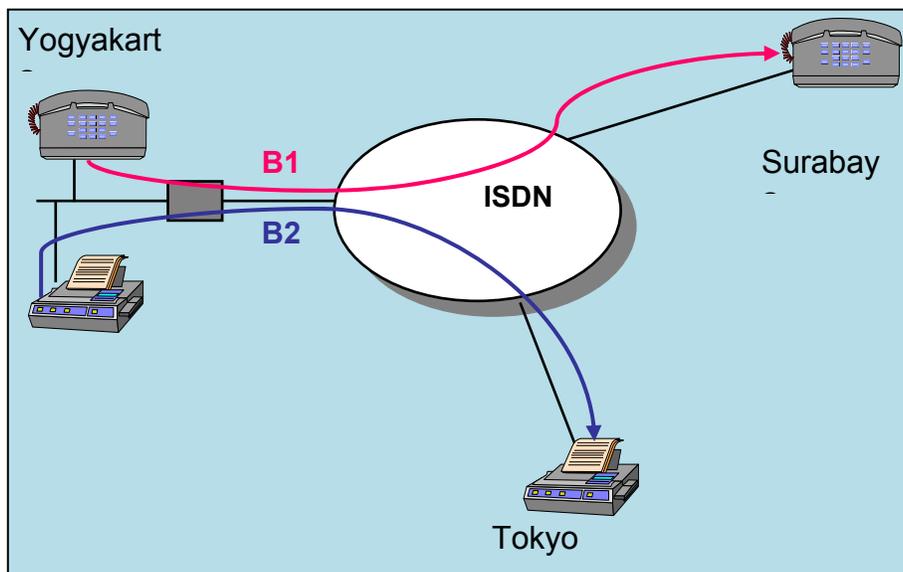
- o Ho = 384 kbps
- o H11 = 1536 kbps
- o H12 = 1920 kbps

Saluran tipe D :

- o Untuk membawa pesan pen-sinyalan dari suatu terminal ISDN ke jaringan melalui konektor pisik dan sistem pesan pensinyalan standar
- o Selalu siap sedia beroperasi pada kecepatan 16 kbps (BRA) atau 64 kbps ( PRA).

Saluran H digunakan sebagai: Sinyal Informasi serta mode penyambungan: Switched (paket switch dan sirkit switch) dan Non Switch.

Dalam berkomunikasi bisa juga dilakukan dengan menggunakan dua saluran komunikasi seperti gambar di bawah ini :



Gambar 15.6. Komunikasi menggunakan dua saluran

#### 14.6. Model Referensi ISDN

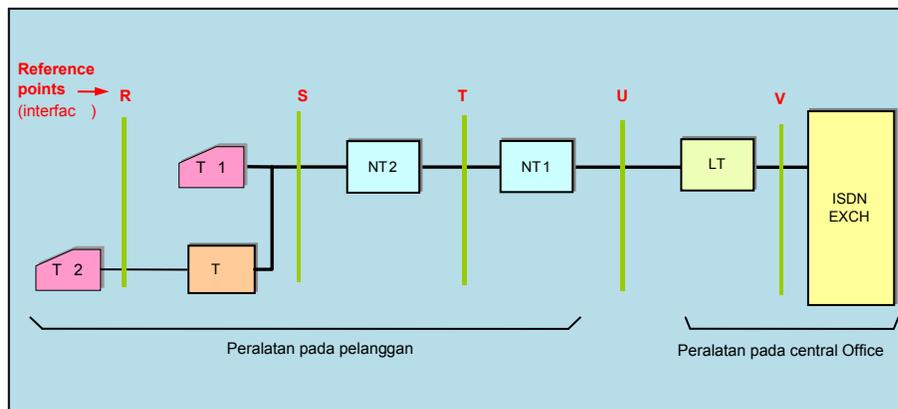
Koneksi fisik antara TE dan NT membutuhkan: 2 pasang kawat untuk transmisi arah forward dan

backward, 2 kawat untuk pasokan daya dari power supply ac atau dc lokal serta 2 kawat untuk distribusi daya dari NT ke TE. Untuk memperjelas ilustrasi mengenai

model referensi akses ISDN dapat dilihat dalam gambar 14.7.

Untuk lebih jelasnya maka dapat dijelaskan hal-hal di bawah ini :

- TE1 (Terminal Equipment 1): terminal dirancang untuk ISDN Terminal dg kemampuan protokol yang relevan dengan interface pada titik referensi S & T dan dapat dihubungkan langsung ke sistem passive bus NT. Contoh: Telepon ISDN; Video phone.
- TE2 (Terminal Equipment 2): terminal nonISDN, ISDN via TA Terminal yang tidak dilengkapi dengan protokol ISDN dan hanya dapat dihubungkan ke NT dengan bantuan terminal adapter. Contoh: Telepon konvensional ( terminal a/b ) Terminal X-25.
- NT1 (Network Terminal 1): Melakukan fungsi layer 1 OSI menyediakan fungsi-fungsi yang ekuivalen dg fungsi layer 1 model OSI, memastikan bahwa TE secara pisik & elektrik sesuai dengan jaringan akses sentralisasi pemeliharaan. Contoh: titik terminasi fisik 2 kawat ke 4 kawat.
- NT2 (Network Terminal 2): Melakukan fungsi layer 2 OSI) Menyediakan fungsi-fungsi yang ekuivalen dengan layer 2 dan layer di atasnya. Contoh : PABX; LAN
- LT (Line Termination): merupakan terminasi saluran pelanggan di sentral. Titik terminasi antara jaringan akses dengan sentral ISDN. LT dapat membentuk fungsi-fungsi seperti NT, test loop, pembangkitan sinyal dan konversi kode.



Gambar 14.7. Model Referensi ISDN

- ET Titik terminasi jaringan akses dg sentral ISDN dimana sinyal kontrol diproses, di mana data informasi dan data pensinyalan diproses. Hal ini juga bertugas untuk menangani data link layer protokol DSS 1, data yang diterima diubah kedalam

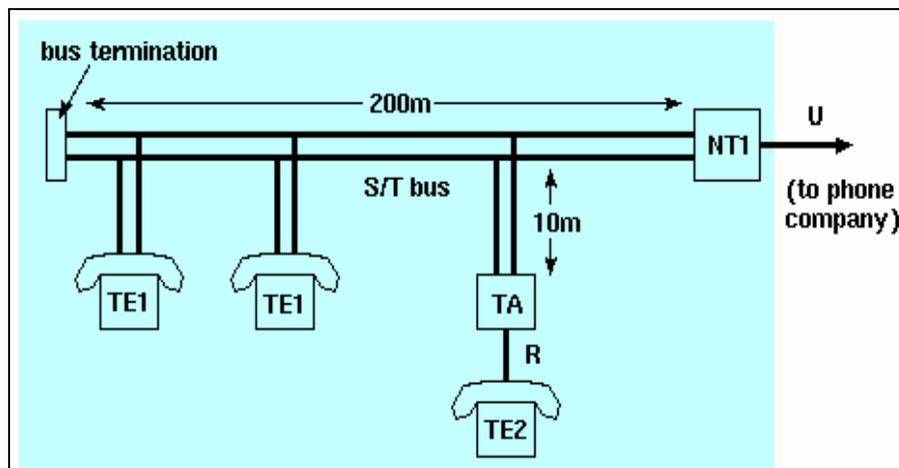
format lain misal SS7 sebelum dikirim keluar ET.

### 14.7. Perangkat Keras (Hardware)

Hardware merupakan lapisan pertama (lapisan fisik) dari S/T bus. Lapisan fisik mendefinisikan secara fisik, seperti fisik jaringan yang didesain meliputi pengkabelan, konektor, power, dan lain-lain. ISDN menggunakan jack telepon standar dengan bit yang lebih lebar. ISDN menggunakan jack 8 pin yang bekerja pada 4 kawat. CPI didasarkan pada sistem 4 kawat ini, yaitu 2 kawat untuk transmisi dan 2 kawat lagi untuk menerima. Kawat ini biasanya merupakan kawat tembaga.

Jika menggunakan ISDN dengan sebuah piranti maka konfigurasi tersebut dinamakan konfigurasi point to point. Tetapi kebanyakan ISDN dipakai untuk beberapa devais seperti yang terlihat pada gambar di atas. Hal inilah yang dinamakan dengan konfigurasi multipoint. Masalah power juga perlu diperhatikan karena power pada ISDN berbeda dengan power pada sistem telepon yang lama. Pada sistem telepon analog, perusahaan telepon yang menyediakan power, sehingga bila listrik di rumah padam, saluran telepon tetap aktif.

Dengan ISDN diperlukan tambahan power dan masing-masing piranti dan memperoleh power tersebut dari dari NT1.



Gambar 14.8. Tipe dari CPI.

Seluruh lalu lintas dalam S/T bus dilakukan dalam frame 48 bit pada kecepatan transmisi 192 Kbps. Proses pengkodean di S/T

bus dikenal dengan nama Modified Alternate Mark Invert (MAMI).

Selain di Amerika Serikat titik referensi T menentukan cara

pe-langgan berbicara dengan perusahaan telepon. Hal ini karena perusahaan telepon memiliki dan mengoperasikan peralatan NT1 meskipun peralatan tersebut terletak di rumah pelanggan. Oleh karena itu setup titik referensi U dilakukan oleh setiap perusahaan telepon.

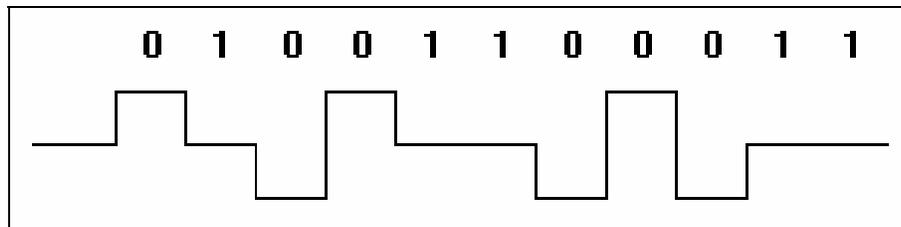
Berkaitan dengan istilah signalling, maka ISDN menggunakan dua tipe signalling. Untuk komunikasi dengan perusahaan telepon lokal, ISDN menggunakan Digital Subscriber Signalling System #1 (DSS 1). DSS 1 mendefinisikan format data dalam saluran D, bagaimana pengalamatannya, dan lain-lain. Tipe signalling lain yang sering digunakan adalah SS7. SS7 ini mendefinisikan protokol komunikasi dan format-format data. Ia mirip dengan DSS 1 tetapi bersifat lebih umum.

Masalah switching kalau ditinjau kembali sebenarnya bukanlah masalah pada pelanggan, tetapi hal tersebut juga menjadi

masalah dan tanggung jawab perusahaan telepon. Dalam kenyataannya masalah switching ini tidak sepenuhnya teratasi. Kadang pelanggan harus turun tangan sendiri, misalnya untuk koneksi Point to Point diperlukan Circuit Switched Data (CSD).

Terminal Adaptor dirancang untuk memberi fasilitas bagi peralatan dengan kecepatan data lebih rendah dari 64 Kbps per saluran B. Untuk itu perlu penyesuaian kecepatan sehingga tidak ada kekacauan antar berbagai devais yang berbeda kecepatannya. Beberapa peralatan standar telah tersedia di pasar untuk maksud ini, seperti: X21, X25, dan RS-232C.

Invers Multiplexing didefinisikan sebagai metoda untuk mengkombinasikan beberapa saluran B untuk memperoleh kecepatan yang lebih tinggi dari 64 Kbps. Metoda yang paling umum digunakan adalah BONDING (for Bandwidth ON Demand Interoperability Group).



Gambar 14.9. MAMI encoding.

Metoda kedua adalah MultiLink PPP yang digunakan bila routing IP aktif di ISDN. Metode ketiga ialah Multirate Service yang sering

pula disebut Nx64 servis. Ini relatif mahal tetapi lebih cepat.

## 14.8. Pesawat Telepon Digital

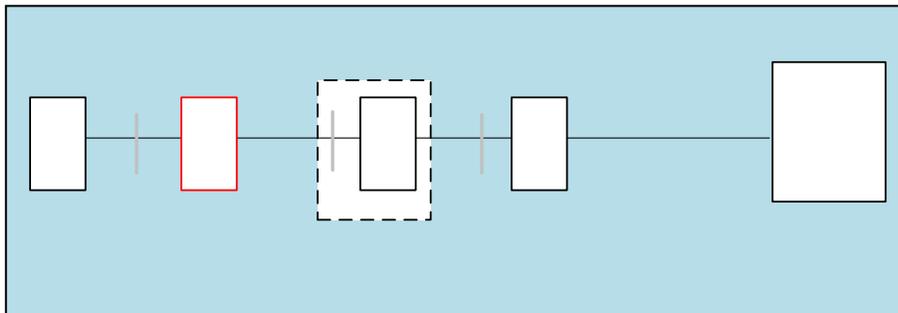
Hal yang perlu dipelajari dalam ISDN adalah telephone digital. Hal ini dikarenakan telephone analog tidak dapat bekerja dengan menggunakan telephone analog. Gambaran secara blok diagram mengenai sambungan telephone digital dengan ISDN dapat digambarkan seperti pada gambar 14.10.

Bagian-bagian yang penting pada telephone digital dapat dijelaskan fungsinya seperti di bawah ini :

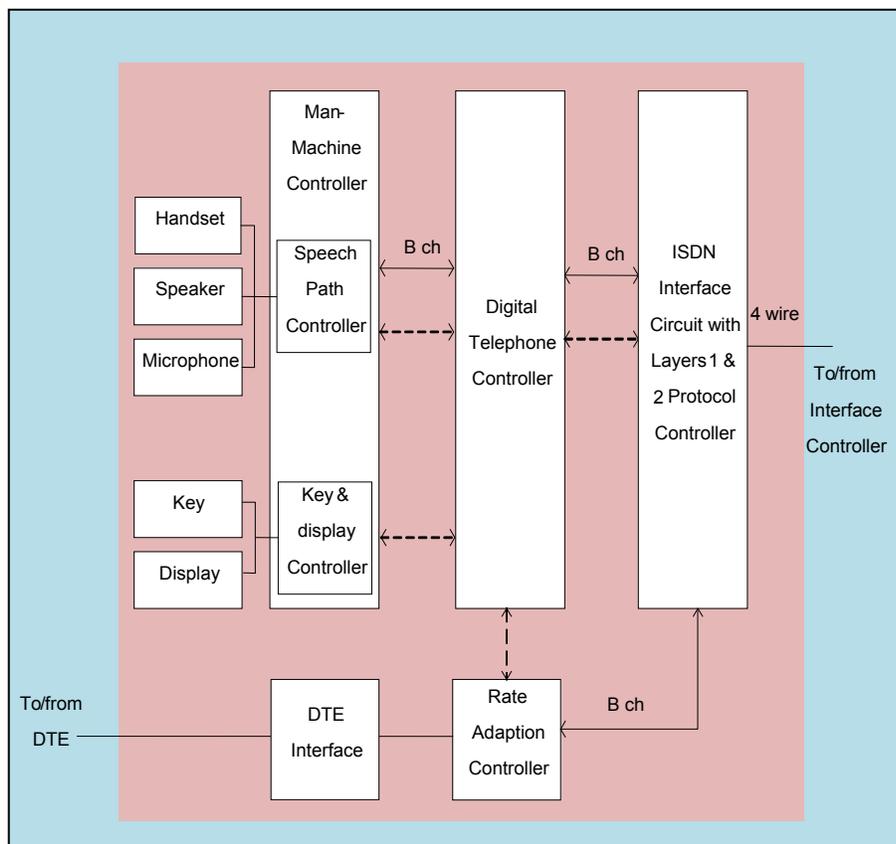
1. ISDN Interface Circuit with Layers 1 and 2 Protocol Controller  
Berfungsi untuk melakukan fungsi layer 1 antara lain terminasi dari saluran melalui kopling induktif (transformator) dan memberi catuan, melaku-

kan fungsi Layer 2, yakni dengan menggunakan protokol LAPD, serta memilih kanal B yang akan digunakan

2. Digital Telephone Controller  
Berfungsi untuk melakukan fungsi protokol Layer 3 dan Mengontrol keseluruhan elemen fungsional dalam pesawat telepon digital.
3. Man-machine Interface Controller.  
Berfungsi untuk mengontrol jalur *speech* termasuk proses CODEC sinyal suara, me-ngontrol sinyal-sinyal digit dari Keypad dan mengontrol pe-nampilan angka-angka dalam display dan mengontrol sinyal-sinyal nada/dering berdasar-kan sinyal *message* yang diterima.



Gambar 14.10. Sambungan Telephone digital dengan ISDN



Gambar 14.11. Diagram blok diagram Telephone digital

4. Rate Adaption Controller and DTE Interface. Berfungsi untuk Interworking dengan DTE dan melakukan penyesuaian laju bit yang berasal dari < 64 Kbps ke laju bit 64 Kbps pada B channel serta untuk melakukan kon-versi protokol DTE ke ISDN user-network interface.

Telephone digital dapat digambarkan secara blok diagram sebagaimana terlihat pada gambar 14.11

Pada telephone digital yang tersambung menggunakan ISDN bekerja secara Basic Rate Access

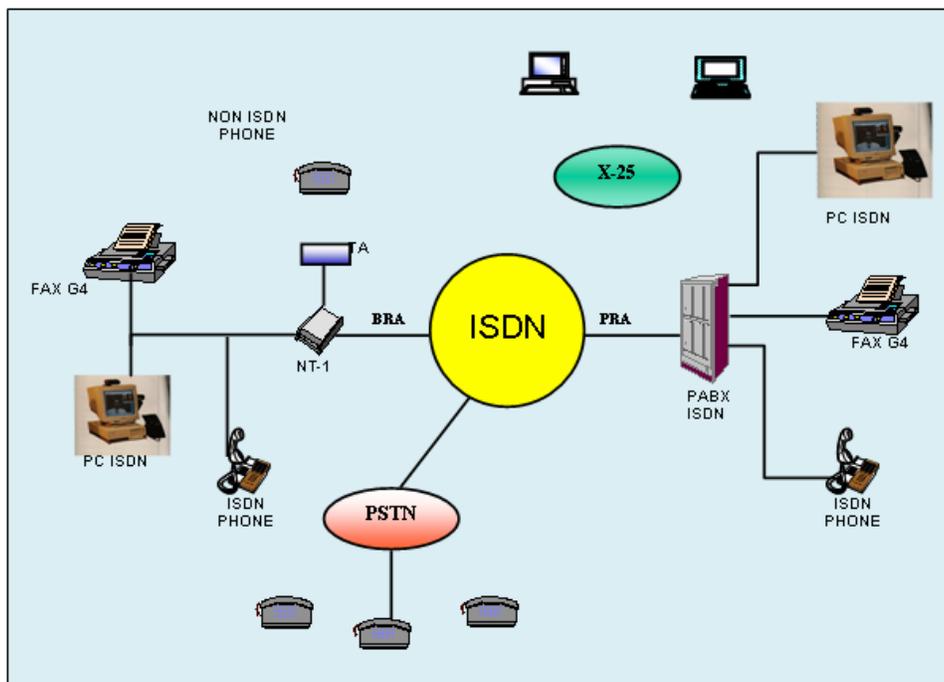
(BRA), dimana prinsip sistem ini sama dengan Hunting System yang digunakan untuk pelanggan ISDN serta Primary Rate Access (PRA) yang berguna sebagai penghubung antar PABX, yang tersambung ke PSTN, Cukup satu PABX serta hubungan antar PABX ini menggunakan Tie Line.

Sistem BRA dan PRA dapat dijelaskan sebagaimana gambar 14.12 di bawah ini.

## 14.9. Hal yang berkaitan dengan ISDN

### 14.9.1. Number Identification Supplementary Service

- *Direct Dialing In (DDI)* : Pengguna dapat langsung berkomunikasi dengan pengguna lain dalam suatu PABX ISDN atau sistem jaringan pribadi tanpa melalui operator PABX.
- *Multiple Subscriber Number (MSN)* : Adanya beberapa nomor ISDN (multiple) pada sambungan pelanggan BRA, max 8 nomor telephone yang berbeda.
- *Calling Line Identification Presentation (CLIP)* : Menampilkan nomor telephone pemanggil pada terminal ISDN yang dipanggil.
- *Calling Line Identification Restriction (CLIR)* : Mencegah ditampilkannya nomor telepon ISDN pemanggil pada terminal ISDN yang dipanggil
- *COnnected Line identification Presentation (COLP)*: Menampilkan nomor telephone ISDN dari terminal yang terhubung pada terminal ISDN pemanggil.



Gambar 14.12. Konsep dasar BRA dan PRA

- *COnnected Line identification Restriction (COLR)0* : Mencegah ditampilkannya nomor telephone ISDN dari terminal yang terhubung pada terminal ISDN pemanggil.
- *Malicious Call Identification (MCI)* : Pelayanan yang memungkinkan seorang untuk meminta identifikasi panggilan yang diterimanya.
- *Sub-addressing (SUB)* : Memungkinkan SUB untuk memperluas kapasitas penomoran pada satu nomor ISDN yang diberikan oleh operator.

#### 14.9.2. Call Offering Supplementary Service

- *Call Transfer (CT)* : Memungkinkan pengguna untuk memindahkan panggilan yang datang atau pemanggilan ke arah luar atau panggilan konferensi tertentu ke pihak ketiga. Panggilan yang dipindahkan harus sdh tertentu hubungan ujung ke ujungnya sebelum pemanggilan tersebut dipindahkan.
- *Call Forwarding Busy (CFB)* : Pelayanan yang memungkinkan pelanggan yang tak dapat menjawab panggilan karena sibuk sehingga mengalihkan panggilan tersebut ke answering service, nomor pelanggan lain yang ditunjuk, announcement.
- *Call Forwarding No Reply (CFNR)*:

Pelayanan yang memungkinkan pelanggan bila tak mau menjawab panggilan akan dialihkan panggilan tersebut ke answering service, nomor pelanggan lain yang ditunjuk, announcement

- *Call Forwarding Unconditional (CFU)*: Pelayanan yang diberikan memungkinkan pelanggan yang tak mau menjawab panggilan tanpa suatu syarat untuk mengalihkan panggilan tersebut ke answering service, nomor pelanggan lain yang ditunjuk, announcement
- *Multiple Access Line Hunting (MA/LH)*: Seleksi otomatis suatu saluran bebas dr suatu bundel saluran yang melayani pelanggan atau penerimaan suatu panggilan ke nomor direktori umum pelanggan tersebut

#### 14.9.3. Call completion Supplementary Service

- *Call Waiting (CW)* : Memungkinkan pelanggan untuk mengidentifikasi panggilan masuk lainnya pada saat sedang melakukan komunikasi.
- *Call Hold (CH)* : Suatu hubungan dapat digenggam (tanpa pemutusan hubungan). Ini artinya panggilan yang lain dapat dijawab atau setup.setelah selesai panggilan yang digenggam dapat dilanjutkan.

#### 14.9.4. Charging Supplementary Service

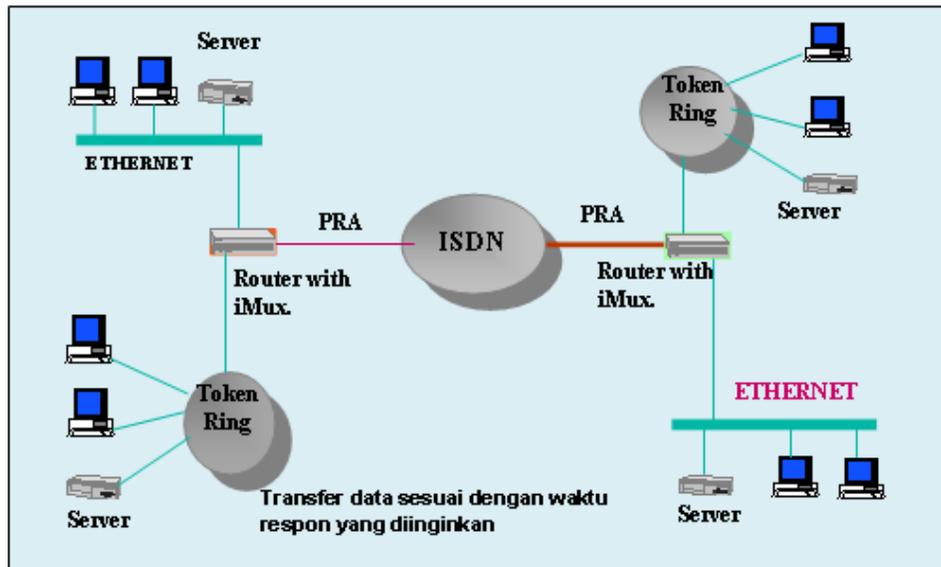
- *Advice of Charge Set-up (AoC-S)*  
Selama hubungan terjadi jaringan ISDN dapat menyediakan informasi tentang biaya-biaya menyangkut hubungan tersebut saat sedang terjadi pembangunan hubungan.
- *Advice of Charge During (AoC-D)*  
Selama hubungan terjadi jaringan ISDN dapat menyediakan informasi tentang biaya-biaya menyangkut hubungan tersebut saat sedang berlangsung hubungan tersebut.
- *Advice of Charge End (AoC-E)*  
Selama hubungan terjadi jaringan ISDN dapat menyediakan informasi tentang biaya-biaya menyangkut hubungan

tersebut saat hubungan baru selesai dilakukan.

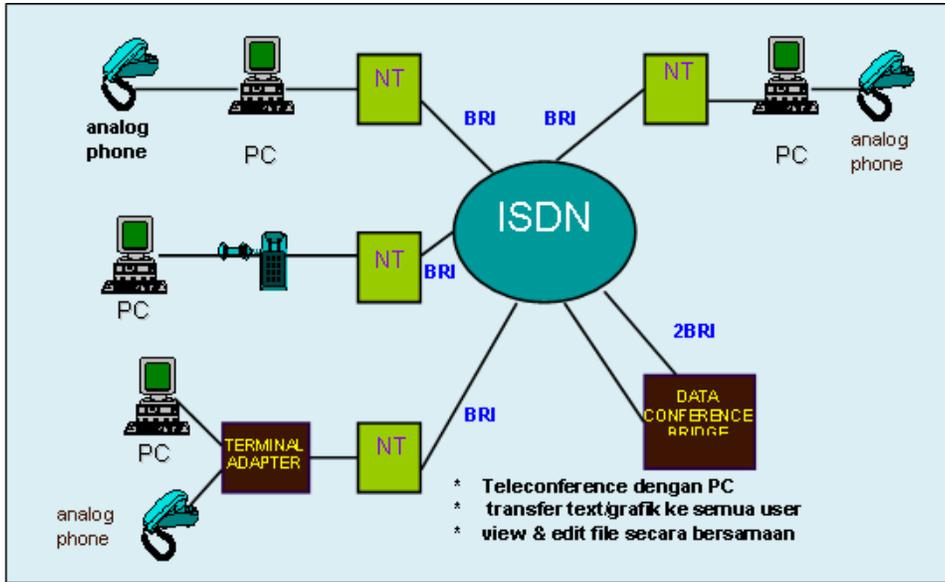
- *Additional Information Transfer Supplementary Service*
- *User to User Signaling (UUS)* :  
Memungkinkan pengguna ISDN untuk mengirim/menerima informasi dalam jumlah terbatas ke/dari pengguna ISDN lain melalui kanal pensinyalan (kanal D).

#### 14.10. Penerapan ISDN dalam jaringan LAN

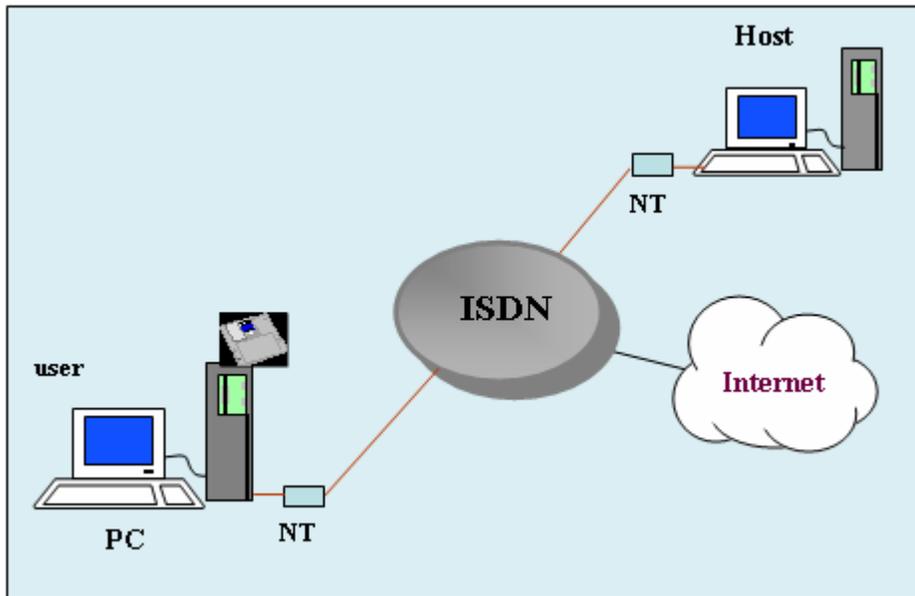
Karena beberapa kelebihan yang ditawarkan oleh ISDN, sekarang ini jaringan LAN maupun multimedia PC work group sudah banyak menggunakan ISDN. Selain itu ISDN juga diterapkan file transfer, Web searching, maupun PC based Video conference, file sharing, dan lain sebagainya



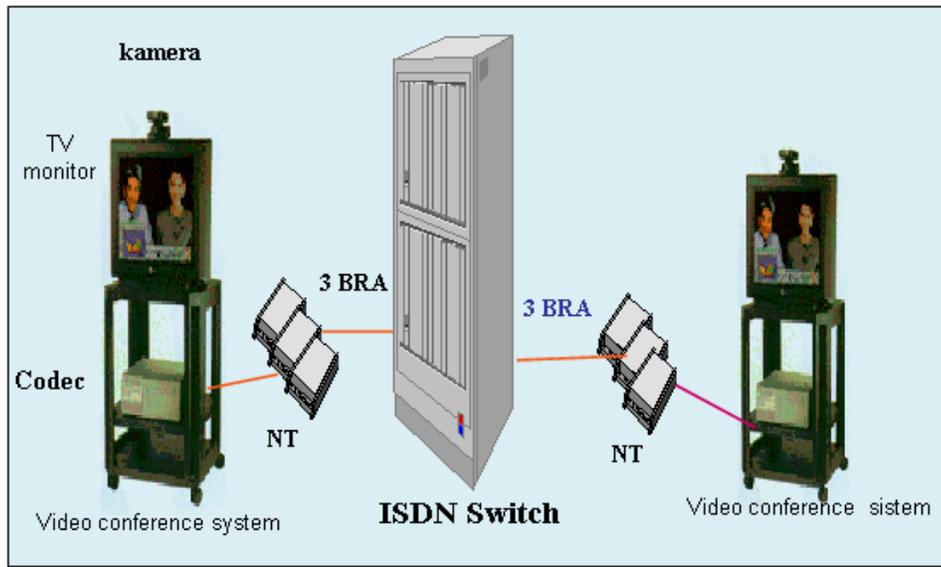
Gambar 14.13. Jaringan LAN menggunakan ISDN



Gambar 14.14. Multimedia PC work group menggunakan ISDN



Gambar 14.15. ISDN pada file transfer



Gambar 14.16. Penerapan ISDN pada Video conference

#### 14.11. Rangkuman

Dari uraian tersebut diatas maka dapat ambil inti pembahasan pada bagian ini adalah sebagai berikut :

1. ISDN atau yang sering disingkat dengan *Integrated Services Digital Network*. ISDN merupakan sebuah desain untuk jaringan telepon/telekomunikasi yang semuanya digital. ISDN pada komunikasi data untuk mengirim suara, data, citra, video, dan data apapun yang butuhkan. ISDN juga dirancang untuk menyediakan antarmuka tunggal meliputi hardware dan protokol komunikasi pada komunikasi telepon, mesin fax, komputer, video-phone, dan mikrowave.
2. ISDN juga dapat didefinisikan sebagai pengembangan dari jaringan telepon IDN (Integrated Digital Network) yang menyediakan hubungan digital dari ujung satu pelanggan ke ujung pelanggan lain secara digital untuk proses transformasi informasi dalam bentuk suara, data dan gambar.
3. ISDN telah ditetapkan oleh ITU-T , standar tersebut menyatakan prinsip ISDN dari sudut pandang ITU-T, yaitu:

- Mendukung aplikasi suara dan non-suara dengan menggunakan rangkaian terbatas dari fasilitas-fasilitas yang sudah distandarkan.
  - Mendukung aplikasi switched dan nonswitched.
  - Ketergantungan terhadap koneksi 64-kbps.
  - Kecerdasan dalam jaringan.
  - Arsitektur protokol belapis.
  - Macam-macam Konfigurasi.
4. Keuntungan yang dapat diperoleh bila komunikasi telepon, faksimil, teks, video, transmisi data, gambar dan jaringan komputer menggunakan layanan ISDN ini diantaranya adalah kecepatannya yang dapat mencapai 144 Kbps (Kilobit per second) atau bahkan hingga 2 Mbps (Megabit per second).
  5. ISDN dapat dikatakan sebagai jaringan telekomunikasi yang melalui perombakan jaringan telepon, yang dapat melayani aplikasi suara maupun non suara seperti data, teks, citra, dan video pada satu jaringan yang sama.

#### **14.12. Soal Latihan**

Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan baik dan benar

5. Apa yang dimaksud dengan ISDN dalam sistem telekomunikasi?
6. Apa yang dimaksud dengan B-ISDN, SONET dan ATM?
7. Apa kelebihan sistem komunikasi yang menggunakan ISDN
8. Jelaskan arsitektur dan protokol ISDN dalam sistem telkomunikasi.
9. Keuntungan apa yang diperoleh pada aplikasi ISDN dalam sistem telekomunikasi.
10. Berapa kecepatan transfer data jika menggunakan jaringan ISDN?



# BAGIAN 15

## JARINGAN DATA DAN INTERNET

### Tujuan

Setelah mempelajari bagian ini diharapkan dapat :

1. Mengetahui dan memahami konsep jaringan komputer
2. Mengetahui kebutuhan dan sasaran jaringan komputer
3. Mengetahui jenis dan klasifikasi jaringan komputer
4. Mengetahui standarisasi dan sistem operasi jaringan komputer
5. Memahami sistem operasi jaringan komputer

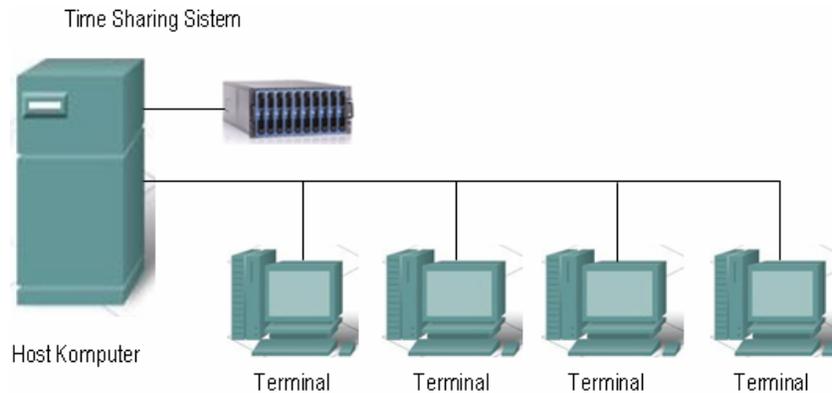
### 15.1. Pendahuluan

Konsep jaringan komputer lahir pada tahun 1940-an di Amerika dari sebuah proyek pengembangan komputer Model I di laboratorium Bell dan group riset Harvard University yang dipimpin profesor H. Aiken. Pada mulanya proyek tersebut hanyalah ingin memanfaatkan sebuah perangkat komputer yang harus dipakai bersama. Untuk mengerjakan beberapa proses tanpa banyak membuang waktu kosong dibuatlah proses beruntun (*Batch Processing*), sehingga beberapa program bisa dijalankan dalam sebuah komputer dengan dengan kaidah antrian.

Di tahun 1950-an ketika jenis komputer mulai membesar

sampai terciptanya super komputer, maka sebuah komputer mesti melayani beberapa terminal. seperti terlihat pada gambar 15.1. Untuk itu ditemukan konsep distribusi proses berdasarkan waktu yang dikenal dengan nama TSS (*Time Sharing System*), maka untuk pertama kali bentuk jaringan (network) komputer diaplikasikan.

Pada sistem TSS beberapa terminal terhubung secara seri ke sebuah host komputer. Dalam proses TSS mulai nampak perpaduan teknologi komputer dan teknologi telekomunikasi yang pada awalnya berkembang sendiri-sendiri.



Gambar 15.1. Time Sharing System

Memasuki tahun 1970-an, setelah beban pekerjaan bertambah banyak dan harga perangkat komputer besar mulai terasa sangat mahal, maka mulailah digunakan konsep proses distribusi (*Distributed Processing*). Seperti pada Gambar 15.2, dalam proses ini beberapa host komputer mengerjakan sebuah pekerjaan besar secara paralel untuk melayani beberapa terminal yang tersambung secara seri disetiap host komputer. Dalam proses distribusi mutlak diperlukan perpaduan atau kerjasama yang mendalam antara teknologi komputer dan telekomunikasi, karena selain proses yang harus didistribusikan, semua host komputer wajib melayani terminal-terminalnya dalam satu perintah dari komputer pusat.

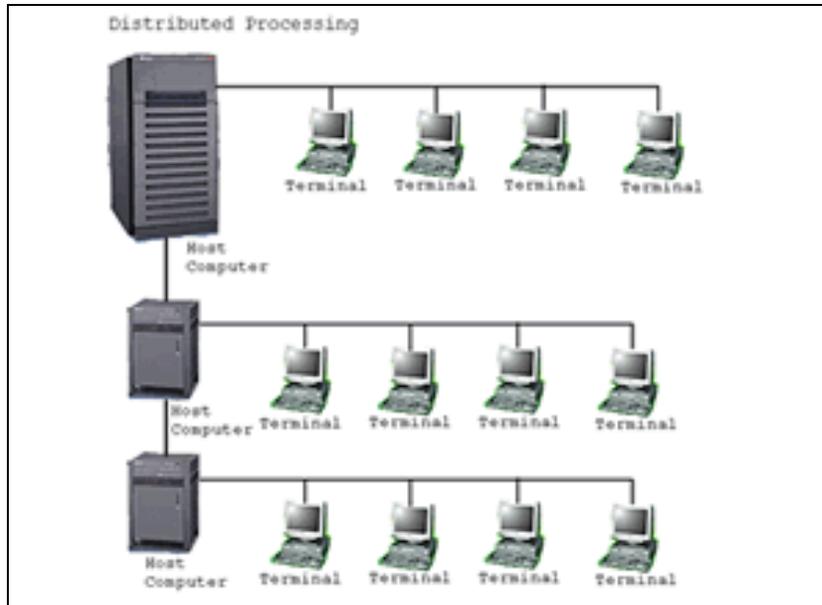
Jaringan adalah suatu set perangkat keras dan lunak didalam suatu sistem yang memiliki suatu aturan tertentu yang mengatur seluruh aktivitas dan perilaku anggota-anggotanya dalam melaku-

kukan suatu aktivitas. Satu komputer yang terkoneksi ke jaringan menjadi satu node dari jaringan tersebut.

Selain yang bukan komputer juga dapat menjadi node sepanjang mereka dapat berkomunikasi melalui jaringan, dengan mengirim dan menerima datanya terhadap node-node yang lain.

Istilah "host" secara umum diartikan sebagai komputer yang terkoneksi ke jaringan yang dapat memberikan layanan jaringan (*network service*). Data yang dikirimkan dari satu komputer ke komputer lain dalam jaringan dibawa oleh medium jaringan.

Medium yang banyak digunakan adalah Ethernet, termasuk juga Token Ring, FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*; medium yang menggunakan serat optik dan Apple's LocalTalk. Definisi Token Ring, FDDI dan Apple's Local Talk akan diterangkan dalam bagian-bagian berikutnya.



Gambar 15.2 Distributed Processing

### 15.2. Mengapa Jaringan Komputer Dibutuhkan

Kita membutuhkan jaringan komputer karena jaringan komputer dapat membawa informasi secara cepat dan tepat dengan tingkat kesalahan dalam pengiriman data yang dilakukan melalui media komunikasi dari *transmitter* (pengirim) menuju *receiver* (penerima) kecil, sehingga secara langsung maupun tidak langsung dapat membantu kita dalam menyelesaikan suatu pekerjaan. kendala dalam jaringan komputer masih dapat dijumpai misalnya :

1. Masih mahal nya fasilitas perangkat komunikasi

2. Adanya gangguan pada jalur transmisi yang digunakan oleh jaringan komputer
3. Masih rendahnya sumber daya manusia yang menguasai teknologi jaringan komputer
4. Masih mahal nya akses internet yang digunakan sebagai sarana untuk mengikuti perkembangan teknologi jaringan komputer.

### 15.3. Tujuan Jaringan Komputer

Beberapa hal yang sangat penting untuk diketahui apa sasaran yang ingin dicapai dalam membangun suatu jaringan komputer adalah :

#### 15.3.1. Resource Sharing

Dengan adanya jaringan komputer sumberdaya yang dimiliki oleh komputer yang lain dapat digunakan secara bersama-sama, begitu juga dengan sumberdaya yang dimiliki oleh komputer kita dapat digunakan oleh komputer yang lain.

Sebagai contohnya adalah seorang pengguna yang saling ber-jauhan letak geografisnya, dapat saling berkomunikasi dan bertukar data tanpa mengalami kesulitan dan tanpa membutuhkan waktu yang lama. Hal ini sering diartikan bahwa jaringan komputer dapat mengatasi masalah jarak dan geografis.

#### 15.3.2. Reliabilitas tinggi

Jaringan komputer dapat membantu untuk mendapatkan reliabilitas tinggi kita akan mendapatkan reliabilitas yang tinggi dengan memiliki sumber-sumber alternatif persediaan. Misalnya, semua file (berkas) dapat disimpan atau di-salin ke dua, tiga atau lebih komputer yang terkoneksi ke jaringan. Sehingga bila salah satu mesin rusak, maka salinan di mesin yang lain bisa digunakan.

#### 15.3.3. Menghemat biaya (*cost reduce*)

Dengan adanya jaringan komputer dalam berkomunikasi maka kita secara langsung maupun tidak langsung dapat mengurangi biaya yang seharusnya kita keluarkan untuk mengirimkan sebuah data. Contohnya tanpa adanya jaringan komputer, ketika kita menginginkan untuk mengirimkan data kita ke lain daerah, lain kota bahkan lain negara kita harus menggunakan jasa pengiriman (kurir) yang tentunya akan menerapkan biaya yang berbeda untuk berat barang dan jarak yang ditempuh, dengan adanya jaringan komputer kita bisa menghemat biaya dan waktu yang harus kita keluarkan dengan cara menggunakan jaringan komputer yang berada di perkantoran, sekolah, kampus atau di warung warung internet.

#### 15.3.4. Keamanan data.

Dalam perkembangannya Sistem jaringan komputer juga memberikan perlindungan terhadap data. Perlindungan terhadap data diberikan dengan cara memberi aturan dalam hak akses pemakai jaringan tersebut yang bisa berupa username dan password, selain itu juga dengan menggunakan teknik perlindungan enkripsi tertentu sehingga dalam perkembangannya keamanan data yang diberikan akan lebih aman dan efektif.

#### 15.3.5. Integritas Data.

Dengan adanya jaringan komputer akan mencegah ketergantungan terhadap komputer pusat karena setiap proses data tidak harus dilakukan pada satu komputer saja, melainkan dapat dilakukan secara distribusi. Karena hal inilah maka dapat dikatakan bahwa integritas data dapat terbentuk sehingga pemakai dapat dengan mudah memperoleh informasi kapan pun.

#### 15.3.6. Komunikasi.

Jaringan komputer menjadi jembatan penghubung untuk berkomunikasi antar pengguna. Dengan adanya jaringan komputer maka dua atau lebih orang dapat saling berkomunikasi baik bertukar data, suara maupun video tanpa dapat memungkinkan terjadinya komunikasi antara pengguna tanpa hambatan jarak dan geografis dan dalam waktu yang lebih singkat.

#### 15.3.7. Skalabilitas

Memiliki kemampuan untuk meningkatkan kinerja system secara berangsur-angsur sesuai dengan beban pekerjaan dengan hanya menambah sejumlah prosesor.

#### 15.4. Kegunaan Jaringan Komputer

Sebelum kita membahas masalah-masalah teknis lebih dalam lagi, perlu kiranya diperhatikan hal-hal yang membuat orang tertarik pada jaringan komputer dan untuk apa jaringan ini digunakan. Manfaat jaringan komputer bagi manusia dapat dikelompokkan pada jaringan untuk perusahaan, jaringan untuk umum, dan masalah sosial jaringan.

##### 15.4.1. Jaringan untuk Perusahaan atau Organisasi

Dalam membangun jaringan komputer di perusahaan/organisasi, ada beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dalam hal-hal resource sharing, reliabilitas tinggi, lebih ekonomis, skalabilitas, dan media komunikasi.

Resource sharing bertujuan agar seluruh program, peralatan, khususnya data dapat digunakan oleh setiap orang yang ada pada jaringan tanpa terpengaruh oleh lokasi resource dan pemakai. Jadi source sharing adalah suatu usaha untuk menghilangkan kendala jarak.

Dengan menggunakan jaringan komputer akan memberikan reliabilitas tinggi yaitu adanya sumber-sumber alternatif pengganti jika terjadi masalah pada salah satu perangkat dalam jaringan, artinya karena perangkat

yang digunakan lebih dari satu jika salah satu perangkat mengalami masalah, maka perangkat yang lain dapat menggantikannya.

Komputer yang kecil memiliki rasio harga/kinerja yang lebih baik dibanding dengan komputer besar. Komputer mainframe memiliki kecepatan kurang lebih sepuluh kali lipat kecepatan komputer pribadi, akan tetapi harga mainframe seribu kalinya lebih mahal. Dengan selisih rasio harga/kinerja yang cukup besar ini menyebabkan perancang sistem memilih membangun sistem yang terdiri dari komputer-komputer pribadi dibanding menggunakan mainframe.

Yang dimaksud dengan skalabilitas yaitu kemampuan untuk meningkatkan kinerja sistem secara berangsur-angsur sesuai dengan beban pekerjaan dengan hanya menambahkan sejumlah prosesor.

Pada komputer mainframe yang tersentralisasi, jika sistem sudah jenuh, maka komputer harus diganti dengan komputer yang mempunyai kemampuan lebih besar. Hal ini membutuhkan biaya yang sangat besar dan dapat menyebabkan gangguan terhadap kontinuitas kerja para pemakai.

Sebuah jaringan komputer mampu bertindak sebagai media komunikasi yang baik bagi para pegawai yang terpisah jauh.

Dengan menggunakan jaringan, dua orang atau lebih yang tinggal berjauhan akan lebih mudah bekerja sama dalam menyusun laporan.

#### 15.4.2. Jaringan untuk Umum

Jaringan komputer akan memberikan layanan yang berbeda kepada perorangan di rumah-rumah dengan layanan yang diberikan pada perusahaan seperti apa yang telah dibahas di atas.

Terdapat tiga hal pokok yang menjadi daya tarik jaringan komputer pada perorangan yaitu :

1. Akses ke sumber informasi yang berada di tempat yang jauh
2. Komunikasi orang-ke-orang
3. Hiburan interaktif.

Ada berbagai macam bentuk akses ke sumber informasi yang letaknya jauh yang dapat dilakukan oleh hampir semua orang, setelah terjadi perkembangan teknologi internet yang cukup pesat. Contohnya adalah setiap orang yang mempunyai akses internet untuk saat ini sudah dapat membaca berita di koran, melakukan pemesanan barang, melakukan perdagangan yang sering kita kenal dengan *e-commerce*, mengambil materi pelajaran (*download*) dari sebuah situs.

Dengan internet kita juga bisa melakukan komunikasi dengan banyak orang, fasilitas *electronic mail (e-mail)* telah dipakai secara meluas oleh jutaan orang. Komunikasi menggunakan *e-mail* ini masih mengandung *delay* atau waktu tunda karena antara pengirim *e-mail* dan penerima *e-mail* tidak melakukan pengaksesan pada saat bersamaan. Pengirim *e-mail* melakukan pengiriman terlebih dahulu, setelah itu penerima *e-mail* membacanya.

*Videoconference* merupakan teknologi yang memungkinkan terjadinya komunikasi jarak jauh tanpa *delay*. Pertemuan maya ini dapat pula digunakan untuk keperluan sekolah jarak jauh, memperoleh hasil pemeriksaan medis seorang dokter yang berada di tempat yang jauh, dan sejumlah aplikasi lainnya.

*Video on demand* merupakan daya tarik ketiga dari jaringan komputer bagi orang per orang dimana kita dapat memilih film atau acara televisi dari negara mana saja dan kemudian ditampilkan di layar monitor kita.

#### 15.4.3. Masalah Sosial Jaringan

Penggunaan jaringan oleh masyarakat luas akan menyebabkan masalah-masalah sosial, etika, dan politik. Internet telah masuk ke segala penjuru kehidupan masyarakat, semua orang dapat memanfaatkannya tanpa memandang status sosial, usia, jenis kelamin. Penggunaan internet tidak akan menimbulkan masalah selama subjeknya

terbatas pada topik-topik teknis, pendidikan atau hobi, hal-hal dalam batas norma-norma kehidupan, tetapi kesulitan mulai muncul bila suatu situs di internet mempunyai topik yang sangat menarik perhatian orang, seperti berita selebriti, politik, agama, sex.

Gambar-gambar yang dipasang di situs-situs tersebut mungkin akan sangat mengganggu bagi sebagian orang. Selain itu, bentuk pesan-pesan tidaklah terbatas hanya pesan tekstual saja.

Foto berwarna dengan resolusi tinggi dan bahkan video clip singkat pun sekarang dapat dengan mudah disebarluaskan melalui jaringan komputer. Sebagian orang dapat bersikap acuh tak acuh, tapi bagi orang lain pemasangan materi tertentu (misalnya pornografi) merupakan sesuatu yang tidak dapat diterima.

### 15.5. Jenis-Jenis Jaringan Komputer

Jenis jaringan komputer berdasarkan skala dibagi dalam empat bagian. Skala yang dimaksud disini adalah ukuran dari daerah cakupan jaringan komputer.

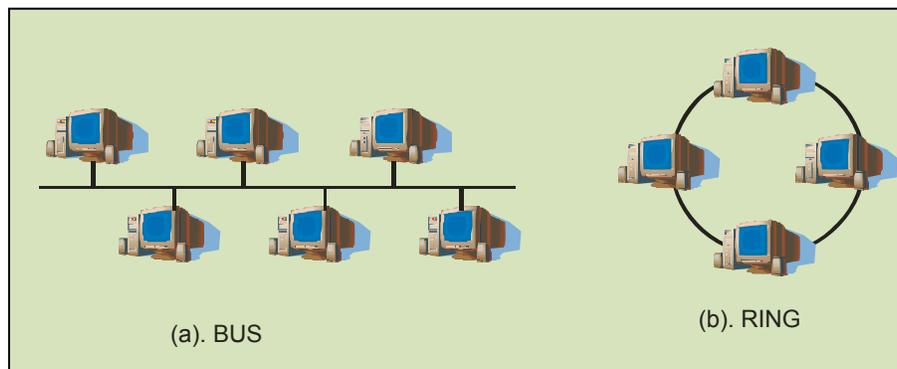
#### 15.5.1. Local Area Network (LAN)

Local area network adalah jaringan lokal atau jaringan private yang ada dalam satu gedung atau dalam satu ruangan jaringan ini juga di sebut sebagai jaringan

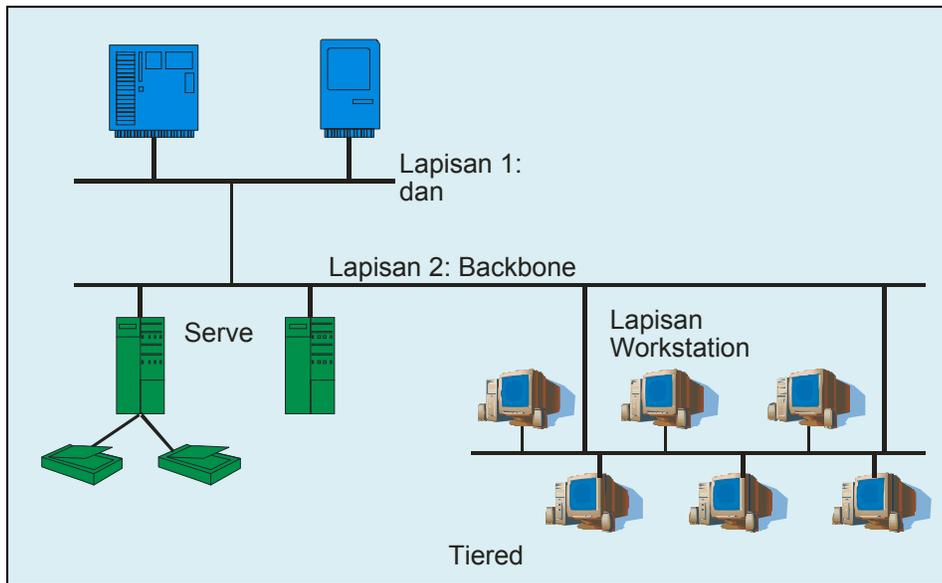
lokal. LAN biasa di gunakan untuk jaringan kecil yang menggunakan satu resource secara bersama-sama, misalnya penggunaan printer secara bersama-sama, penggunaan media penyimpanan secara bersama, dan lain-lain.

Dalam LAN, terdapat satu computer yang basanya dijadikan file server. Fungsinya adalah untuk memberikan layanan perangkat lunak (software), mengatur aktivitas jaringan, dan menyimpan file. Selain ada computer server, ada pula computer lain yang terhubung dalam jaringan (network) yang disebut dengan workstation (client). Pada umunnya teknologi jaringan LAN menggunakan media kabel untuk menghubungkan computer – computer yang digunakan.

LAN dapat dibedakan menjadi tiga karakteristiknya, yaitu ukuran, teknologi transmisi, dan topologinya. LAN memiliki ukuran terbatas yang berarti sewaktu – waktu dapat terjadi buruknya transmisi, tetapi dapat diketahui sebelumnya sehingga memudahkan pengaturan jaringannya. Pada LAN biasa atau tradisional kecepatan transmisinya sekitar 10 – 100 Mbps (Megabitpersecond) dengan delay yang rendah dan factor kesalahan yang kecil. LAN modern dapat beroperasi dengan kecepatan tinggi sampai ratusan Mbps. Contoh LAN sendiri adalah Ethernet (IEEE 802.3) dan Token Ring (IEEE 820.5).



Gambar 15.3. Topologi BUS dan Ring Pada LAN



Gambar 15.4. Lapisan-lapisan pada konsep LAN

Jika kita melihat dan memperhatikan dalam hal kecepatan transmisi data, LAN digolongkan dalam 3 kelompok yaitu :

- **Low Speed PC Network**  
Dalam kondisi ini diperkirakan kecepatannya kurang lebih 1 Mbps dan biasanya diterapkan untuk personal komputer. Contohnya: *Constalation* oleh *Corvus Systems (Start Network)*, *Apple Talk* oleh *Apple Corporation*, *Omnimet* oleh *Corvus System (Network Bus)*
- **Medium Speed Network**  
Kecepatan transmisi datanya berkisar kurang lebih 1–20 Mbps dan biasanya diterapkan untuk mini komputer. Contohnya: *Wangnet* oleh *wang Laboratories*, *Ethernet* oleh *Xerox*, *ARC Net* oleh *Data Point Corporation*.

- **High Speed Network**  
Kecepatannya lebih besar dari 20 Mbps dan biasanya diterapkan untuk *mainframe* komputer. Contoh: *Hyper Channel* oleh *Network System Corporation*, *Loosely Coupled Network* oleh *Control Data Corporation*.

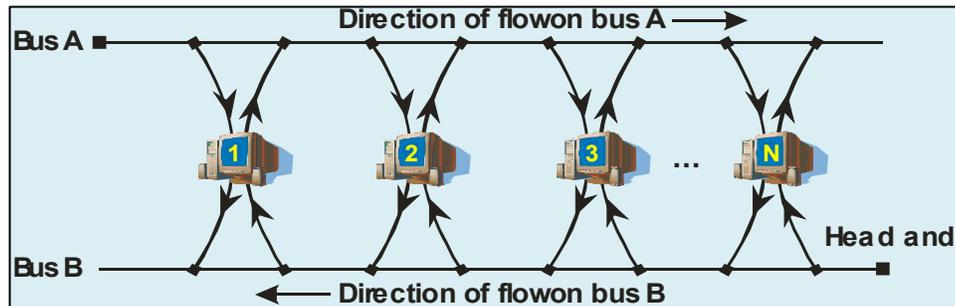
#### 15.5.2. Metropolitan Area Network (MAN)

Metropolitan Area Network adalah pengembangan dari LAN yang menggunakan metode yang sama dengan LAN, tetapi daerah cakupannya lebih luas. Daerah cakupan LAN yang hanya ada pada satu ruangan atau gedung, tetapi pada MAN cakupannya bisa merupakan satu RT atau beberapa kantor yang berada dalam kompleks yang sama. Teknologi

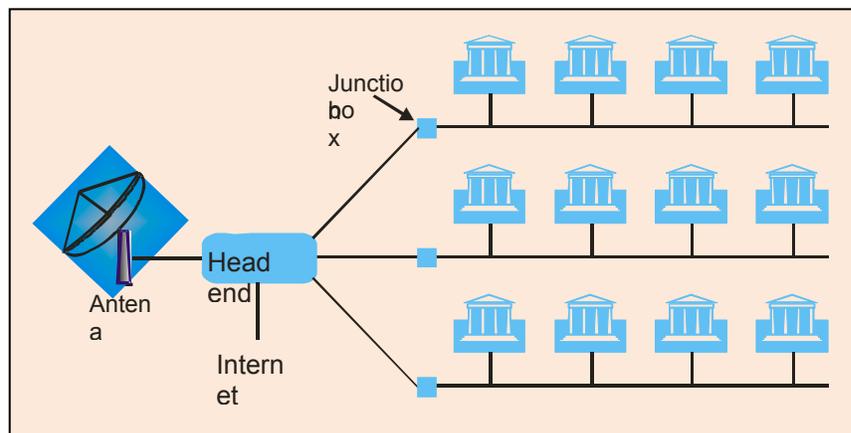
MAN ini mendukung data dan suara dan dapat dihubungkan/berhubungan dengan jaringan Televisi kabel. Standar yang digunakan dalam arsitektur MAN adalah DQDB (Distributed Queue Dual Bus) atau IEEE 802.6. DQDB terdiri atas dua buah kabel unidirectional. Semua computer dihubungkan dengan setiap bus yang mempunyai head – end, yaitu perangkat untuk memulai aktivitas transmisi data.

Wide Area Network dengan cakupan yang lebih luas lagi, cakupannya meliputi satu kawasan, satu pulau atau satu negara bahkan benua. Jaringan WAN dapat menghubungkan satu computer dengan computer lainnya dengan menggunakan satelit atau kabel bawah laut. Komunikasi dan transformasi data dapat dilakukan dalam beberapa menit antar computer dari beberapa wilayah atau dari beberapa negeri dengan menggunakan mesin atau komputer yang disebut dengan host.

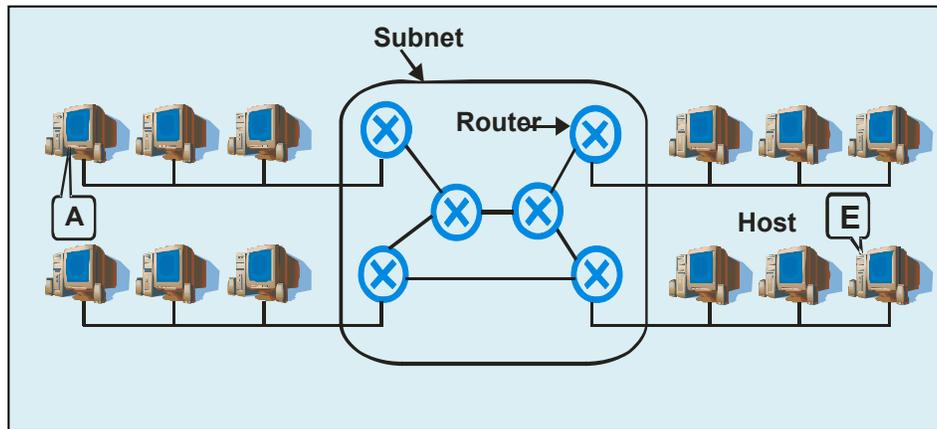
15.5.3. Wide Area Network (WAN)



Gambar 15.5 Arsitektur DQDB



Gambar 15.6. Infrastruktur jaringan MAN



Gambar 15.7. Infratraktur atau Skema Jaringan WAN

#### 15.5.4. Internet

Jaringan mulai dibangun pada kisaran tahun 60an dan 70an, dimana mulai banyak penelitian tentang paket-switching, collision-detection pada jaringan lokal, hirarki jaringan dan teknik komunikasi lainnya. Semakin banyak yang mengembangkan jaringan, tapi hal ini mengakibatkan semakin banyak perbedaan dan membuat jaringan harus berdiri sendiri tidak bisa dihubungkan antar tipe jaringan yang berbeda.

Sehingga untuk menggabungkan jaringan dari group yang berbeda tidak bisa terjadi. Terjadi banyak perbedaan dari interface, aplikasi dan protokol. Situasi perbedaan ini mulai di teliti pada tahun 70an oleh group peneliti Amerika dari

Defence Advanced Research Project Agency (DARPA). Mereka meneliti tentang

internetworking, selain itu ada organisasi lain yang juga bergabung seperti ITU-T (dengan nama CCITT) dan ISO. Tujuan dari penelitian tersebut membuat suatu protokol, sehingga aplikasi yang berbeda dapat berjalan walaupun pada sistem yang berbeda. Group resmi yang meneliti disebut ARPANET network research group, dimana telah melakukan meeting pada oktober 1971. Kemudian DARPA melanjutkan penelitiannya tentang host-to-host protocol dengan menggunakan TCP/IP, sekitar tahun 1978.

Implementasi awal internet pada tahun 1980, dimana ARPANET menggunakan TCP/IP. Pada tahun 1983, DARPA memutuskan agar semua komputer terkoneksi ke ARPANET menggunakan TCP/IP. DARPA mengontak Bolt, Beranek, and Newman (BBN) untuk membangun TCP/IP untuk Berkeley UNIX di University of California di Berkeley, untuk mendistribusikan kode

sumber bersama dengan sistem operasi Berkeley Software Development (BSD), pada tahun 1983 (4.2BSD). Mulai saat itu, TCP/IP menjadi terkenal di seluruh universitas dan badan penelitian dan menjadi protokol standar untuk komunikasi.

Internet adalah interkoneksi antar jaringan-jaringan komputer yang ada di dunia yang bisa saling berkomunikasi dan bertukar informasi menggunakan standard Internet Protocol ( IP ). Atau juga kumpulan jaringan interkoneksi yang memerlukan sebuah alat yang disebut gateway guna melakukan hubungan dan melaksanakan terjemahan yang diperlukan, baik perangkat keras ataupun perangkat lunak.

a. ARPANET

Suatu badan penelitian yang dibentuk oleh DARPA, dan merupakan “grand-daddy of packet switching”. ARPANET merupakan awal dari internet. ARPANET menggunakan komunikasi 56Kbps tetapi karena perkembangan akhirnya tidak mampu mengatasi trafik jaringan yang berkembang tersebut.

b. NFSNET

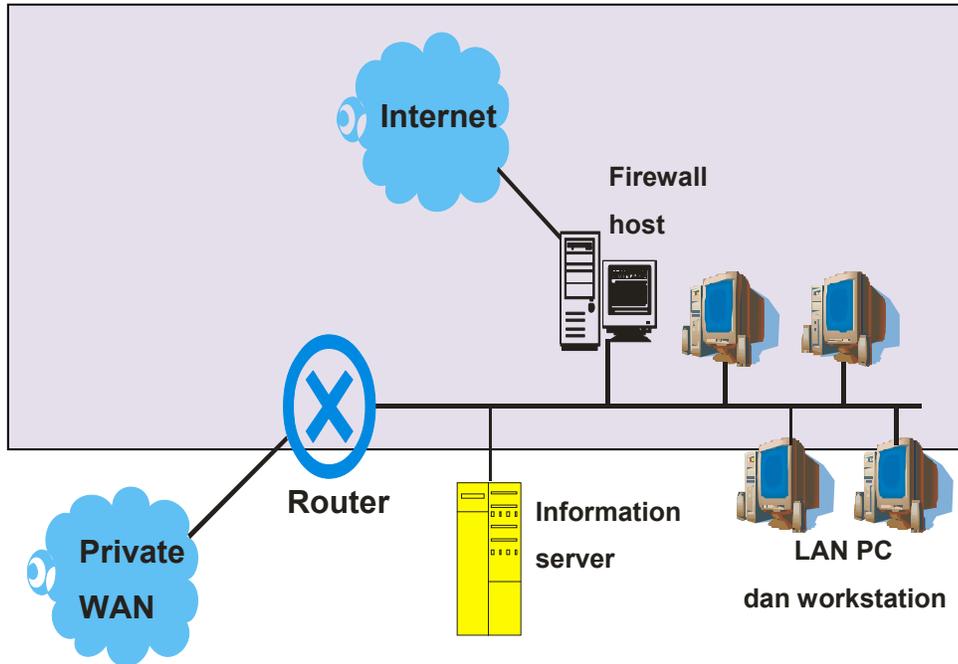
NSFNET, National Science Foundation (NSF) Network. Terdiri

dari 3 bagian internetworking di Amerika, yaitu :

- Backbone, jaringan yang terbentuk dari jaringan tingkat menengah (mid-level) dan jaringan supercomputer.
- Jaringan tingkat menengah (mid-level) terdiri dari regional, berbasis disiplin dan jaringan konsorsium superkomputer.
- Jaringan kampus, akademik maupun komersial yang terhubung ke jaringan tingkat menengah.

c. Penggunaan Internet secara komersial

Penggunaan internet berawal dari Acceptable Use Policy (AUP) tahun 1992, dimana menyebutkan internet dapat digunakan untuk komersial. Internet Service Provider mulai membangun bisnis diantaranya PSINet dan UUNET, kemudian menyusul CERFNet dan membentuk Commercial Internet Exchange (CIX). Keberadaan internet makin berkembang dan semakin banyak public exchange point (IXP), dapat dilihat di : <http://www.ep.net>.



Gambar 15.8. Infrastruktur Konsep Jaringan Internet

#### 15.5.5. Jaringan Tanpa Kabel

Jaringan tanpa kabel merupakan suatu solusi terhadap komunikasi yang tidak bisa dilakukan dengan jaringan yang menggunakan kabel. Misalnya orang yang ingin mendapat informasi atau melakukan komunikasi walaupun sedang berada diatas mobil atau pesawat terbang, maka mutlak jaringan tanpa kabel diperlukan karena koneksi kabel tidaklah mungkin dibuat di dalam mobil atau pesawat.

Saat ini jaringan tanpa kabel sudah marak digunakan dengan memanfaatkan jasa satelit dan mampu memberikan kecepatan akses yang lebih cepat

dibandingkan dengan jaringan yang menggunakan kabel.

Dengan *Wireless LAN* seorang pemakai yang mobile dapat terkoneksi ke LAN lewat koneksi tanpa kabel (radio). Standard IEEE 802.11 digunakan oleh para vendor untuk mengembangkan device untuk mendukung *Wireless LAN* ini.

Standarisasi ini menjelaskan dua cara modulasi untuk membangun komunikasi antar peralatan. Kedua metode modulasi tersebut, yaitu *Direct-sequence spread spectrum (DSSS)* dan *frequency-hopping spread spectrum (FHSS)*, menggunakan teknologi FSK (*Frequency-shift keying*) dan memiliki spread

spectrum 2.4 GHz. Ada empat macam tipe jaringan tanpa kabel, mulai dari murah dan lambat sampai dengan mahal dan cepat :

*Bluetooth*, adalah spesifikasi industri komputasi dan telekomunikasi yang menjelaskan bagaimana telepon bergerak, komputer dan personal digital assistant (PDA) dapat dengan mudah terinterkoneksi satu dengan lainnya dan juga dapat terinterkoneksi dengan telepon dan komputer dengan koneksi tanpa kabel.

Bluetooth mem-butuhkan chip transceiver pada tiap peralatannya. Transceiver mengirim dan mene-rima pada band frekuensi 2.45 GHz. Bluetooth menyediakan 3 saluran suara dan 1 saluran data. Setiap device memiliki alamat 48-bit sesuai dengan standard IEEE 802. Maksimum jarak adalah 10 meter, dan memi-iki kecepatan pertukaran data 1 Mbps (bit per second).

IrDA (*Infrared Data Association*), adalah *standard device* untuk berkomunikasi dengan lainnya menggunakan pulsa cahaya infrared. IrDA mampu memberikan kecepatan transmisi data mencapai 4 Mbps dengan maksimum ukuran data 2048 byte. IrDa ada kelemahan, yaitu kurang fleksibel, karena dua device yang menggunakan IrDA harus memperhatikan arah pasangannya.

1. *HomeRF* (SWAP), Home RF (*Home Radio Frequency*) adalah jaringan tanpa kabel

untuk rumah/ bisnis kecil standard yang dikem-bangkan oleh Proxim Inc. yang menggabungkan antara *Digital Enhanced Cordless Telecommunications* (DECT) standarisasi telepon portabel dengan 802.11b. Home RF menggunakan FHSS dengan kecepatan mencapai 1.6 Mbps dan menjangkau area 150 ft, jadi sangat cocok untuk jaringan dalam suatu rumah. HomeRF dirancang untuk dapat berada dalam satu lokasi dengan jaringan wireless lain dan dapat bertahan dengan suatu interferensi (misal dari microwave).

2. WECA (*Wi-Fi*), merupakan standard yang dikembangkan un-tuk memenuhi kebutuhan jaringan tanpa kabel dunia usaha yang areanya lebih luas dan mem-butuhkan bandwidth yang lebih besar daripada HomeRF. Wi-Fi menerapkan mekanisme DSSS dan dikatakan memenuhi standarisasi IEEE 802.11b. Wi-Fi menyediakan bandwidth mencapai 11 Mbps. Setiap device yang kompatibel dengan standard Wi-Fi diberikan suatu logo.

Dengan menggunakan Wireless LAN PCMCIA (*Personal Komputer Memory Card Industry Association*) memungkinkan sebuah laptop terhubung ke LAN dengan wireless LAN.

Jaringan Wireless memiliki keunggulan sebagai berikut :

1. Pemeliharaan murah
2. Infrastruktur berdimensi kecil
3. Pembangunan cepat
4. Mudah dan murah untuk direlokasi dan mendukung portabilitas.
5. Koneksi internet akses 24 jam.
6. Akses internet yang cepat
7. Bebas tanpa pulsa telepon

Jaringan Wireless memiliki kelemahan sebagai berikut :

1. Biaya peralatan mahal
2. Delay yang sangat besar
3. Kesulitan karena masalah propagasi radio
4. Keamanan data
5. Kapasitas jaringan karena keterbatasan spektrum

Syarat apa yang harus dipenuhi untuk bisa membangun koneksi wireless LAN?

Ada dua syarat utama untuk pembangunan koneksi ini :

Pertama Lokasi harus *line of Sight / LoS*, dalam arti tidak ada halangan (bisa berupa gedung atau pohon) di antara kedua titik yang akan dihubungkan.

Kedua *Fresnel Zone* (area rambatan gelombang radio yang dipancarkan oleh kedua antenna) tidak terpotong atau terganggu suatu benda.

IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) melakukan diskusi, riset dan pengembangan terhadap perangkat jaringan yang kemudian menjadi standarisasi untuk digunakan sebagai perangkat jaringan. Standar jaringan wireless :

- 802.1** LAN/MAN Management and Media Access Control Brides.
- 802.2** Logical Link Control (LLC)
- 802.3** CSMA/CD (Standar untuk Ethernet Coaxial atau UTP)
- 802.4** Token Bus
- 802.5** Token Ring (bisa menggunakan kabel STP)
- 802.6** Distributed Queue Dual Bus (DQDB) MAN
- 802.7** Broadband LAN
- 802.8** 8 Fiber Optic LAN & MAN (Standar FDDI)
- 802.9** Integrated Services LAN Interface (standar ISDN)
- 802.10** LAN/MAN Security (untuk VPN)
- 802.11** Wireless LAN (Wi-Fi)
- 802.12** Demand Priority Access Method
- 802.15** Wireless PAN (Personal Area Network) □ IrDA dan Bluetooth
- 802.16** Broadband Wireless Access (standar untuk WiMAX)

15.6. Klasifikasi Jaringan Komputer

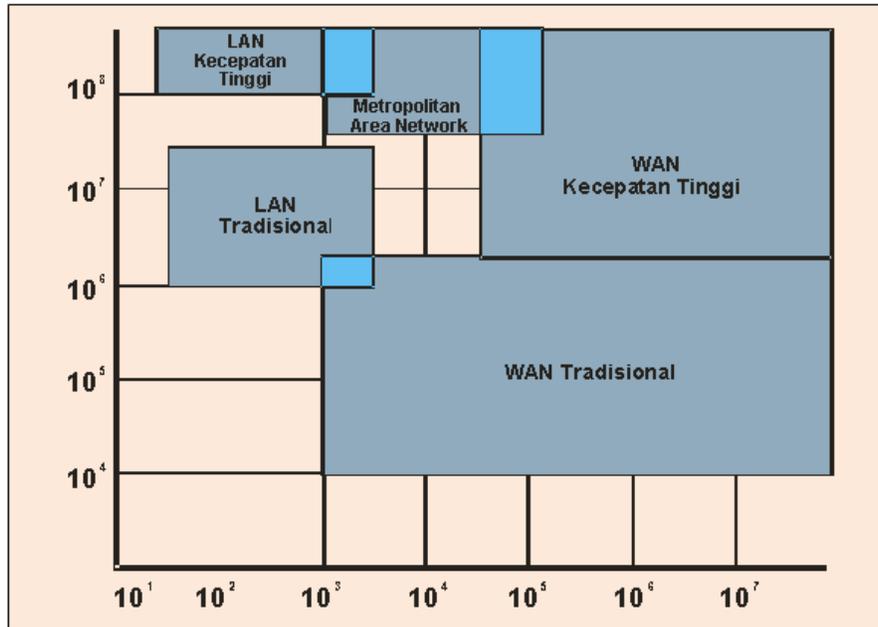
sebut, walaupun ikut 'mendengar'.

Menurut Tanenbaum, jaringan komputer diklasifikasikan dalam kelompok teknologi transmisi sebagai berikut :

- *unicasting*, satu mesin pengirim paket yang ditujukan pada satu mesin khusus, sedangkan mesin lain tidak akan memproses paket tersebut,
- *broadcasting*, paket dialamatkan ke semua tujuan dengan memberikan tanda khusus pada alamat yang dituju.
- *multicasting*, paket dialamatkan pada suatu subset mesin.

Interprocessor distance	Processor located in same	Example
0.1 m	Circuit board	Data flow machine
1 m	System	Multikomputer
10 m	Ruangan	} Local area network
100 m	Bangunan	
1 km	Kampus	
10 km	Kota	Metropolitan area network
100 km	Negara	} Wide area network
1.000 km	Kepulauan	
10000 km	Planet	Internet

Gambar 15.9. Area dalam suatu jaringan



Gambar 15.10. Area dan skema suatu jaringan

### 15.7. Standarisasi Jaringan Komputer

Dalam jaringan komputer, banyak sekali terdapat vendor hardware ataupun software yang selalu bersaing dalam dunia pasar dengan memberikan produk atau temuan – temuan terbaru dengan memberikan berbagai kelebihan. Situasi semacam ini member kondisi yang semakin rumit, karena jika kita membeli produk dari vendor yang satu dan kita hendak mengabungkannya dengan alat atau produk dari vendor lain menjadi tidak sesuai atau not supported dengan alat atau produk yang kita pakai.

Untuk mengatasi masalah ini maka dibentuk suatu badan organisasi yang bertugas dalam menstandartkan produk –

produk dari semua vendor, berikut beberapa organisasi yang dapat kita ketahui berperan dalam hal standarisasi jaringan computer di dunia :

- a. Organisasi Standarisasi untuk telekomunikasi

ITU (*International Telecommunication Union*), berperan sebagai organisasi yang menstandarisasi komunikasi telepon. Dibentuk pada tahun 1865 oleh beberapa negara Eropa, dimana pada saat itu berperan untuk standarisasi kode morse atau telegraf. ITU memiliki 3 layanan pokok:

- *Radiocommunication sector* (ITU-R)

- *Telecommunications Standardization Sector* (ITU-T). Dimulai dari tahun 1956 - 1993, ITU-T dikenal dengan nama CCITT (*Comite Consultatif International Telegraphique et Telephonique*). Salah satu yang sudah distandarisasi adalah X.25.
- *Development Sector* (ITU-D).

b. Organisasi Standarisasi Internasional

Berbagai standard internasional dihasilkan oleh ISO (*International Standards Organization*), sebuah organisasi yang dibentuk tahun 1946. Anggota dari organisasi ini antara lain ANSI (US), BSI (Inggris), AFNOR (Francis), DIN (Jerman), dan masih banyak lainnya kurang lebih 85 anggota.

Organisasi lain yang turut bermain dalam standarisasi dunia adalah IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*). Sudah banyak standard yang dihasilkan, antara lain IEEE 802 untuk teknologi LAN, dimana teknologi ini juga di dukung dengan standarisasi ISO 8802.

c. Organisasi Standarisasi untuk Internet

Untuk standarisasi Internet, memiliki mekanisme tersendiri yang berbeda dengan ITU-T ataupun ISO. Mekanisme ini dibentuk pada awalnya dari sebuah komite informal yang

dibentuk oleh DoD setelah ARPANET terbentuk yang disebut dengan IAB (*Internet Activities Board*).

Pada komite inilah menampung semua ide atau pemikiran yang secara terbuka didiskusikan. Para anggota komite informal ini saling mempublikasikan technical report yang disebut RFC (*Request for Comments*).

RFC disimpan secara online, sehingga siapapun dapat mengakses dan memberikan komentar. Setiap RFC yang masuk diberikan suatu nomor urut.

Pada tahun 1989, oleh karena Internet terus bertumbuh, maka diperlukan suatu badan organisasi yang formal, maka IAB direorganisasi kembali menjadi IRTF (*Internet Research Task Force*) dan juga dengan IETF (*Internet Engineering Task Force*).

## 15.8. Sistem Operasi Jaringan

Sistem operasi merupakan suatu komponen penting dalam membangun suatu jaringan, karena sistem operasi jaringan berfungsi sebagai pembentuk pola operasi jaringan.

Setidaknya terdapat tiga macam sistem operasi jaringan untuk bentuk konektivitas Peer to Peer (Windows 3.X, 9.X, Me, dan Novell Netware Lite), File Server (Novell Netware 1.x) dan Client Server (Novell Netware 3.x, Windows NT, XP, Unix, Linux) dan masih banyak sistem operasi yang lainnya.

Sistem operasi jaringan yang baik harus memiliki fasilitas-fasilitas penting seperti File and

directory services, System fault tolerance, Disk caching, Transaction Tracking System (TTS), Security, Resource sharing, Remote access, Bridges, Gateways, Interoperability, Special servers, Software management tools.

Berikut ini adalah beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari sebuah Sistem Operasi jaringan, khususnya untuk pengelolaan sistem – sistem seperti :

1. *Distributed Processing*, Seluruh program terdistribusi dan diproses pada memori workstation.
2. *Directory Caching*, Directory entry akan dicopykan ke RAM server.
3. *Directory Hashing*, Sistem operasi jaringan akan membuat index dari directory entry *table*.
4. *File Allocation Table Caching*, Sistem operasi jaringan akan menyimpan FAT untuk seluruh drive ke dalam RAM file server.
5. *File Caching*, Sekali file dibaca dari disk, sistem operasi jaringan akan menyimpan file tersebut di dalam RAM.
6. Pengaturan Elevator *Seeking*, Head baca tulis Hardisk berjalan mengakses file dalam arah lintasnya secara elevator seeking sehingga menambah throughput sebesar 50%.

Untuk mengelola suatu jaringan diperlukan adanya sistem operasi jaringan. Sistem operasi

jaringan dibedakan menjadi dua berdasarkan tipe jaringannya, yaitu sistem operasi berbasis *client-server* dan sistem operasi jaringan berbasis *peer to peer*.

### 15.8.1. Jaringan Client-Server

Server adalah komputer yang menyediakan fasilitas bagi komputer-komputer lain didalam jaringan dan client adalah komputer-komputer yang menerima atau menggunakan fasilitas yang disediakan oleh server.

Server di jaringan tipe client-server disebut dengan Dedicated Server karena murni berperan sebagai server yang menyediakan fasilitas kepada workstation dan server tersebut tidak dapat berperan sebagai workstation. Keunggulan :

1. Kecepatan akses lebih tinggi karena penyediaan fasilitas jaringan dan pengelolaannya dilakukan secara khusus oleh satu komputer (server) yang tidak dibebani dengan tugas lain sebagai workstation.
2. Sistem keamanan dan administrasi jaringan lebih baik, karena terdapat seorang pemakai yang bertugas sebagai administrator jaringan, yang mengelola administrasi dan sistem keamanan jaringan.

3. Sistem backup data lebih baik, karena pada jaringan client-server backup dilakukan terpusat di server, yang akan membackup seluruh data yang digunakan di dalam jaringan.

Sedangkan Kelemahannya antara lain :

1. Biaya operasional relatif lebih mahal.
2. Diperlukan adanya satu komputer khusus yang berkemampuan lebih untuk ditugaskan sebagai server.
3. Kelangsungan jaringan sangat tergantung pada server. Bila server mengalami gangguan maka secara keseluruhan jaringan akan terganggu.

### 15.8.2. Jaringan Peer To Peer

Bila ditinjau dari peran server di kedua tipe jaringan tersebut, maka server di jaringan tipe *peer to peer* diistilahkan non-dedicated server, karena server tidak berperan sebagai server murni melainkan sekaligus dapat berperan sebagai workstation.

Keunggulan :

1. Antar komputer dalam jaringan dapat saling berbagi-pakai fasilitas yang dimilikinya seperti: harddisk, drive, fax/modem, printer.
2. Biaya operasional relatif lebih murah dibandingkan dengan tipe jaringan client-server,

salah satunya karena tidak memerlukan adanya server yang memiliki kemampuan khusus untuk mengorganisasikan dan menyediakan fasilitas jaringan.

3. Kelangsungan kerja jaringan tidak tergantung pada satu server.

Sehingga bila salah satu komputer/peer mati atau rusak, jaringan secara keseluruhan tidak akan mengalami gangguan.

#### **Kelemahan :**

1. *Troubleshooting* jaringan relatif lebih sulit, karena pada jaringan tipe *peer to peer* setiap komputer dimungkinkan untuk terlibat dalam komunikasi yang ada. Di jaringan *client-server*, komunikasi adalah antara server dengan *workstation*.
2. Unjuk kerja lebih rendah dibandingkan dengan jaringan client-server, karena setiap komputer/peer disamping harus mengelola pemakaian fasilitas jaringan juga harus mengelola pekerjaan atau aplikasi sendiri.
3. Sistem keamanan jaringan ditentukan oleh masing-masing user dengan mengatur keamanan masing-masing fasilitas yang dimiliki.

4. Karena data jaringan tersebar di masing-masing komputer dalam jaringan, maka backup harus dilakukan oleh masing-masing komputer tersebut

### 15.9. Komponen Pada Jaringan Komputer (Underlying)

Ketika kita ingin membuat sebuah jaringan komputer sederhana komponen utama yang kita perlukan tentu saja adalah komputer, tetapi bagaimana caranya komputer komputer tersebut dapat saling terhubung antara satu dengan yang lainnya ?

Jawabannya adalah kita membutuhkan perangkat-perangkat lainnya agar antar komputer dapat terhubung. Perangkat perangkat itu dapat berupa perangkat keras (*Hardware*) maupun perangkat lunak (*Software*).

Contoh dari perangkat keras yang dibutuhkan untuk membuat sebuah jaringan komputer sederhana :

1. *Hub/Switch*
2. *Bridge*
3. router
4. kabel
  
5. *Network Interface Card* (NIC) atau yang sering kita sebut dengan LAN Card

Sedang perangkat lunak yang kita butuhkan untuk membuat sebuah jaringan komputer sederhana yaitu sistem operasi

jaringan. Contohnya adalah Windows, Linux, Novell dan masih banyak lagi.

### 15.10. Media Yang Terpandu

#### 15.10.1. HUB

Hub merupakan alat yang berfungsi untuk menghubungkan beberapa computer sekaligus. Antar hub juga dapat saling berhubungan yaitu dengan menggunakan cara cross over cable, tetapi hub – hub saat ini sudah dapat meng – cross over cable sekaligus hubungan antar hub ini disebut juga chaining melalui port uplink.

Hub atau konsentrator termasuk device layer 1 dalam OSI model yang berfungsi sebagai media antar koneksi yang jauh, media pengumpul semua koneksi antar PC untuk kemudian disambungkan satu sama lain.

Keuntungan menggunakan hub adalah fleksibilitas yang dimiliki sehingga setiap client bisa ditambahkan setiap waktu tanpa mengganggu jaringan yang sedang beroperasi. Tetapi hub tidak mampu membaca data – data dan tidak mengetahui sumber dan tujuan paket-paket yang dilepas melaluinya. Kesimpulannya, sebuah hub hanya berperan menerima dan meneruskan paket-paket yang masuk atau paling tidak memperkuat sinyal elektrik, dan kemudian menyebarkan paket-paket ke semua device dalam jaringan termasuk device yang mengirimkan paket tersebut.

Secara teknis, terdapat tiga tipe hub yang beredar :

a. Passive Hubs

Hub – hub passive tidak memperkuat sinyal elektrik dari paket-paket data yang masuk.

b. Active Hubs

Hub-hub active akan memperkuat sinyal paket-paket sebelum mereka dilepas ke network.

c. Intelligent Hubs

Hub – hub yang memiliki fitur extra dari active hubs, dimana sangat cocok untuk kepentingan bisnis. Sebuah hub yang cerdas secara tipikal men-support manajemen secara remote via SNMP dan virtual LAN (VLAN). HUB akan mengirim paket ke

Hub ini diibaratkan sebagai jalan tol karena itu data antri dengan rapi dan terus menuju ke address yang dituju oleh karena itu kecepatannya menyesuaikan data antian paling depan jika data yang depan sizenya besar maka akan lambat.

Bila tanpa hub, untuk menghubungkan dua computer atau lebih kita membutuhkan konektor BNC, kecepatannya rendah tetapi jika kita menggunakan RJ-45 dan Ethernet card yang mendukung serta kemampuan hub kita dapat mendapatkan kecepatan tinggi (100 Mbps).

semua computer yang terhubung dalam jaringan. Hub ini juga berfungsi sebagai penguat tetapi memiliki perbedaan dengan repeater, yaitu hub memiliki sejumlah port sehingga disebut multi port repeater. Dalam sisi pengelolaan ada dua jenis hub, yaitu :

- a. Manageable Hub
- b. Unmanageable Hub

Manageable Hub adalah hub yang bisa dikelola melalui software biasanya menggunakan browser IE (Interet Explorer), sedangkan Unmanageable Hub tidak bis a dikelola dengan browser IE. Satu hal yang perlu diketahui bahwa hub memungkinkan pengguna untuk berbagi (*share*).

HUB umumnya digunakan pada topologi star atau bintang.

#### 15.10.2 Bridge & Switch

Bridge adalah perangkat yang berfungsi menghubungkan beberapa jaringan terpisah. Bridge bisa menghubungkan tipe jaringan radio seperti microwave, wireless mobile dan sebagainya, berbeda (seperti Ethernet dan Fast Ethernet) atau tipe jaringan yang sama.

Bridge memetakan alamat Ethernet dari setiap node yang ada pada masing-masing segmen jaringan dan memperbolehkan hanya lalu lintas data yang diperlukan melintasi bridge. Ketika menerima sebuah paket, bridge menentukan segmen tujuan dan sumber.

Jika segmennya sama, paket akan ditolak; jika segmennya berbeda, paket diteruskan ke segmen tujuannya. Bridge juga bisa mencegah pesan rusak untuk tak menyebar keluar dari satu segmen.

Switch yang dimaksud di sini adalah LAN switch. *Switch* adalah perluasan dari konsep *bridge*. Ada dua arsitektur dasar yang digunakan pada *switch*, yaitu :

- a. *cut-through*
- b. *store-and-forward*.

*Switch cut-through* memiliki kelebihan di sisi kecepatan karena ketika sebuah paket datang, switch hanya memperhatikan alamat tujuannya sebelum meneruskan ke

Dengan *switch*, kita mendapatkan keuntungan karena setiap segmen jaringan memiliki bandwidth 10Mbps penuh, tidak terbagi seperti pada "shared network." Dengan demikian kecepatan transfer data lebih tinggi. Jaringan yang dibentuk dari sejumlah *switch* yang saling terhubung disebut "*collapsed backbone*." Saat ini banyak orang memilih menggunakan jaringan Ethernet 10 Mbps pada segmen-segmennya dan *Fast Ethernet* 100Mbps pada koneksi ke server.

Untuk keperluan ini digunakan *switch* 10/100 yang biasanya memiliki beberapa (4-24) port 10 Mbps untuk koneksi ke komputer klien dan 1 port

segmen tujuan. *Switch store-and-forward*, ke-balikannya, menerima dan meng-analisa seluruh isi paket sebelum meneruskannya ke tujuan. Waktu yang diperlukan untuk memeriksa satu paket memakan waktu, tetapi ini memungkinkan switch untuk mengetahui adanya kerusakan pada paket dan mencegahnya agar tak mengganggu jaringan.

Dengan teknologi terbaru, kecepatan *switch store-and-forward* ditingkatkan sehingga mendekati kecepatan *switch cut-through*. Di pasaran kita juga bisa memilih *switch hibrid* yang menggabungkan arsitektur *cut-through* dan *store-and-forward*.

100Mbps ke komputer server.

Product sejenis ini adalah :

- a. 3 comm Superstack, Corebuilder
- b. Cisco Catalyst
- c. Dlink

### **Access Point**

Digunakan untuk melakukan pengaturan lalu lintas jaringan dari mobile radio ke jaringan kabel atau dari backbone jaringan wireless client/server

Biasanya berbentuk kotak kecil dengan 1 atau 2 antena kecil. Peralatan ini merupakan radio based, berupa receiver dan transmitter yang akan terkoneksi dengan LAN kabel atau broadband ethernet.

## Hotspot

Hotspot merupakan coverage area yang dimiliki access point agar komputer dgn perangkat wireless disekitar dapat terkoneksi internet. Hotspot menyediakan layanan wireless LAN dan internet secara gratis maupun dengan biaya. Area Hotspot biasanya menggunakan tempat area umum (seperti ruang lobby, area parkir, kantin dll) agar perangkat WLAN yang digunakan user bisa melakukan akses kelayanan Access Point.

## Teknologi WiMAX

Menurut James A. Johnson (Vice President, Intel Communications Group/ General Manager, Wireless Networking Group), istilah WiMAX berasal dari singkatan wireless (disingkat Wi) Microwave Access (disingkat MAX).

WiMAX dibangun berdasarkan standar yang dibuat oleh IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*). Dirancang untuk memenuhi kebutuhan akan akses nirkabel berkecepatan tinggi.

WiMAX memungkinkan akses terhadap aneka aplikasi multimedia seperti video streaming via koneksi nirkabel.

WiMAX menyerupai Wi-Fi dalam hal penggunaan teknologi.

## Perbedaan Teknologi WiMAX dengan Non-WiMAX :

Pada frekuensi non-WiMAX, sebuah gelombang radio biasanya akan saling mengganggu gelombang radio lain, khususnya jika frekuensi tersebut memiliki siklus getaran yang berdekatan.

Hal yang paling terlihat adalah pada saat kita memainkan dua mobil *remote control* pada frekuensi radio yang berdekatan, misalnya mobil A (frekuensi 27,125MHz) dan mobil B (frekuensi 27,5MHz). Jika kedua mobil (berikut kontrol radionya) dihidupkan, kedua frekuensi tersebut akan bisa saling mengganggu. Akibatnya, jika kita akan menggerakkan mobil A, mobil B bisa ikut berjalan. Atau jika kita membelokkan mobil B, mobil A akan mundur beberapa meter.

Dengan teknologi yang ditawarkan WiMAX, semua kendala tersebut akan sirna dengan sendirinya. Teknologi WiMAX memungkinkan kita memancarkan berbagai sinyal dalam jarak yang sangat berdekatan, tanpa harus cemas bahwa aneka sinyal tersebut akan saling mengganggu atau berinterferensi.

## Perbedaan Wi-Fi dan WiMAX :

Perbedaan antara keduanya terletak pada pembagian spektrum yang dipakai, dan pada penggunaan frekuensi berlisensi dalam WiMAX. Meskipun WiMAX dan Wi-Fi juga menggunakan salah satu frekuensi Free License (5,8GHz).

Wi-Fi umumnya bekerja pada frekuensi 2,4 GHz (Free License), tidak mampu bekerja dengan inyal pantulan dan harus bekerja tanpa halangan obyek (biasa disebut dengan istilah Line of Sight).

WiMAX dengan frekuensi 2,5GHz and 3,5GHz (License) mampu menjangkau jarak yang lebih jauh, dan memiliki kemampuan untuk melewati aneka penghalang seperti gedung atau pohon, sangat sesuai untuk diterapkan di daerah perkotaan yang memiliki gedung perkantoran dan pemukiman dengan struktur bangunan yang tinggi.

WiMAX merupakan standar IEEE 802.16 yang membawahi aneka standar turunannya. Standar ini mengatur penggunaan perangkat nirkabel untuk keperluan jaringan perkotaan (*Metropolitan Area Network/MAN*). Standar ini khususnya dirancang untuk memenuhi kebutuhan jaringan akan akses nirkabel berkecepatan tinggi atau BWA (*broadband wireless access*). sehingga memungkinkan peningkatan daya keluaran perangkat WiMAX agar bisa menjangkau jarak yang lebih jauh.

Wi-Fi merupakan standar IEEE 802.11 beroperasi pada kisaran 100 meter hingga 20 km, sedangkan WiMAX bisa beroperasi pada kisaran 50 kilometer.

Selain itu, WiMAX dirancang dalam tataran teknologi *carrier-grade*. Hal ini membuat WiMAX memiliki kehandalan dan kualitas

pelayanan yang lebih baik dibandingkan Wi-Fi.

#### 15.11. Media yang Tidak Terpandu (Unguided)

Media *unguided* mentransmisikan gelombang elektromagnetik tanpa menggunakan konduktor fisik seperti kabel atau serat optik. Contoh sederhana adalah gelombang

Media tidak terpandu (*unguided*), transmisi dan penerimaan dapat dicapai dengan menggunakan antena. Untuk transmisi antena mengeluarkan energi elektromagnetik ke medium (biasanya udara) dan untuk penerimaan, antena mengambil gelombang elektromagnetik dari medium di sekitarnya.

Pada dasarnya ada dua tipe konfigurasi untuk transmisi wireless yaitu *directional* dan *omnidirectional*. Untuk konfigurasi *directional*, antena transmisi mengeluarkan pancaran elektromagnetik secara terfokus, jadi antena pengirim dan antena penerima harus terarah dengan benar.

Pada kasus *omnidirectional*, sinyal ditransmisikan ke segala arah dan dapat diterima oleh beberapa antena.

Tiga range frekuensi umum dalam transmisi wireless adalah :

1. Frekuensi microwave dengan range 2 - 40 Ghz, cocok untuk transmisi point-to-point. Microwave juga digunakan pada komunikasi satelit.

2. Frekuensi dalam range 30 Mhz – 1 Ghz, cocok untuk aplikasi omnidirectional. Range ini ditunjukan untuk range broadcast radio.
3. Range frekuensi lain yaitu antara 300 – 200000 Ghz,

untuk aplikasi lokal, adalah spektrum infra merah. Infra merah sangat berguna untuk aplikasi point-to-point dan multipoint dalam area terbatas, seperti sebuah ruang.

### 15.12. Rangkuman

Dari uraian tersebut diatas maka dapat diambil inti pembahasan pada bagian ini adalah sebagai berikut:

1. Host secara umum diartikan sebagai komputer yang terkoneksi ke jaringan yang dapat memberikan layanan jaringan (*network service*).
2. Jaringan Komputer adalah sekelompok komputer yang saling berhubungan antara satu dengan lainnya menggunakan protokol komunikasi melalui media komunikasi sehingga dapat saling berbagi informasi, program-program, penggunaan bersama perangkat keras seperti printer, harddisk, dan sebagainya.
3. Jaringan komputer juga bisa diartikan sebagai kumpulan sejumlah terminal komunikasi yang berada diberbagai lokasi yang terdiri dari lebih satu komputer yang saling berhubungan.
4. Tujuan dibangunnya suatu jaringan komputer adalah membawa informasi secara tepat dan tanpa adanya kesalahan dari sisi pengirim (*transmitter*) menuju kesisi penerima (*receiver*) melalui media komunikasi.

### 15.13. Soal Latihan

Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan baik dan benar.

1. Apa yang anda ketahui tentang jaringan komputer dan kenapa jaringan komputer saat ini diperlukan
2. Coba jelaskan jenis-jenis dari jaringan komputer
3. Sebutkan dan jelaskan beberapa hal yang sangat penting untuk diketahui dalam membangun suatu jaringan komputer.
4. Media transmisi dalam suatu jaringan komputer terdiri dari *guided* dan *unguided*. Jelaskan perbedaan dari kedua media transmisi tersebut.
5. Sebutkan teknik-teknik *underlying* dalam dunia jaringan.
6. Apa perbedaan dari kabel UTP dengan *coaxial*



# BAGIAN 16

## JARINGAN LAN DAN WAN

### Tujuan

Setelah mempelajari bagian ini diharapkan dapat:

1. Mengetahui dan memahami konsep jaringan komputer
2. Mengetahui komponen yang jaringan komputer
3. Mengetahui dan memahami topologi-topologi yang ada pada jaringan komputer

### 16.1. Local Area Network (LAN)

LAN adalah sebuah sistem komunikasi data yang memungkinkan sejumlah *device* atau komputer yang terangkai untuk berkomunikasi langsung satu sama lainnya. Di dalam LAN dikenal ada 3 macam arsitektur: *Ethernet*, *token ring* dan *fiber distributed data interface* (FDDI). Dalam bagian ini akan membahas bagian-bagian penting dari suatu konsep LAN yang difokuskan terhadap perancangan suatu system jaringan (LAN).

### 16.2. Network Interace Card

Network interface card adalah kartu yang ditanam pada setiap komputer yang terhubung dalam jaringan. Beberapa komputer

*desktop* yang dijual di pasaran saat ini sudah dilengkapi dengan kartu ini. Saat kita membeli komputer, kita bisa menanyakan kepada si penjual apakah pada komputer sudah dipasangkan NIC, apakah PC komputer kita memiliki NIC yang *on board*?. Jika belum Kita bisa meminta mereka untuk memasangkan, atau kita bisa membelinya dan memasangnya sendiri.

Ada banyak macam kartu jaringan. Ada tiga hal yang harus kita perhatikan dari suatu NIC :

- a. Jenis protokol
- b. Tipe kartu jaringan
- c. tipe kabel yang didukungnya.

Ada dua macam tipe kartu, yaitu

PCI dan ISA. Sebagai penjelasan, pada komputer ada beberapa slot (tempat menancapkan kartu) yang disebut *expansion slot*. Slot-slot ini saat kita membeli komputer sengaja dibiarkan kosong oleh pembuat komputer.

Dari sisi protokol, jenis protokol yang saat ini paling banyak digunakan adalah *Ethernet dan Fast Ethernet*. Ada beberapa protokol lain, tetapi kurang populer, yaitu *Token Ring*, *FDDI*, dan *ATM*. Dua protokol terakhir cenderung digunakan pada jaringan besar sebagai *backbone* (jaringan tulang punggung yang menghubungkan banyak segmen jaringan yang lebih kecil). *Ethernet* mendukung kecepatan transfer data sampai 10 Mbps, sedangkan *Fast Ethernet* mendukung kecepatan transfer data sampai 100 Mbps. Jika memilih untuk menggunakan protokol *Ethernet*, kita harus membeli kartu *Ethernet*. Demikian juga jika kita telah memilih *Fast Ethernet*. Namun saat ini juga ada kartu *combo* yang mendukung *Ethernet* maupun *Fast Ethernet*.

Dalam memilih NIC, kita harus menyesuaikan dengan tipe kabel yang telah/akan Kita pasang. *Port*/colokan untuk kabel UTP berbentuk mirip dengan kabel telepon tetapi sedikit lebih besar, port ini dikenal sebagai UTP kabel. Ada beberapa kartu yang mendukung dua atau lebih tipe kabel. Namun jika kita hanya akan menggunakan satu tipe kabel, pilihlah kartu yang mendukung satu tipe kabel saja karena harganya akan jauh lebih murah.

Satu hal lagi, jika kita menggunakan komputer portabel (notebook), untuk berkoneksi ke jaringan kita menggunakan kartu PCMCIA. Bentuk kartu ini mirip kartu kredit, tetapi sedikit tebal. Kartu ini dimasukkan ke port PCMCIA yang ada pada setiap notebook. Jika untuk komputer desktop sudah tersedia banyak pilihan kartu untuk protokol *Fast Ethernet*, untuk PCMCIA pilihan merknya masih sedikit sehingga harganya sangat mahal. Jika pada komputer desktop tidak ada kartu kombinasi antara kartu jaringan dengan kartu modem, pada PCMCIA kombinasi ini justru menjadi salah satu favorit. Dengan kombinasi ini, kita menghemat penggunaan slot PCMCIA dengan hanya menggunakan satu slot untuk dua kegunaan: modem dan jaringan. Saat ini hampir semua NIC yang beredar di pasaran sudah mendukung *Plug-n-Play* (NIC secara otomatis dikonfigurasi tanpa intervensi pengguna), tetapi ada baiknya Kita pastikan bahwa NIC yang Kita beli memang mendukung PnP.

### 16.3. Ethernet

Cara kerjanya menggunakan metoda CSMA/CD (*Carrier Sence Multiple Access Collision Detection*). Jika node akan mengirimkan data melewati jaringan, maka node tersebut akan mengecek terlebih dahulu apakah jaringan sedang mengirimkan paket data atau tidak.

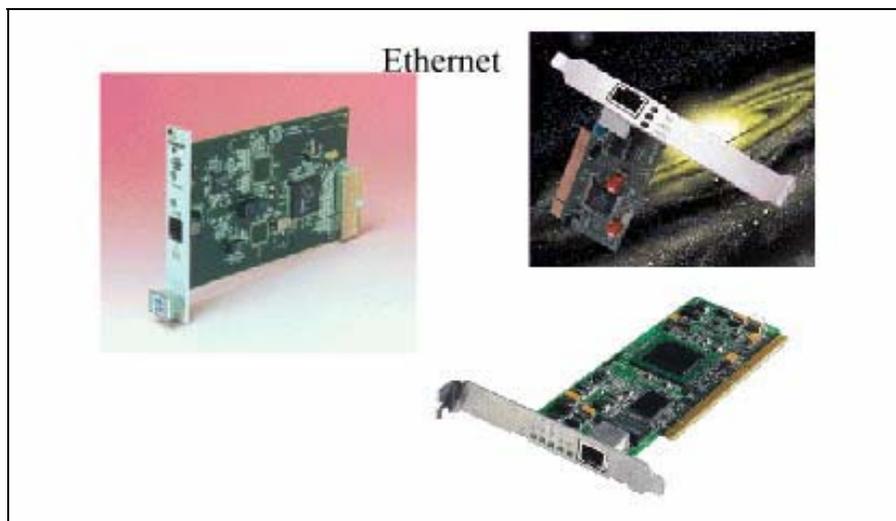
Jika node melihat jaringan sedang kosong (tidak mengirimkan paket data), maka node akan mengirimkan paket data. Jika ternyata ada paket data yang dipancarkan pada saat node juga sedang mengirimkan paket data, maka akan terjadi *collision* (tabrakan) data.

Bila hal ini terjadi, maka node dan jaringan akan sama-sama berhenti mengirimkan paket data. Setelah berhenti, node dan jaringan akan menunggu dengan waktu yang random untuk mengirimkan paket data. Paket data yang mengalami *collision* akan dikirimkan kembali ke tujuan jika terdapat suatu kesempatan. Kecepatan rata-rata 10 Mbps dan dapat menurun jika node yang terpasang banyak.

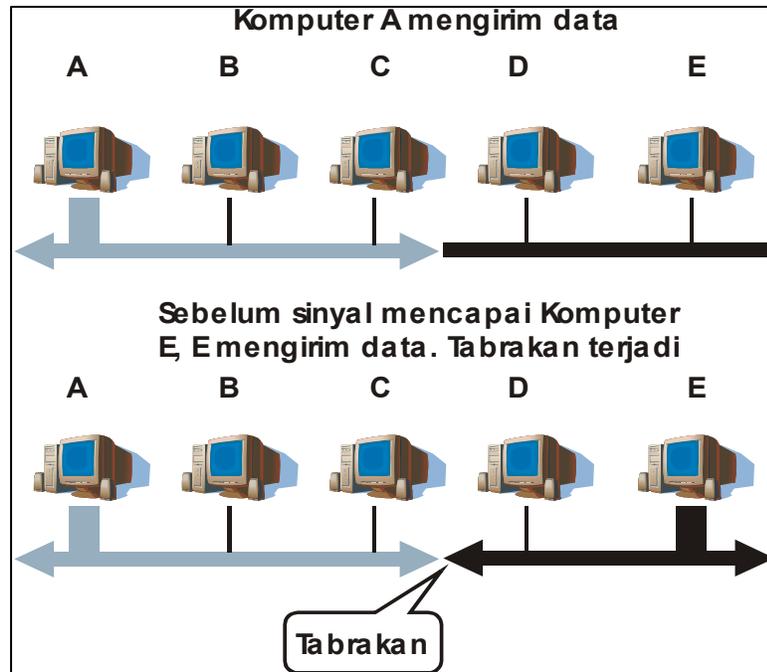
Metoda akses yang digunakan dalam LAN disebut carrier sense *multiple access with*

*collision detection* (CSMA/CD). Maksudnya, sebelum komputer atau device mengirim data, komputer tersebut “menyimak/mendengar” dulu media yang akan dilalui sebagai pengecekan apakah komputer lain sedang menggunakannya, jika tidak ada maka komputer/device akan mengirimkan datanya. Terkadang akan terjadi 2 atau lebih komputer yang mengirimkan data secara bersamaan dan itu akan mengakibatkan *collision* (tabrakan).

Bila *collision* terjadi maka seluruh komputer yang ada akan mengabaikan data yang hancur tersebut. Namun bagi komputer pengirim data, dalam periode waktu tertentu maka komputer pengirim akan mengirim kembali data yang hancur akibat tabrakan tersebut.



Gambar 16.1. Contoh-contoh *Ethernet Card*



Gambar 16.2. Metode Akses CSMA/CD

#### 16.4. Frame Format (format bingkai)

Pada Gambar 16.3. dapat dilihat sebuah *Ethernet frame*. Sebagai catatan tambahan, bahwa Ethernet tidak menyediakan suatu mekanisme untuk *acknowledge* frame yang diterima, sehingga hal ini bisa dikatakan sebagai media yang *unreliable*. Namun demikian *acknowledgement* diimplementasikan pada layer di atasnya.

Sebagai penjelasan isi bingkai ethernet adalah sebagai berikut :

- **Preamble** : memuat 7 byte (56 bit) rangkaian bolak-balik bit 0 dan 1. Kegunaannya untuk sinkronisasi pada komputer penerima.
- **Start frame delimiter** : berisi 1 byte dengan nilai (10101011). Digunakan sebagai *flag* dan sinyal mulainya *frame*.
- **Destination address** : Berisi 6 byte yang memuat *physical address* untuk komputer yang dituju.
- **Source address** : Berisi 6 byte yang memuat *physical address* untuk komputer pengirim.
- **Type** : berisi informasi yang menentukan jenis data yang dibungkus (*encapsulated*)



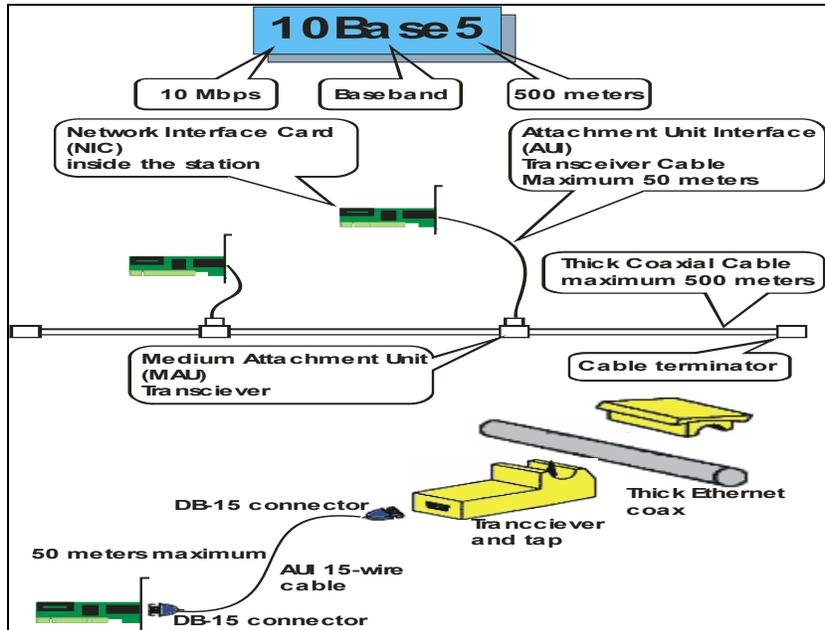
Gambar 16.3. Ethernet Frame

- o pada *frame*.
- o **Data** : berisi data dari lapisan di atasnya. Panjang data harus berkisar antara 46 dan 1500 byte. Apabila data yang didapat dari lapisan di atasnya kurang dari 46 byte, maka ditambahkan byte2 yang disebut *padding* sehingga melengkapi jumlah minimum yakni 46 byte. Namun apabila data lebih besar dari 1500 byte, maka lapisan di atasnya harus mengfrgmentasikannya dalam pecahan-pecahan 1500 byte.
- o **Cyclic redundancy check** : berisi 4 byte sebagai error detection. Jenis CRC yang digunakan adalah CRC-32.

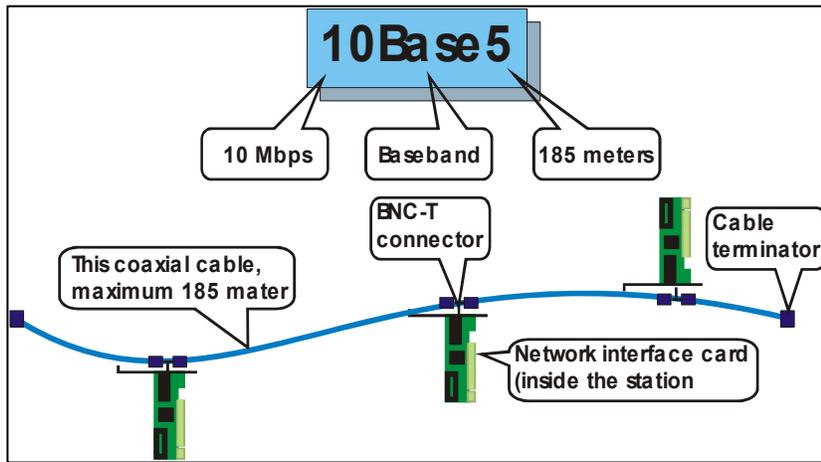
## 16.5. Implementasi Pada LAN

Seluruh Ethernet LAN dikonfigurasi sebagai

- o **10BASE5** : Implementasi ini disebut ***thick ethernet*** atau ***thick-net***. Adalah LAN topologi bus yang menggunakan base band sinyal dan memiliki panjang kabel maksimum 500 meter. Lihat Gambar 14.23
- o **10BASE2** : Implementasi ini disebut ***thin ethernet***. Ada yang menyebutnya: ***thin-net***, ***cheap-net*** atau ***thin-wire Ethernet***. Konsepnya sama dengan 10BASE5, namun ***thin-net*** ini lebih murah dan lebih ringan kabelnya sehingga lebih luwes dibanding ***thick-net***. Kelemahannya dibanding ***thick-net*** adalah jarak kabel yang tidak melebihi 185 meter dan hanya mampu mengakomodasi sedikit komputer. Gambar 16.4 memperlihatkan contoh thinnet.

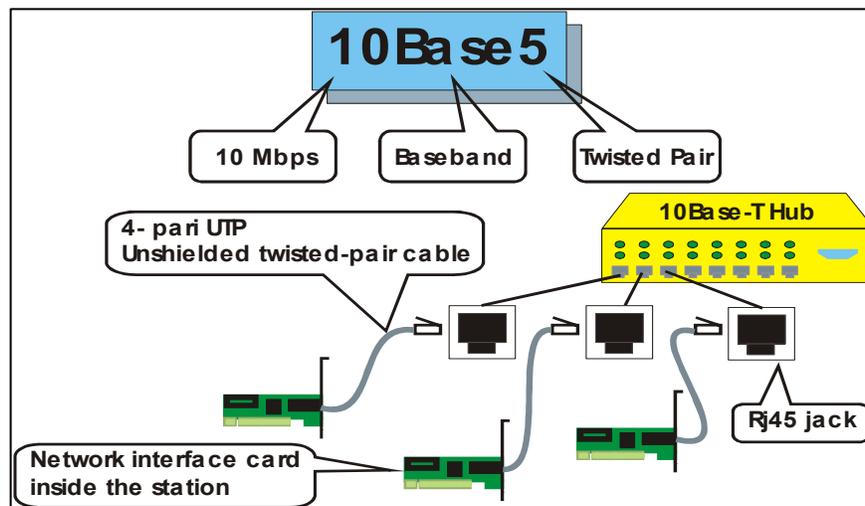


Gambar 16.4. Thick Ethernet



Gambar 16.5. Thin Ethernet

- **10BASE-T** : Implementasi LAN ini adalah yang sangat populer, disebut *Twisted-pair Ethernet*. Topologi yang digunakan pada implementasi LAN ini adalah topologi star. 10BASE-T ini mampu mendukung data hingga 10 Mbps untuk panjang kawat maksimum 100 meter.



Gambar 16.6. Twisted-pair Ethernet

### 16.6. Fast Ethernet

Semakin berkembangnya aplikasi lewat LAN seperti CAD, image processing, audio dan video di mana dibutuhkan transportasi data yang menuntut kapasitas yang lebih besar dalam LAN maka ada implementasi LAN lagi yang disebut Fast Ethernet atau disimbolkan dengan 100BASE-T. Fast Ethernet mampu mentransfer data hingga 100 MBps. Topologi Fast Ethernet tidak jauh beda dengan 10BASE-T.

Versi-versi terbaru Fast Ethernet ini pun sudah banyak macam ragamnya. Misalnya: 100BASE-T4 (menggunakan UTP 4

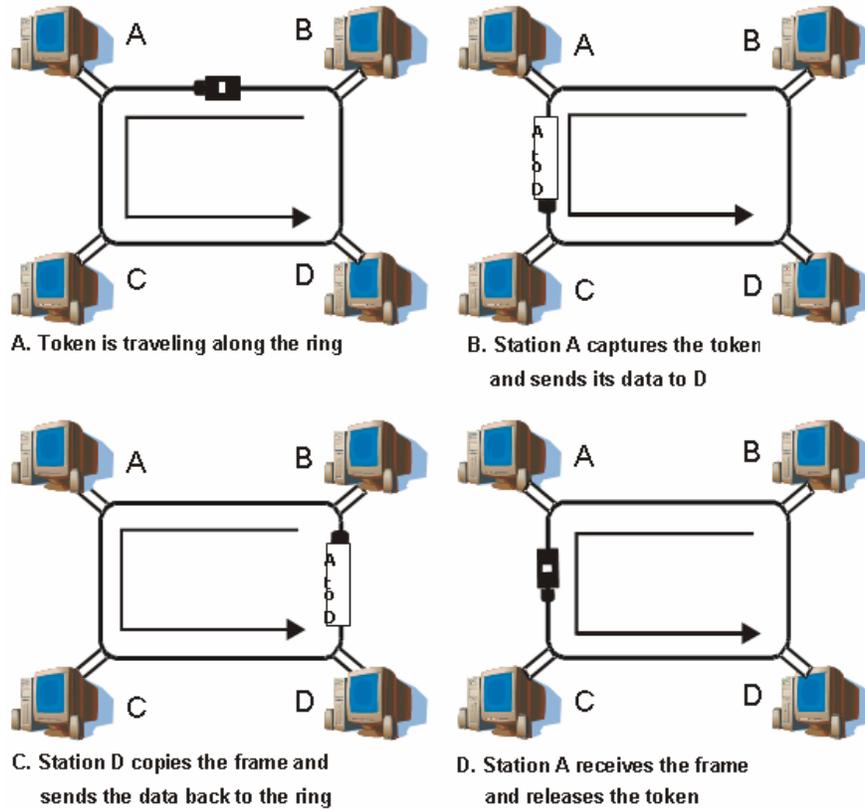
pair seperti 10BASE-T), 100BASE-X (menggunakan STP atau UTP 2 pair) dan 100BASE-XF (menggunakan dua kabel serat optik pada masing-masing jalur pengirim dan penerima).

### 16.7. Token Ring

Token Ring adalah permulaan standar LAN yang pernah dikembangkan oleh IBM. Metoda akses : *token passing* Pada Gambar 16.7. dapat dilihat bahwa dalam *token passing*, token dilewatkan dari *station/komputer* satu ke *station/komputer* lain dalam urutan hingga token

mengencounter sebuah data yang dilewatkan token itu. Station lain menunggu hingga token terkirim. Topologi ini mutlak harus berbentuk ring. Untuk menghindari

masalah terhadap token yang tidak berguna atau token yang hilang maka diletakkan sebuah komputer/station yang bertugas sebagai pengontrol atau monitor.



Gambar 16.7. Metode akses Token-passing

*Token ring* menggunakan sistem pengalamatan/addressing 6 byte dengan *Token ring* mampu mendukung dua laju data sebesar

4 dan 16 Mbps. Protokol *token ring* memiliki 3 jenis frame : data, token, dan abort, lihat Gambar 16.8.

SD	AC	FC	Destination address	Source address	Data	CRC	ED	FS
1 byte	1 byte	1 byte	2-6 byte	2-6 byte	Sampai 4.500 byte	4 byte	1 byte	1 byte

SD : Start delimiter (flag)  
 AC : Access control (priority)  
 FC : Frame control (frame type)  
 ED : End delimiter (flag)  
 FS : Frame status

Data command



Token

Abort

### Gambar 16.8. Frame Token Ring

Data *frame* adalah bingkai/*frame* yang hanya untuk mengangkut data. Isi field dalam Data Farem ini ada lah sebagai berikut :

- o Start delimiter (SD). Berisi 1 byte yang digunakan untuk memberitahu komputer penerima ketika frame sampai.
- o Access control (AC). Berisi 1 byte yang memuat informasi tentang prioritas dan reservasi.
- o Frame control (FC). Field ini berisi 1 byte yang memuat jenis informasi yang dimuat dalam *data field*.
- o Destination address (DA). Field ini panjangnya variabel antara 2 sampai 6 byte. Memuat physical address komputer/station berikutnya.
- o Source address (SA). Field ini panjangnya variabel antara 2 sampai 6 byte. Memuat physical address komputer/station sebelumnya.
- o Data. *Field* ini memuat data. Data dapan memuat hingga 4500 byte.
- o CRC. Field ini berisi 4 byte CRC-32
- o End delimiter (ED). Berisi 1 byte yang mengindikasikanahir dari *frame*.
- o Frame status (FS). *Field* ini di-set oleh penerima untuk mengindikasikan bahwa frame sudah dibaca. Atau station monitor mengindikasikan bahwa frame ini sudah

mengelilingi ring. *Token Frame* hanya berisi 3 field yaitu: SD, AC dan ED. *Abort Frame* hanya ada 2 field: SD dan ED. Digunaka n oleh monitor untuk mengabaikan mekanisme token ketika ada masalah.

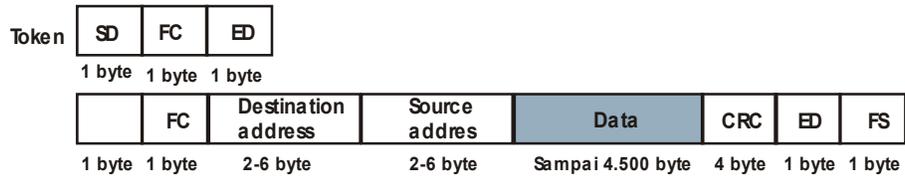
Untuk implementasi *Token ring* Terdiri dari penggunaan kabel 150-ohm. Setiap station dihubungkan ke output port pada sebuah station sebelah dan input port pada station yang di sebelahnya yang la in lagi. Aliran token ring ini adalah unidirectional, atau satu arah. Jadi akan menjadi problem besar jika kabel-kabel yang menghubungkan 2 station putus atau rusak.

### 16.8. Fiber Distributed Data Interface (FDDI)

FDDI adalah protokol LAN yang distandarisasikan oleh ITU -T. FDDI mendukung laju data 100 MBps, sehingga menjadi aternatif pengganti ethernet dan token ring. FDDI dalam implementasinya harus menggunakan kabel serat optik, sehingga dari segi biaya adalah sangat mahal. Metoda akses: Token passing FDDI dalam metoda akses sama dengan *Token Ring* yakni *token passin*.

FDDI menggunakan 2 hingga

6 byte alamat fisik. FDDI mendukung laju data pada 100 Mbps. FDDI hanya menggunakan 2 jenis frame: data dan token, lihat gambar 16.9.

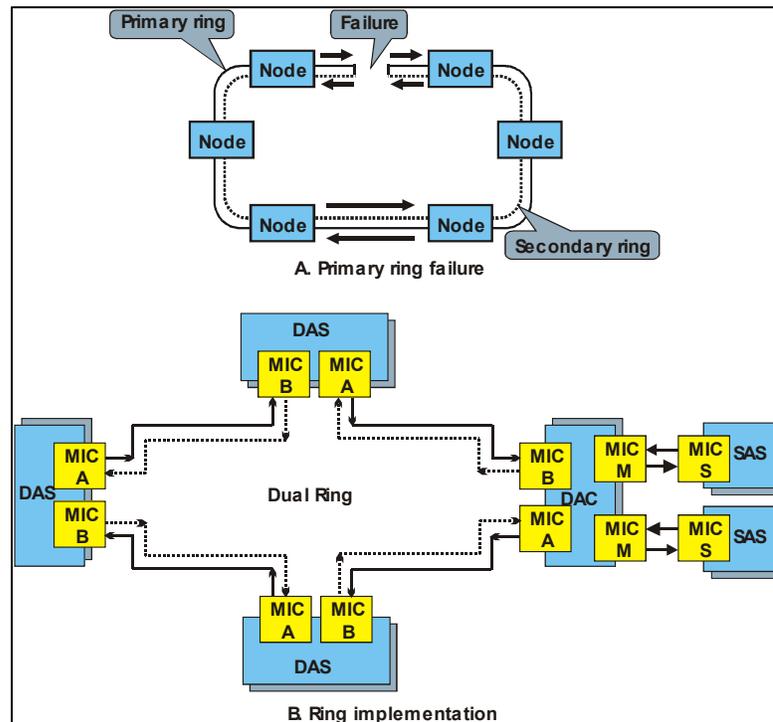


Gambar 16.9. Frame FDDI

FDDI diimplementasikan menggunakan ring ganda (*dual ring*). Dalam banyak kasus data ditransmisikan pada ring pertama (*primary ring*). Jika ring pertama mengalami masalah, maka ring kedua (*secondary ring*) melakukan recovery.

Setiap station atau node atau komputer dikoneksi dengan device

yang bernama media transfer connector (MIC). Setiap MIC memiliki 2 fiber port. FDDI memiliki 3 tipe node: dual attachment station (DAS), single attachment station (SAS), dan dual attachment concentrator (DAC). Untuk DAS memiliki 2 MIC (MIC A dan MIC B) lihat gambar 16.10.



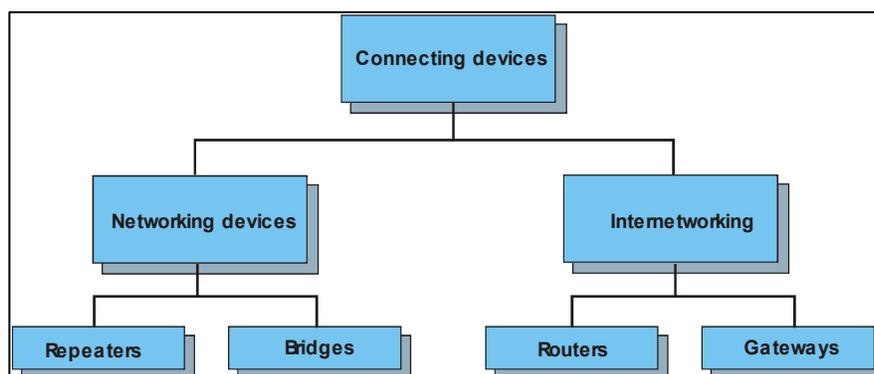
Gambar 16.10. Implementasi FDDI

### 16.9. Wide Area Network (WAN)

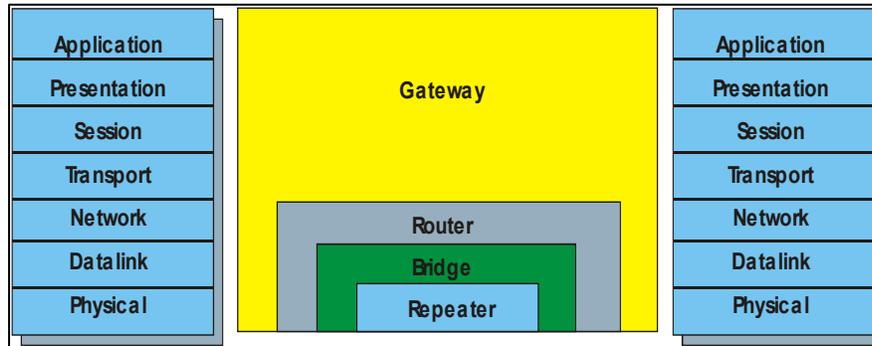
Pada WAN menyediakan layanan transmisi data berjarak jauh secara geografis antar kota, pulau dan benua. Jadi perbedaan dengan LAN adalah bergantung pada perangkat keras yang dimilikinya. Jadi WAN dapat menggunakan fasilitas publik seperti sirkuit sewa (*leased line*), *frame relay*, VSAT dlsb. Untuk mengetahui teknologi pendukung WAN ini lebih dalam perlu mengetahui konsep *Point-to-Point Protocol (PPP)*, X.25, *Frame Relay* dan ATM.

### 16.10. Connective Device

*Connecting device* digunakan untuk menghubungkan segmen-segmen atau perangkat dalam jaringan untuk menghasilkan apa yang disebut internetwork/internet. Dapat diklasifikasikan dalam Gambar 16.11 mengenai klasifikasi *connecting device* ini. Terlihat bahwa dalam *connecting device* ini terdapat jenis-jenis *device* sebagai berikut: *repeater*, *bridge*, *router* dan *gateway*. Masing-masing *connecting device* ini terlibat dalam cakupan lapisan OSI yang berbeda seperti dapat dilihat pada Gambar 16.12



Gambar 16.11. Connecting device



Gambar 16.12 *Connecting devices* dan model OSI

### 16.11. Topologi Jaringan Komputer

Topologi adalah istilah yang digunakan untuk menguraikan cara bagaimana komputer terhubung dalam suatu jaringan. Topologi menguraikan layout actual dari perangkat keras jaringan sedangkan topologi juga menguraikan perilaku computer pada jaringan dari sudut pandang operator, dalam hal ini manusianya yaitu topologi fisik.

Topologi suatu jaringan didasarkan pada cara penghubung sejumlah node atau sentral dalam membentuk suatu sistem jaringan. Topologi jaringan yang umum dipakai adalah : Mess, Bintang (Star), Bus, Tree, dan Cincin(Ring).

Istilah dari topologi jaringan mengacu pada organisasi spasial perangkat jaringan, pengkabelan jaringan (*Physical Routing*) dan aliran paket data dari satu titik koneksi ke titik koneksi yang lain. Titik koneksi jaringan dapat berupa perangkat seperti sistem komputer, printer atau router yang dihubungkan ke jaringan yang dapat

mengirim dan menerima paket data. Secara garis besar, teknologi transmisi dibedakan menjadi dua yaitu transmisi point-to-point dan transmisi dengan hubungan *share*.

Jaringan komputer yang menggunakan hubungan secara *point-to-point* terdiri dari sejumlah pasangan komputer yang ada pada jaringan komputer yang apabila paket data yang dikirimkan dari sumber ke tujuan akan melewati komputer yang menjadi perantara yang berakibat rute dan jaraknya menjadi berbeda beda dan membutuhkan beberapa jalur transmisi jika jumlah titik koneksi dalam jumlah besar.

Beberapa alasan yang mendasari kenapa kita harus memilih topologi yang tepat ketika akan membangun sebuah jaringan komputer adalah sebagai berikut :

1. Biaya, Faktor biaya menjadi salah satu faktor utama yang mempengaruhi secara langsung maupun tidak langsung dalam penentuan penggunaan topologi di jaringan komputer kita. Hal ini menyangkut pembelian pe-

rangkat yang akan dipasang, perawatan yang kita lakukan terhadap jaringan komputer, dan efisiensi pengiriman data dari satu komputer ke komputer yang lain.

2. Kecepatan, Sampai sejauh mana kecepatan yang dibutuhkan dalam sistem.
3. Lingkungan, Misalnya listrik atau faktor-faktor lingkungan yang lain, yang berpengaruh pada jenis perangkat keras yang digunakan.
4. Ukuran, Sampai seberapa besar ukuran jaringan. Apakah jaringan memerlukan file server atau sejumlah server khusus
5. Konektivitas, Apakah pemakai yang lain yang menggunakan komputer laptop perlu mengakses jaringan dari berbagai lokasi.

Topologi secara fisik yang biasa digunakan dalam membangun suatu jaringan komputer adalah :

1. Topologi Bus (*Bus Topology*), Menggunakan satu *segment* (panjang kabel) *backbone*, yaitu yang menyambungkan semua host secara langsung.
2. Topologi Ring (*Ring Topology*), Menghubungkan satu *host* ke *host* setelah dan sebelumnya. Secara fisik jaringan ini berbentuk *ring* (lingkaran).
3. Topologi Star (*Star Topology*), Menghubungkan semua kabel pada *host* ke satu titik utama. Titik ini biasanya menggunakan *Hub* atau *Switch*.
4. Topologi Extended Star (*Extended Star Topology*), Merupakan perkembangan dari topologi star. Memiliki beberapa

titik yang terhubung ke satu titik utama.

5. Topologi Hirarki (*Hierarchical Topology*), dibuat mirip dengan topologi *extended star*. Sistem dihubungkan kekomputer yang mengendalikan trafik pada topologi.
6. Topologi Mesh (*Mesh Topology*), Menghubungkan satu titik ke titik yang lainnya. Kondisinya di mana tidak ada hubungan komunikasi terputus secara absolut antar *node* komputer.

Untuk lebih rincinya di bawah ini akan dijelaskan topologi-topologi tersebut serta bagaimana cara implementasinya dalam dunia jaringan.

#### 16.12. Topologi BUS

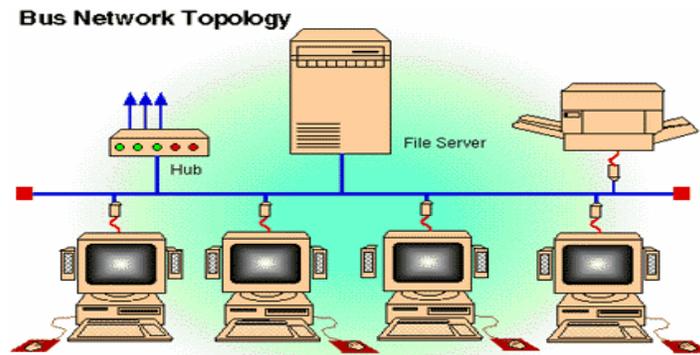
Topologi jaringan jenis ini menggunakan sebuah kabel pusat yang sering disebut dengan *backbone* yang merupakan media utama dari jaringan. Terminal atau host yang akan membangun jaringan dihubungkan dengan kabel utama yang merupakan inti dari jaringan. Data yang dikirimkan akan langsung menuju terminal yang dituju tanpa harus melewati terminal atau host yang dalam jaringan.

Tidak bekerjanya sebuah komputer tidak akan menghentikan kerja dari jaringan. Jaringan tidak akan bekerja ketika kabel utamanya putus.

Pada topologi Bus diguna-kan sebuah kabel tunggal atau kabel pusat di mana seluruh workstation dan server dihubung-kan. Keunggulan topologi Bus adalah

pengembangan jaringan atau penambahan workstation baru dapat dilakukan dengan mudah tanpa mengganggu workstation lain. Kelemahan dari topologi ini adalah bila terdapat gangguan di

sepanjang kabel pusat maka keseluruhan jaringan akan mengalami gangguan.



Gambar 16.13. Topologi BUS

**Keuntungan :**

- Hemat kabel
- Layout kabel sederhana
- Mudah dikembangkan
- Tidak membutuhkan kendali pusat
- Penambahan dan pengurangan terminal tanpa mengganggu operasi yang sedang berjalan

**Kerugian :**

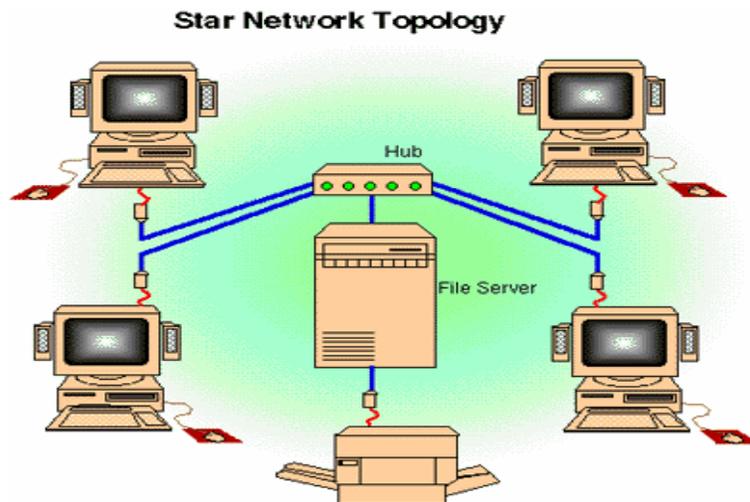
- Deteksi dan isolasi kesalahan sangat kecil
- Kepadatan lalu lintas
- Keamanan data kurang terjamin
- Kecepatan akan menurun bila klien bertambah

- Diperlukan repeater untuk jarak yang jauh

**16.13. Topologi Star**

Dalam topologi star, sebuah terminal pusat bertindak sebagai pengatur dan pengendali semua komunikasi data yang terjadi, maksudnya semua komputer mengelilingi Hub pusat yang mengontrol komunikasi jaringan dan dapat berkomunikasi dengan Hub lain. Batas jarak komputer dengan Hub kurang lebih sekitar 100 meter. Setiap titik koneksi pada jaringan akan berkomunikasi melalui titik koneksi pusat atau konsentrator terlebih dahulu sebelum menuju server. Jaringan lebih fleksibel dan

luas dibandingkan dengan dua topologi yang lainnya.



Gambar 16.14. Topologi Star/Bintang

#### Keuntungan

- Paling fleksibel
- Pemasangan/perubahan stasiun sangat mudah dan tidak mengganggu bagian jaringan lain
- Kontrol terpusat
- Kemudahan deteksi dan isolasi kesalahan/kerusakan
- Kemudahan pengelolaan jaringan

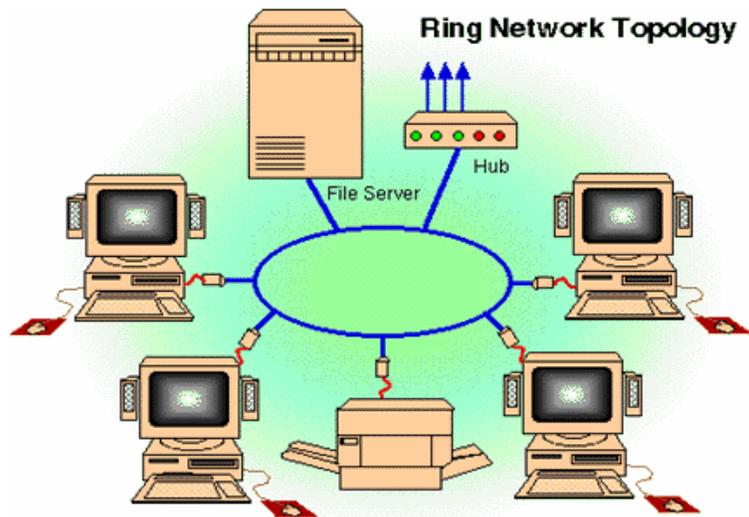
#### Kerugian

- Boros kabel
- Perlu penanganan khusus
- Kontrol terpusat (HUB) jadi elemen kritis

#### 16.14. Topologi Ring

Topologi ini mirip dengan topologi bus, tetapi kedua terminal yang berada di ujung saling dihubungkan, sehingga menyerupai seperti cincin. Setiap paket data yang diperoleh diperiksa alamatnya oleh terminal yang dilewatinya. Jika bukan untuk nya, paket dilewatkan sampai menemukan alamat yang benar.

Setiap terminal dalam jaringan saling tergantung sehingga jika terjadi kerusakan pada satu terminal maka seluruh jaringan akan terganggu. Namun paket data mengalir satu arah sehingga dapat menghindari terjadinya tabrakan.



Gambar 16.15. Topologi Ring

#### Keuntungan

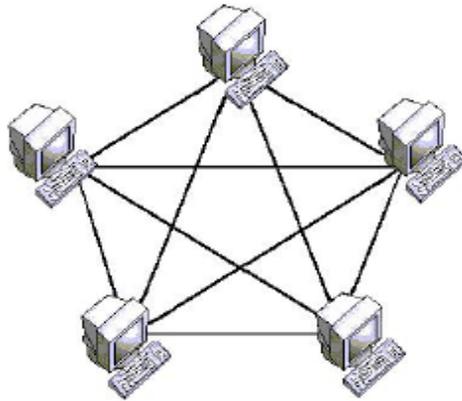
- Hemat Kabel dan dapat melayani lalu lintas yang padat dengan risiko tabrakan data yang kecil

#### Kerugian

- Peka kesalahan
- Pengembangan jaringan lebih kaku
- Kerusakan pada media pengiriman dan terminal dapat menyebabkan kelumpuhan kerja seluruh jaringan, dan lambat karena pengiriman data berdasarkan antrian.

#### 16.15. Topologi Mesh

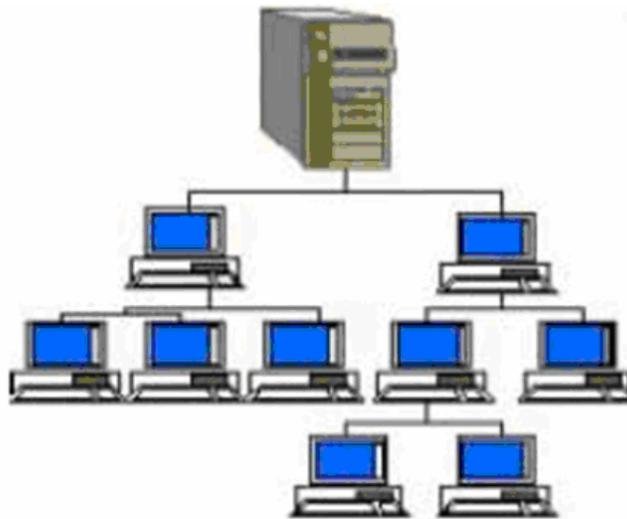
Topologi jaringan ini menerapkan hubungan antar sentral secara penuh. Jumlah saluran harus disediakan untuk membentuk jaringan Mesh adalah jumlah sentral dikurangi 1 ( $n-1$ ,  $n$  = jumlah sentral). Tingkat kerumitan jaringan sebanding dengan meningkatnya jumlah sentral yang terpasang. Dengan demikian disamping kurang ekonomis juga relatif mahal dalam pengoperasiannya.



Gambar 16.16. Topologi MESH

### 16.16. Topologi Pohon

Pada jaringan Topologi pohon, terdapat beberapa tingkatan simpul (node). Pusat atau simpul yang lebih tinggi tingkatannya, dapat mengatur simpul lain yang lebih rendah tingkatannya. Data yang dikirim perlu melalui simpul pusat terlebih dahulu. Misalnya untuk bergerak dari komputer dengan node-3 ke komputer node-7 seperti halnya pada gambar, data yang ada harus melewati node-3, 5 dan node -6 sebelum berakhir pada node-7.



Gambar 16.17. Topologi Pohon

Kelebihan dari topologi pohon adalah, dapat terbentuknya suatu kelompok yang dibutuhkan setiap saat. Sebagai contoh, perusahaan dapat membentuk kelompok yang terdiri atas terminal keuangan serta pada kelompok lain dibentuk untuk terminal penjualan. Adapun kelemahannya adalah, apabila simpul yang lebih tinggi kemudian tidak berfungsi, maka kelompok lainnya yang berada di bawahnya akhirnya juga menjadi tidak efektif. Cara kerja jaringan pohon ini relatif menjadi lambat.

#### **16.17. Topologi Peer-to-peer Network**

*Peer* artinya rekan sekerja. *Peer-to-peer network* adalah jaringan komputer yang terdiri dari beberapa komputer (biasanya tidak lebih dari 10 komputer dengan 1-2 printer). Dalam sistem jaringan ini yang diutamakan adalah penggunaan program, data dan printer secara bersama-sama. Pemakai komputer bernama A dapat memakai program yang dipasang di komputer B, dan mereka berdua dapat mencetak ke printer yang sama pada saat yang bersamaan.

Sistem jaringan ini juga dapat dipakai di rumah. Pemakai komputer yang memiliki komputer 'kuno', misalnya AT, dan ingin membeli komputer baru, katakanlah Pentium II, tidak perlu membuang komputer lamanya. Ia cukup memasang *network card* pada komputernya kemudian dihubungkan dengan kabel yang khusus digunakan untuk sistem jaringan. Dibandingkan dengan

ketiga cara diatas, sistem jaringan ini lebih sederhana sehingga lebih mudah dipelajari dan dipakai.

#### **16.18. Protokol Pada Jaringan**

Protokol merupakan karakter hukum formal. Dalam hubungan internasional, protocol mengurangi masalah yang disebabkan oleh adanya perbedaan kultur pada saat berbagai bangsa bekerja sama. Pada saat dilakukan persetujuan atas hukum ini, semua pihak mengetahui hukum itu dibuat tidak atas dasar kepentingan sebuah bangsa saja. Protokol diplomatik mengurangi terjadinya kasus kesalahpahaman, setiap orang mengetahui bagaimana melakukannya dan bagaimana menerjemahkannya protocol itu untuk berinteraksi dengan bangsa lain.

Keadaan seperti ini diterapkan dalam komunikasi data jaringan komputer sehingga pada prakteknya diperlukan hukum komunikasi data yang dapat diterima oleh berbagai jenis komputer yang mempergunakan beragam sistem operasi maupun aplikasinya.

Dalam komunikasi data, hukum untuk penyelenggaraan komunikasi data yang telah ditentukan disebut protokol.

Dalam sebuah jaringan komputer yang homogen, biasanya pihak penjual (*vendor*) komputer akan menentukan jenis sistem operasinya dan satu jenis komputernya agar jaringan komputer itu bisa bekerja optimal.

Tetapi pada jaringan komputer homogen ini bisa dianalogikan dengan sebuah bangsa

yang hanya dihuni oleh bangsa itu sendiri di dalamnya. TCP/IP sebagai sebuah protokol independen dan umum memungkinkan adanya komunikasi data antar jaringan

komputer yang berbeda-beda (*heterogen*) yang memakai beragam komputer dengan arsitektur berbeda berikut sistem operasinya yang berbeda.

### 16.19. Rangkuman

Dari uraian tersebut diatas maka dapat diambil inti pembahasan pada bagian ini adalah sebagai berikut :

1. *Local Area Network* (LAN), merupakan jaringan milik pribadi di dalam sebuah gedung atau kampus yang berukuran sampai beberapa kilometer. LAN seringkali digunakan untuk menghubungkan komputer-komputer pribadi dan *workstation* dalam kantor suatu perusahaan atau pabrik-pabrik untuk memakai bersama sumberdaya (*resource*, misalnya printer) dan saling bertukar informasi.
2. *Metropolitan Area Network* (MAN), pada dasarnya merupakan versi LAN yang berukuran lebih besar dan biasanya menggunakan teknologi yang sama dengan LAN. MAN dapat mencakup kantor-kantor perusahaan yang letaknya berdekatan atau juga sebuah kota dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan pribadi (swasta) atau umum. MAN mampu menunjang data dan suara, bahkan dapat berhubungan dengan jaringan televisi kabel.
3. *Wide Area Network* (WAN), jangkauannya mencakup daerah geografis yang luas, seringkali mencakup sebuah negara bahkan benua. WAN terdiri dari kumpulan mesin-mesin yang bertujuan untuk menjalankan program program (aplikasi) pemakai.

### 16.20. Soal Latihan

Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan baik dan benar.

7. Jelaskan apa yang dimaksud dengan jaringan LAN, MAN dan WAN.
8. Sebutkan 5 perangkat keras jaringan dan jelaskan secara rinci satu persatu.
9. Apakah fungsi Hub dalam jaringan?
10. Sebutkan topologi jaringan dan jelaskan kelemahan dan keuntungan dari masing-masing topologi tersebut.
11. Jelaskan perbedaan antara jaringan yang bersifat *Client-server* dan *peer-to-peer*.
12. FDDI merupakan protocol yang diberikan oleh ITU-T dalam jaringan LAN. Jelaskanlah metode akses ari FDDI dan bagaimana transmisi data pada FDDI.



# BAGIAN 17

## PROTOKOL DAN STANDAR JARINGAN

### Tujuan

Setelah mempelajari bagian ini diharapkan dapat :

1. Mengetahui dan memahami konsep jaringan komputer
2. Mengetahui kebutuhan dan sasaran jaringan komputer
3. Mengetahui jenis dan klasifikasi jaringan komputer
4. Mengetahui standarisasi dan sistem operasi jaringan komputer

Apa yang dimaksud dengan protokol? Tidak lain adalah sebuah sinonim yang bisa kita sinonimkan sebagai *rule* atau “aturan main”. Dan apa yang dimaksud dengan standar? Standar adalah *rule* yang telah disepakati untuk diaplikasikan.

### 17.1. Protokol dan Susunan Protokol

Dalam suatu jaringan komputer, terjadi sebuah proses komunikasi antar entitas atau perangkat yang berlainan sistemnya. entitas atau perangkat ini adalah segala sesuatu yang mampu menerima dan mengirim. Untuk berkomunikasi mengirim dan menerima antara dua entitas dibutuhkan pengertian di antara kedua belah pihak. Pengertian ini lah yang dikatakan sebagai protokol. Jadi protokol adalah himpunan aturan-aturan main yang mengatur komunikasi data. Protokol men-

definisikan apa yang dikomunikasikan bagaimana dan kapan terjadinya komunikasi.

Elemen-elemen penting dari protokol adalah : *syntax*, *semantics* dan *timing*.

1. *Syntax* mengacu pada struktur atau format data, yang mana dalam urutan tampilannya memiliki makna tersendiri. Sebagai contoh, sebuah protokol sederhana akan memiliki urutan pada delapan bit pertama adalah alamat pengirim, delapan bit

kedua adalah alamat penerima dan *bit stream* sisanya merupakan informasinya sendiri.

2. *Semantics* mengacu pada maksud setiap section bit. Dengan kata lain adalah bagaimana bit-bit tersebut terpola untuk dapat diterjemahkan.
3. *Timing* mengacu pada 2 karakteristik yakni kapan data harus dikirim dan seberapa cepat data tersebut dikirim. Sebagai contoh, jika pengirim memproduksi data sebesar 100 Megabits per detik (Mbps) namun penerima hanya mampu mengolah data pada kecepatan 1 Mbps, maka transmisi data akan menjadi *overload* pada sisi penerima dan akibatnya banyak data yang akan hilang atau musnah.

Secara umum fungsi dari protokol adalah untuk menghubungkan sisi pengirim dan penerima dalam berkomunikasi serta dalam bertukar informasi agar dapat berjalan dengan baik dan benar dengan kehandalan yang tinggi. Sedangkan fungsi protokol secara detail dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Fragmentasi dan *reassembly* Fungsi dari fragmentasi dan *reassembly* adalah membagi informasi yang dikirim menjadi beberapa paket data pada saat sisi pengirim

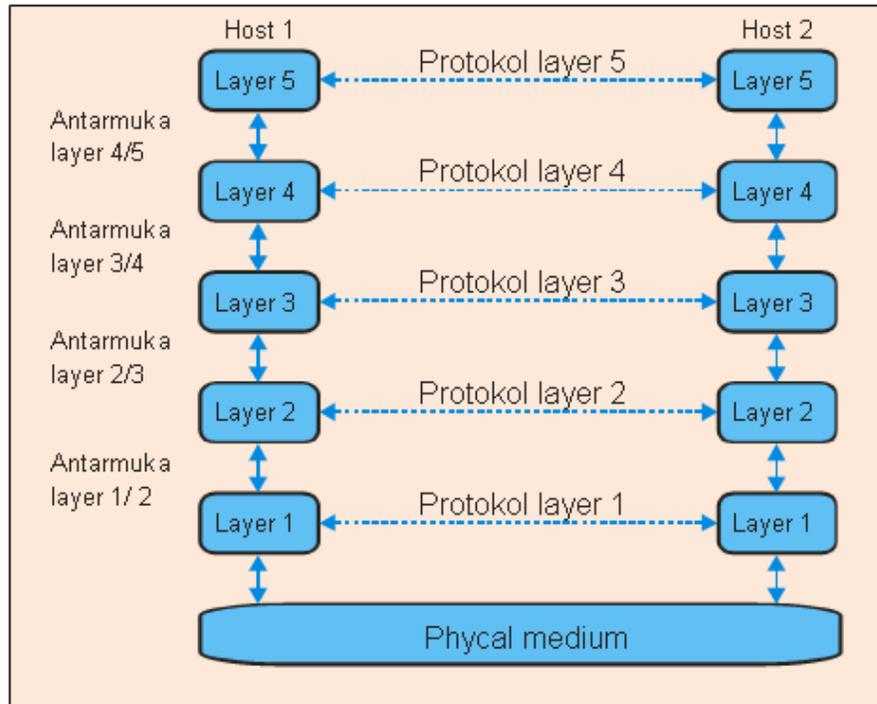
mengirimkan informasi tadi dan setelah diterima maka sisi penerima akan menggabungkan lagi menjadi paket berita yang lengkap.

- *Encapsulation* Fungsi dari *encapsulation* adalah melengkapkan berita yang dikirimkan dengan *address*, kode-kode koreksi dan lain-lain.
- *Connection control* Fungsi dari *connection control* adalah membangun hubungan komunikasi dari *transmitter* dan *receiver*, dimana dalam membangun hubungan ini termasuk dalam hal pengiriman data dan mengakhiri hubungan.
- *Flow control*, Fungsi dari *flow control* adalah mengatur perjalanan data dari *transmitter* dan *receiver*.
- *Error control*, dalam pengiriman data tak lepas dari kesalahan, baik itu dalam proses pengiriman maupun pada waktu data itu diterima. Fungsi dari *error control* adalah mengontrol terjadinya kesalahan yang terjadi pada waktu data dikirimkan.
- *Transmission service*, Fungsi dari *transmission service* adalah memberi pelayanan komunikasi data khususnya yang berkaitan dengan prioritas dan keamanan serta perlindungan data.

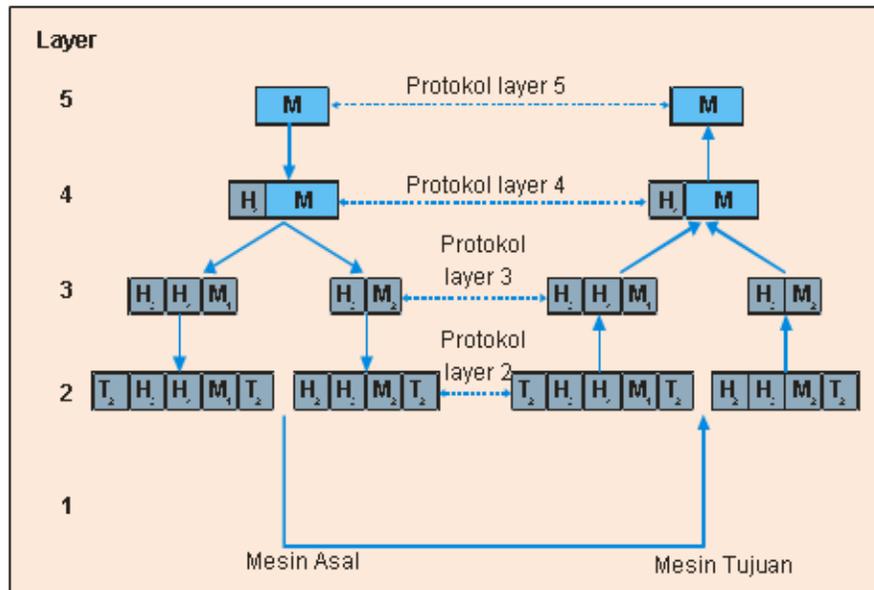
Protokol jaringan disusun oleh dalam bentuk lapisan-lapisan (*layer*) seperti diperlihatkan oleh Gambar 17.1. Hal ini mengandung arti supaya jaringan yang dibuat nantinya tidak menjadi rumit. Didalam layer ini jumlah, nama isi dan fungsi setiap layer berbeda-beda namun tujuan dari setiap layer ini adalah memberikan layanan kelayar yang ada di atasnya. Susunan dari layer inilah ditunjukkan tahapan-tahapan dalam melakukan komunikasi.

Interface dan Layanan :

- Fungsi setiap layer adalah untuk melayani keperluan layer yang berada di atasnya.
- Elemen-elemen aktif pada sebuah layer disebut *entity*
- Entity-entity yang ada di layer yang sama pada mesin yang berbeda disebut *peer entity*.
- Entity pada layer n mengimplementasikan sebuah layanan yang dipakai oleh layer n+1
- Layer n dapat menggunakan layanan layer n-1 agar dapat melaksanakan tugas-tugasnya.
- Layanan-layanan tersebut disediakan melalui SAP (*Service Access Point*) yang masing-masing memiliki identifikasi unik.
- Agar 2 layer dapat saling bertukar informasi, entity layer n+1 mengirimkan sebuah IDU (*Interface Data Unit*) ke entity layer n melalui SAP.
- IDU terdiri dari ICI (*Interface Control Information*) dan SDU (*Service Data Unit*). ICI membantu layer di bawahnya untuk melaksanakan tugasnya, dan SDU informasi yang dikirimkan pada jaringan ke peer entity hingga sampai di layer n+1.
- Entity layer n akan memecah SDU menjadi beberapa bagian agar dapat dikirimkan ke peer entity. Setiap bagian pecahan SDU diberi header sehingga menjadi PDU (*Protocol Data Unit*).



Gambar 17.1. Protokol dan layer OSI



Gambar 17.2. Interface pada Lapisan OSI

## 17.2. Standar jaringan

Standar adalah suatu hal yang penting dalam penciptaan dan pemeliharaan sebuah kompetisi pasar daripada manufaktur perangkat komunikasi dan menjadi jaminan *interoperability* data dalam proses komunikasi. Standar komunikasi data dapat dikategorikan dalam 2 kategori yakni kategori *de facto* (konvensi) dan *de jure* (secara hukum atau regulasi).

### 17.2.1. Organisasi Standar

Di bawah ini adalah beberapa organisasi yang concern dengan perkembangan standar teknologi telekomunikasi dan data internasional maupun dari Amerika.

1. International Standards Organization (ISO).
2. International Telecommunications Union-Telecommunication Standards Section (ITU-T).
3. American National Standards Institute (ANSI).
4. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
5. Electronic Industries Association (EIA).

Selain itu terdapat pula organisasi yang bersifat forum ilmiah seperti Frame Relay Forum dan ATM Forum. Kemudian ada pula organisasi yang berfungsi sebagai agen regulasi, misalnya Federal Communications Com-

mision (FCC).

### 17.2.2. Standart Internet

Standar internet adalah sebuah proses jalan panjang yang teruji dan terspesifikasi sehingga menjadi berguna bagi siapa yang bekerja dengan internet. Tentu saja spesifikasi ini dimulai dengan sebuah *draft*. Kemudian draft internet ini menjadi dokumen acuan kerja yang memiliki umur 6 bulan. Setelah itu akan mendapatkan rekomendasi dari otoritas Internet dan dipublikasikan sebagai Request for Comment (RFC).

### 17.2.3. Admisnistrasi Internet

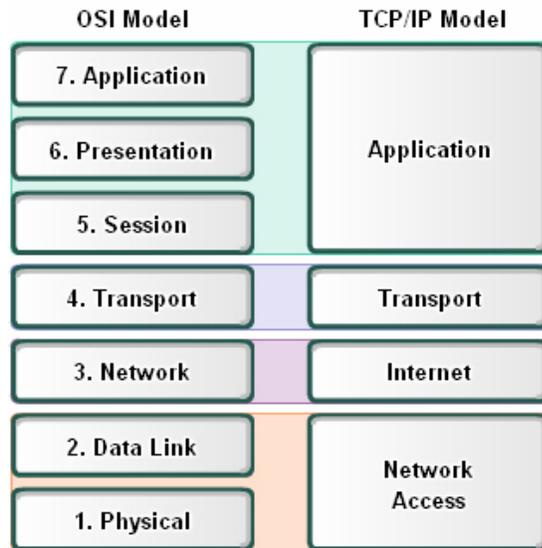
Internet yang pada mulanya merupakan jaringan komputer skala kecil di kalangan akademisi makin bertambah luas bahkan untuk kepentingan militer, komersial dan hiburan. Semakin luasnya aktivitas internet tersebut diperlukan koordinasi dan administrasi untuk mengaturnya. Mulai dari tingkat pengorganisasian nama domain dari root sampai organisasi yang mengatur nama domain untuk root negara. Juga ada organisasi yang mengadministratif standar teknis internet dan mendistribusikan atau mengumpulkan informasi tentang TCP/IP, di antaranya adalah :

1. Internet Society (ISOC)
2. Internet Architecture Board (IAB)
3. Internet Engineering Task Force (IETF)
4. Internet Research Task Force (IRTF)
5. Internet Assigned Number Authority (IANA) dan Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)

### 17.3. Lapisan Protokol Pada Jaringan Komputer

Secara umum lapisan protokol dalam jaringan komputer dapat dibagi atas tujuh lapisan. Lapisan ini dapat dilihat pada gambar 17.3. Dari lapisan terbawah hingga tertinggi dikenal *physical layer*, *link layer*, *network layer*, *transport layer*, *session layer*,

*presentation layer* dan *application layer*. Masing-masing lapisan mempunyai fungsi masing-masing dan tidak tergantung antara satu dengan lainnya. Dari ketujuh lapisan ini hanya *physical layer* yang merupakan perangkat keras selebihnya merupakan perangkat lunak. *physical layer* merupakan media penghubung untuk mengirimkan informasi digital dari satu komputer ke komputer lainnya yang secara fisik dapat kita lihat. Berbagai bentuk perangkat keras telah dikembangkan untuk keperluan ini. Satu diantaranya yang cukup banyak digunakan untuk keperluan jaringan komputer lokal (LAN) di Indonesia adalah *ARCnet* yang banyak digunakan serta menggunakan perangkat lunak Novell.



Gambar 17.3. Lapisan Protokol Pada Jaringan

Untuk keperluan *Wide Area Network* (WAN) kita dapat menyambungkan berbagai LAN ini menggunakan media radio atau telepon menjadi satu kesatuan.

Untuk mengatur hubungan antara dua buah komputer melalui *physical layer* yang ada digunakan protokol *link layer*. Pada jaringan paket radio di amatir digunakan *link layer* AX.25 (Amatir X.25) yang merupakan turunan CCITT X.25 yang juga digunakan pada Sistem Komunikasi Data Paket (SKDP) oleh PT. INDOSAT dan PT. TELKOM.

IEEE sebuah organisasi profesi untuk teknik elektro telah mengembangkan beberapa standar protokol *physical layer* dan *link layer* untuk LAN. Berdasarkan rekomendasi IEEE pada LAN yang menggunakan *ARCnet* (IEEE 802.3) atau Ethernet (IEEE 802.3) digunakan *link layer* (IEEE 802.2). Pada LAN *Token Ring* digunakan *physical layer* (IEEE 802.5). Bentuk lain dari LAN yang kurang dikenal adalah *Token Bus* (IEEE 802.4).

Untuk LAN berkecepatan tinggi juga telah dikembangkan sebuah standar yang diturunkan dari IEEE 802.3 yang kemudian dikenal sebagai *Fiber Data Distributed Interface* (FDDI).

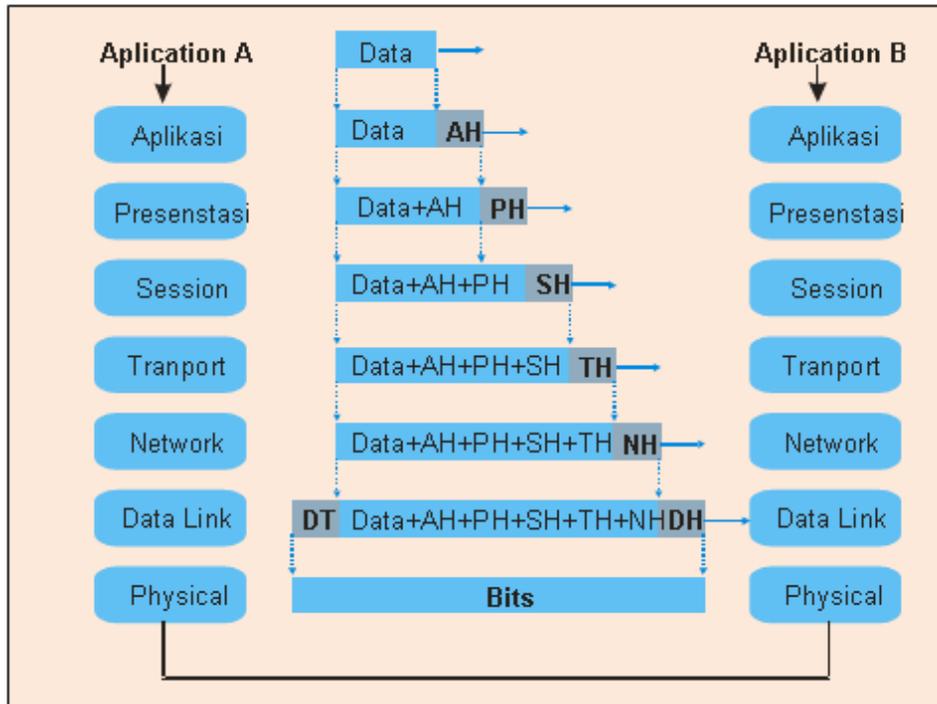
Dalam kesempatan ini kita akan membahas beberapa bagian protokol yang digunakan dalam skema membangun suatu jaringan

komputer.

#### **17.4. Protokol OSI ( *Open System Interconnection* )**

Model referensi OSI (*Open System Interconnection*) menggambarkan bagaimana informasi dari suatu software aplikasi di sebuah komputer berpindah melewati sebuah media jaringan ke suatu software aplikasi di komputer lain. Model referensi OSI secara konseptual terbagi ke dalam 7 lapisan dimana masing-masing lapisan memiliki fungsi jaringan yang spesifik, seperti yang dijelaskan oleh gambar 17.4.

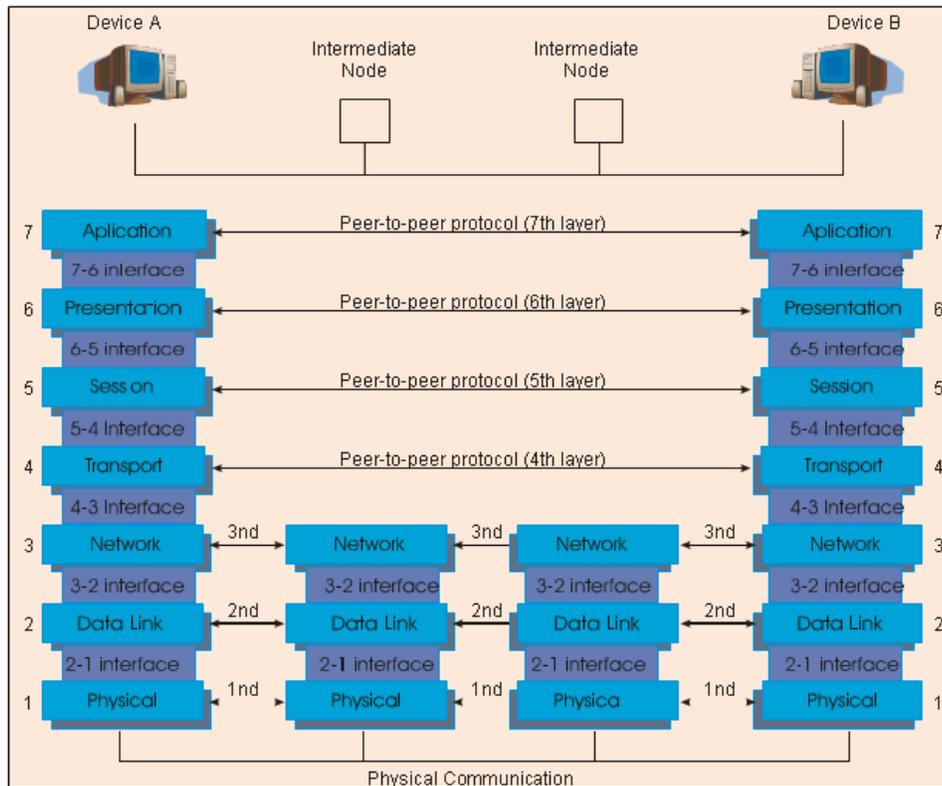
Model ini diciptakan berdasarkan sebuah proposal yang dibuat oleh the *International Standards Organization* (ISO) sebagai langkah awal menuju standarisasi protokol internasional yang digunakan pada berbagai layer. Model ini disebut OSI (*Open System Interconnection*) *Reference Model* karena model ini ditujukan bagi pengkoneksian open system. *Open System* dapat diartikan sebagai suatu sistem yang terbuka untuk berkomunikasi dengan sistem-sistem lainnya. Untuk ringkasnya, kita akan menyebut model tersebut sebagai model OSI saja.



Gambar 17.4. Siklus Kerja Protokol OSI

Perlu dicatat bahwa model OSI itu sendiri bukanlah merupakan arsitektur jaringan, karena model ini tidak menjelaskan secara pasti layanan dan protokolnya untuk digunakan pada setiap layernya. Model OSI hanya menjelaskan tentang apa yang harus dikerjakan oleh sebuah *layer*. Akan tetapi ISO juga telah membuat standar untuk semua *layer*, walaupun standar-standar ini bukan merupakan model referensi itu sendiri. Setiap *layer telah* dinyatakan sebagai standar internasional yang terpisah.

Model OSI disusun atas 7 lapisan; fisik (lapisan 1), data link (lapisan 2), network (lapisan 3), transport (lapisan 4), session (lapisan 5), presentasi (lapisan 6) dan aplikasi (lapisan 7). Pada Gambar 17.5., Anda dapat juga melihat bagaimana setiap lapisan terlibat pada proses pengiriman pesan/*message* dari *Device A* ke *Device B*. Terlihat bahwa perjalanan message dari A ke B melewati banyak intermediasi *node*. Intermediasi *node* ini biasanya hanya melibatkan tiga lapisan pertama model OSI saja



Gambar 17.5. Lapisan-lapisan OSI

### 17.4.1. Karakteristik Lapisan OSI

Ke tujuh lapisan dari model referensi OSI dapat dibagi ke dalam dua kategori, yaitu lapisan atas dan lapisan bawah. Lapisan atas dari model OSI berurusan dengan persoalan aplikasi dan pada umumnya diimplementasi hanya pada software. Lapisan tertinggi (lapisan aplikasi) adalah lapisan penutup sebelum ke pengguna (*user*). Pengguna dan lapisan aplikasi saling berinteraksi dengan software aplikasi yang berisi sebuah komponen

komunikasi. Istilah lapisan atas kadang-kadang digunakan untuk menunjuk beberapa lapisan atas dari lapisan lapisan lain di model OSI.

Lapisan bawah dari model OSI mengendalikan persoalan transport data. Lapisan fisik dan lapisan *data link* diimplementasikan ke dalam *hardware* dan *software*. Lapisan-lapisan bawah yang lain pada umumnya hanya diimplementasikan dalam software.

Lapisan	Application	Lapisan Atas
Presentation		
Session		
Transport	Data Transport	Lapisan Bawah
Network		
Data Link		
Physical		

Gambar 17.6. Pemisahan Lapisan atas dan Lapisan Bawah Model OSI

Model OSI menyediakan secara konseptual kerangka kerja untuk komunikasi antar komputer, tetapi model ini bukan merupakan metode komunikasi. Sebenarnya komunikasi dapat terjadi karena menggunakan protokol komunikasi. Di dalam konteks jaringan data, sebuah protokol adalah suatu aturan formal dan kesepakatan yang menentukan bagaimana komputer bertukar informasi melewati sebuah media jaringan.

Sebuah protokol mengimplementasikan salah satu atau lebih dari lapisan-lapisan OSI. Sebuah variasi yang lebar dari adanya protokol komunikasi, tetapi semua memelihara pada salah satu aliran group: protokol LAN, protokol WAN, protokol jaringan, dan protokol *routing*.

Protokol LAN beroperasi pada lapisan fisik dan *data link* dari model OSI serta mendefinisikan komunikasi dari macam-macam media LAN. Protokol WAN beroperasi pada

ketiga lapisan terbawah dari model OSI dan mendefinisikan komunikasi dari macam-macam WAN. Protokol *routing* adalah protokol lapisan jaringan yang bertanggung jawab untuk menentukan jalan dan pengaturan lalu lintas. Akhirnya protokol jaringan terdiri dari berbagai protokol dari lapisan teratas yang ada dalam sederetan protokol.

#### 17.4.2. Proses Peer-To-Peer

Bila dua mesin/komputer berinteraksi melakukan proses harus mematuhi aturan dan konvensi yang disebut protokol. Proses yang terjadi pada setiap mesin pada lapisan tertentu disebut *peer-to-peer processes* (proses peer-to-peer). Jadi dengan demikian jika 2 mesin akan dapat berkomunikasi jika pada lapisan tertentu menggunakan protokol yang sama.

Message atau pesan yang dikirim oleh device A menuju device B harus melalui lapisan-lapisan yang paling atas menuju lapisan bawah berikutnya sampai lapisan terbawah kemudian kembali menuju lapisan yang lebih tinggi dan seterusnya melewati lapisan tepat di atasnya. Pesan-pesan yang dikirim adalah berupa informasi yang dibentuk dalam paket-paket di mana pada layer tepat di bawahnya informasi tersebut “dibungkus”. Jadi pada sisi penerima informasi yang sampai berupa paket-paket yang telah “dibuka” bungkusannya dan dikonstruksi kembali.

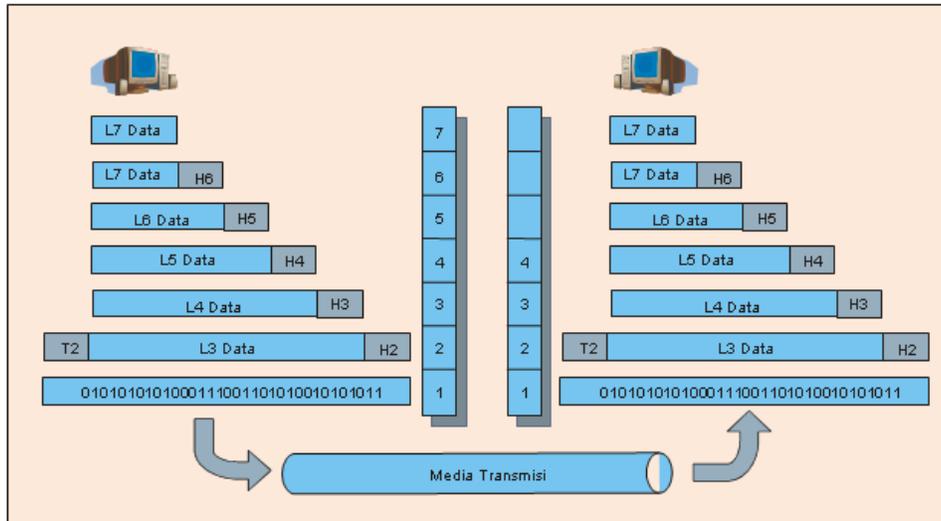
#### **17.4.3. Antarmuka Antar Lapisan Terdekat**

Pada saat pengiriman dan penerimaan pesan, lapisan memerlukan antarmuka dengan lapisan atas dan bawahnya yang berdekatan. Sepanjang sebuah lapisan menyediakan layanan yang dimaksud pada layer tepat

di atas atau di bawahnya, dapat diimplementasikan fungsi yang termodifikasi atau diganti tanpa memerlukan perubahan di seluruh lapisan.

#### **17.4.4. Pengorganisasian Lapisan**

Tujuh lapisan yang telah dijelaskan dapat dibagi menjadi 3 sub kelompok (*subgroups*). Lapisan 1, 2 dan 3 adalah **network support layer** (lapisan-lapisan pendukung jaringan). Lapisan 5, 6 dan 7 merupakan **user support layer** (lapisan-lapisan pendukung pengguna). Lapisan 4 adalah **transport layer**, yang maksudnya adalah lapisan yang menghubungkan 2 subgroup sehingga lapisan **user support layer** dapat “mengerti” pesan yang dikirim **network support layer**. Gambar 17.7 memperlihatkan seluruh lapisan OSI dengan dimulai pada lapisan 7 yang merupakan **data asli**.



Gambar 17.7. Pertukaran data menggunakan model OSI

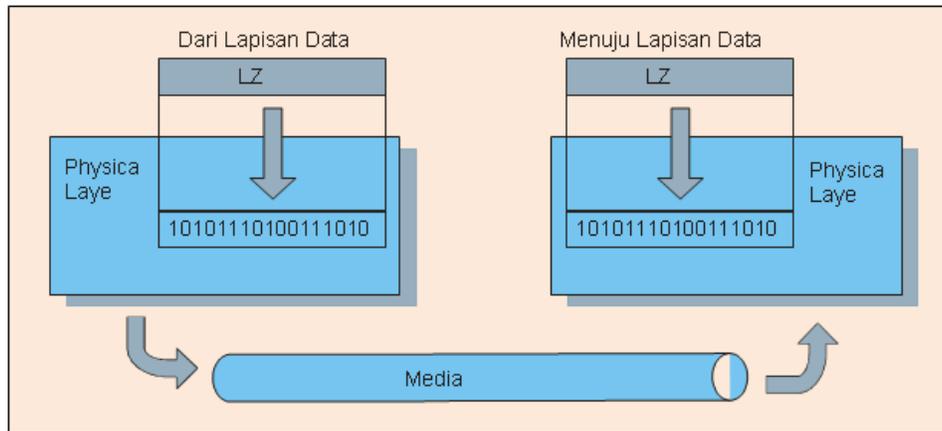
## 17.5. Lapisan Menurut OSI

### 17.5.1. Physical Layer (Lapisan Fisik)

Lapisan fisik atau *physical Layer* sambungan elektronik dari komputer ke Local Area Network melalui Ethernet Card atau perangkat wireless, perangkat modem satelit atau perangkat modem leased line. Perangkat elektronik yang digunakan ini memberikan karakteristik fisik media jaringan komputer. Lapisan fisik melakukan fungsi pengiriman dan penerimaan *bit stream* dalam medium fisik. Dalam lapisan ini kita akan mengetahui spesifikasi mekanikal dan elektrik dari media transmisi serta antarmukanya. Hal-hal penting yang

dapat dibahas lebih jauh dalam lapisan fisik ini adalah :

- Karakteristik fisik dari media dan antarmuka
- Representasi bit-bit. Maksudnya lapisan fisik harus mampu menterjemahkan bit 0 atau 1, juga termasuk pengkodean dan bagaimana mengganti sinyal 0 ke 1 atau sebaliknya.
- *Data rate* (laju data).
- Sinkronisasi bit.
- Line configuration (Konfigurasi saluran). Misalnya: *point-to-point* atau *point-to-multipoint configuration*.
- Topologi fisik. Misalnya: *mesh topology*, *star topology*, *ring topology* atau *bus topology*.
- Moda transmisi. Misalnya : *half-duplex mode*, *full-duplex (simplex) mode*

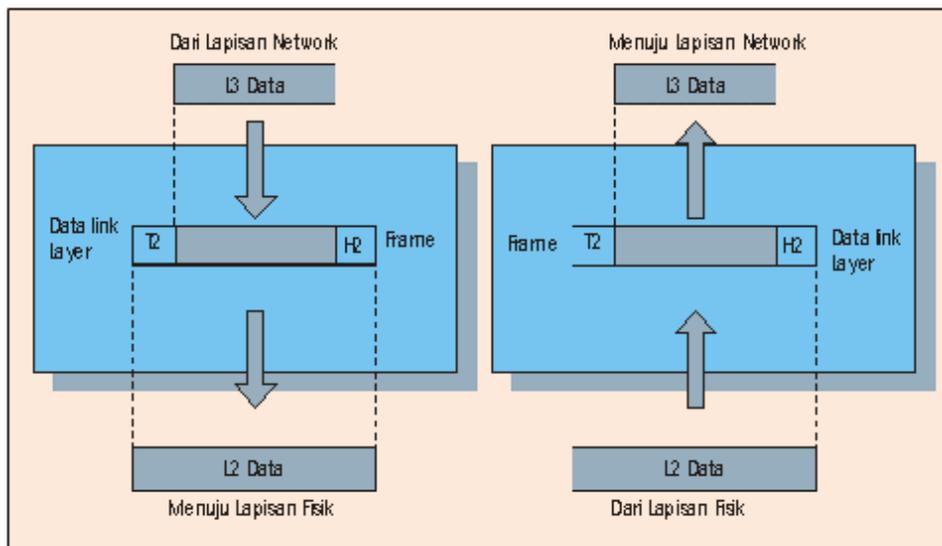


Gambar 17.8. Lapisan fisik/physical layer

### 17.5.2. Data Link Layer (Lapisan Data Link)

Lapisan data link berfungsi mentransformasi lapisan fisik yang merupakan fasilitas transmisi data mentah

menjadi link yang reliabel. Dalam lapisan ini menjamin informasi bebas *error* untuk ke lapisan di atasnya.



Gambar 17.9. Lapisan Data Link/ Data Link layer

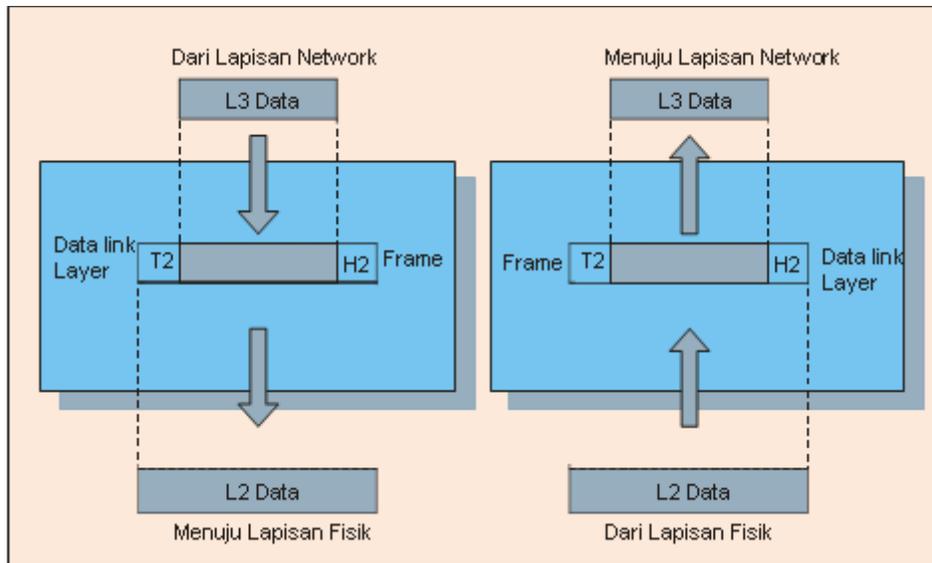
Tanggung jawab utama lapisan data link ini adalah sebagai berikut :

- *Framing* . Yaitu membagi bit stream yang diterima dari lapisan network menjadi unit-unit data yang disebut *frame*.
- *Physical addressing* . Jika frame-frame didistribusikan ke sistem lain pada jaringan, maka data link akan menambahkan sebuah *header* di muka *frame* untuk mendefinisikan pengirim dan/atau penerima.
- *Flow control*. Jika *rate* atau laju *bit stream* berlebih atau berkurang maka flow control akan melakukan tindakan yang menstabilkan laju bit.
- *Error control*. Data link menambah reliabilitas lapisan fisik dengan penambahan mekanisme deteksi dan retransmisi frame-frame yang gagal terkirim.
- *Access control*. Jika 2 atau lebih device dikoneksi dalam link yang sama, lapisan data link perlu menentukan device yang mana yang harus dikendalikan pada saat tertentu.

### 17.5.3. Network Layer (Lapisan Network)

Lapisan network bertanggung jawab untuk pengiriman paket dengan konsep *source-to-destination*. Adapun tanggung jawab spesifik lapisan network ini adalah :

- *Logical addressing* . Bila pada lapisan data link diimplementasikan *physical addressing* untuk penanganan pengalamatan/*addressing* secara lokal, maka pada lapisan network problematika *addressing* untuk lapisan network bisa mencakup lokal dan antar jaringan/network. Pada lapisan network ini *logical address* ditambahkan pada paket yang datang dari lapisan data link.
- *Routing*. Jaringan-jaringan yang saling terhubung sehingga membentuk inter-network diperlukan metoda *routing*/perutean. Sehingga paket dapat ditransfer dari satu device yang berasal dari jaringan tertentu menuju device lain pada jaringan yang lain.



Gambar 17.10. Lapisan network/network layer

#### 17.5.4. Transport Layer (Lapisan Transport)

Lapisan ini bertugas memastikan *packet* dihantar dengan betul. Contohnya TCP yang dikategorikan sebagai protokol "*connection oriented*" akan memastikan *packet* sampai ke destinasi dan mungkin dalam susunan yang betul. Jika ada *packet* yang hilang ia akan dihantar semula. Berbanding dengan UDP (dipanggil *connectionless*) *packet* dihantar dengan cara "best effort" basis tanpa perlu dihantar semula.

Lapisan *transport* bertanggung jawab untuk pengiriman *source-to-destination* (*end-to-end*) daripada jenis *message* tertentu. Tanggung jawab spesifik lapisan transport ini adalah :

- *Service-point addressing*.  
Komputer sering menjalankan berbagai macam program atau aplikasi yang berlainan dalam saat bersamaan. Untuk itu dengan lapisan transport ini tidak hanya menangani pengiriman/ *delivery source-to-destination* dari Komputer yang satu ke komputer yang lain saja namun lebih spesifik kepada *delivery* jenis *message* untuk aplikasi yang berlainan. Sehingga setiap *message* yang berlainan aplikasi harus memiliki alamat/*address* tersendiri lagi yang disebut *service point address* atau *port address*.
- *Segmentation* dan *reassembly*.  
Sebuah *message* dibagi dalam segmen-segmen yang terkirim. Setiap segmen

memiliki *sequence number*. *Sequence number* ini yang berguna bagi lapisan transpor untuk merakit/reassembly segmen-segman yang terpecah atau terbagi tadi menjadi message yang utuh.

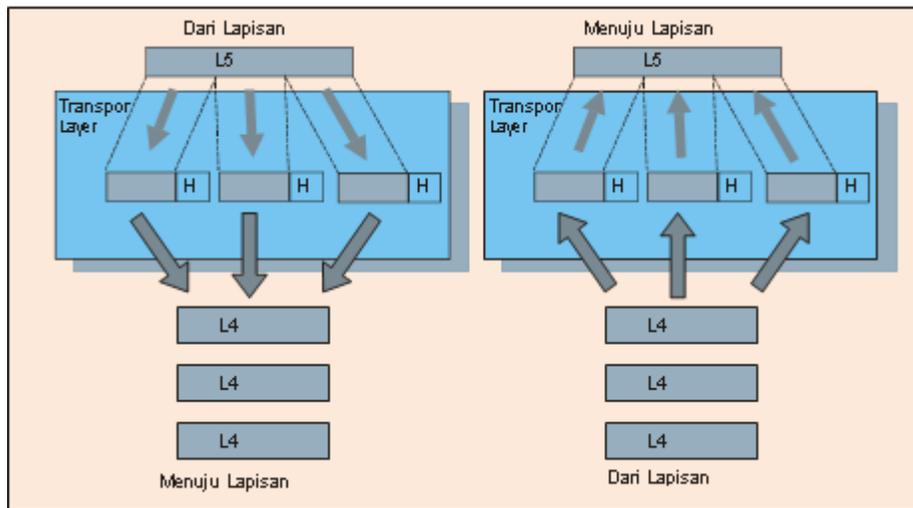
- *Connection control*. Lapisan transpor dapat berperilaku sebagai *connectionless* atau *connection-oriented*
- *Flow control*. Seperti halnya lapisan data link, lapisan transpor bertanggung jawab untuk kontrol aliran (flow control). Bedanya dengan flow control di lapisan data link adalah dilakukan untuk end-to-end.

- *Error control*. Sama fungsi tugasnya dengan error control di lapisan data link, juga berorientasi end-to-end.

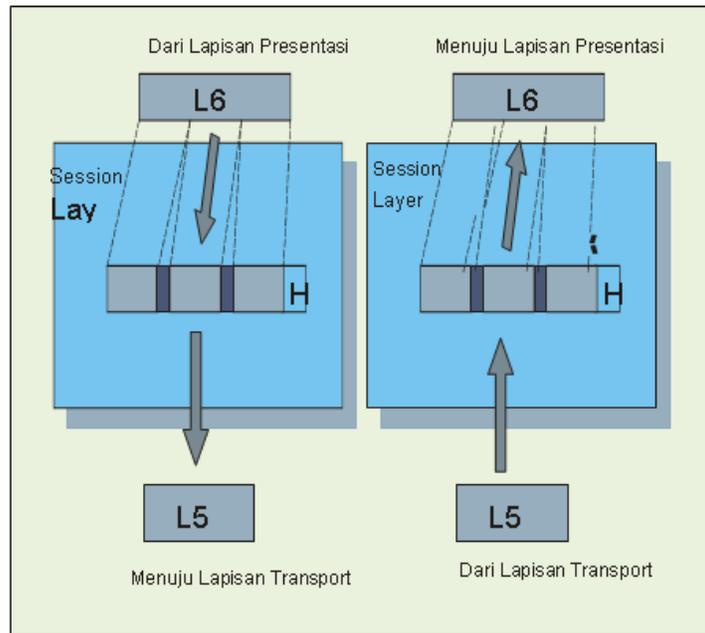
### 17.5.5. Session Layer (Lapisan Session)

Layanan yang diberikan oleh tiga layer pertama (fisik, data link dan network) tidak cukup untuk beberapa proses. Maka pada lapisan session ini dibutuhkan *dialog controller*. Tanggung jawab spesifik :

- Dialog control.
- Sinkronisasi



Gambar 17.11. Lapisan Transport/Transport Layer



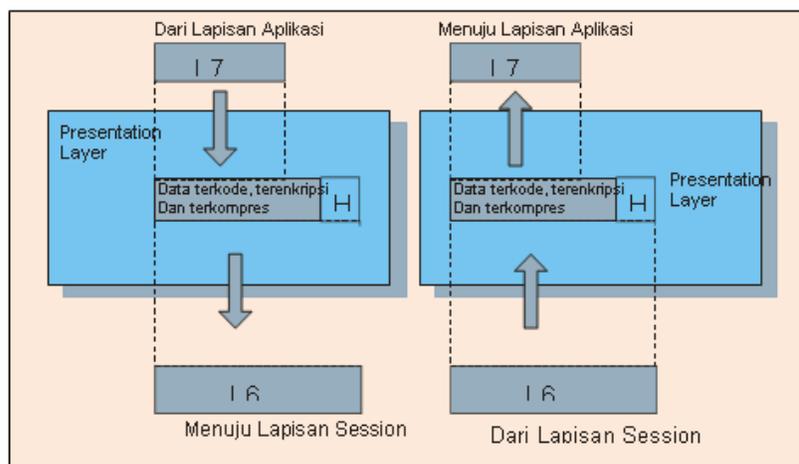
Gambar 17.12. Lapisan Session/Session Layer

### 17.5.6. Presentation Layer (Lapisan presentasi)

Presentation layer lebih cenderung pada *syntax* dan *semantic* pada pertukaran

informasi dua sistem. Tanggung jawab spesifik:

- Translasi
- Enkripsi
- Kompresi

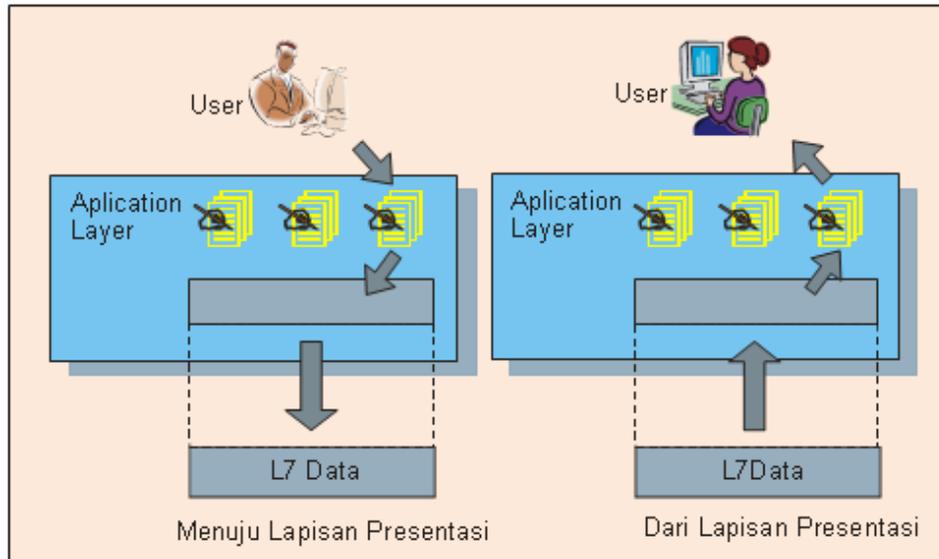


Gambar 17.13. Lapisan Presentasi/Presentation Layer

### 17.5.7. Application Layer (Lapisan Aplikasi)

ini menjembatani interaksi manusia dengan perangkat lunak/*software* aplikasi.

Sesuai namanya, lapisan



Gambar 17.14. Lapisan Aplikasi/Application Layer

### 17.6. Rangkuman

Dari uraian tersebut diatas maka dapat diambil inti pembahasan pada bagian ini adalah sebagai berikut :

1. Protokol adalah tidak lain sebuah sinonim yang bisa disinonimkan sebagai *rule* atau "aturan main", sedangkan yang dimaksud dengan standar adalah *rule* yang telah disepakati untuk diaplikasikan.
2. Secara umum fungsi dari protokol adalah untuk menghubungkan sisi pengirim dan penerima dalam berkomunikasi serta dalam bertukar informasi agar dapat berjalan dengan baik dan benar dengan kehandalan yang tinggi.
3. Elemen-elemen penting dari protokol adalah: *syntax*, *semantics* dan *timing*.
4. *Syntax* mengacu pada struktur atau format data, yang mana dalam urutan tampilannya memiliki makna tersendiri. Sebagai contoh, sebuah protokol sederhana akan memiliki urutan pada delapan bit pertama adalah alamat pengirim, delapan bit kedua adalah alamat

- penerima dan *bit stream* sisanya merupakan informasinya sendiri.
5. *Semantics* mengacu pada maksud setiap section bit. Dengan kata lain adalah bagaimana bit-bit tersebut terpola untuk dapat diterjemahkan.
  6. *Timing* mengacu pada 2 karakteristik yakni kapan data harus dikirim dan seberapa cepat data tersebut dikirim. Sebagai contoh, jika pengirim memproduksi data sebesar 100 Megabits per detik (Mbps) namun penerima hanya mampu mengolah data pada kecepatan 1 Mbps, maka transmisi data akan menjadi *overload* pada sisi penerima dan akibatnya banyak data yang akan hilang atau musnah.
  7. Standar adalah suatu hal yang penting dalam penciptaan dan pemeliharaan sebuah kompetisi pasar daripada manufaktur perangkat komunikasi dan menjadi jaminan *interoperability* data dalam proses komunikasi. Standar komunikasi data dapat dikategorikan dalam 2 kategori yakni kategori *de facto* (konvensi) dan *de jure* (secara hukum atau regulasi).
  8. Secara umum lapisan protokol dalam jaringan komputer dapat dibagi atas tujuh lapisan.
  9. Lapisan terbawah hingga tertinggi dikenal *physical layer*, *link layer*, *network layer*, *transport layer*, *session layer*, *presentation layer* dan *application layer*. Masing-masing lapisan mempunyai fungsi masing-masing dan tidak tergantung antara satu dengan lainnya.
  10. Dari ketujuh lapisan tersebut hanya *physical layer* yang merupakan perangkat keras selebihnya merupakan perangkat lunak.
  11. Ke tujuh lapisan dari model referensi OSI dapat dibagi ke dalam dua kategori, yaitu lapisan atas dan lapisan bawah. Lapisan atas dari model OSI berurusan dengan persoalan aplikasi dan pada umumnya diimplementasi hanya pada software. Lapisan tertinggi (lapisan aplikasi) adalah lapisan penutup sebelum ke pengguna (*user*). Pengguna dan lapisan aplikasi saling berinteraksi dengan software aplikasi yang berisi sebuah komponen komunikasi.

### 17.7. Soal Latihan

Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan baik dan benar

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan protokol dan standar pada jaringan komputer.
2. Jelaskan fungsi protokol dalam jaringan komputer.
3. Jelaskan elemen-elemen protokol dalam jaringan komputer.
4. Apa yang dimaksud dengan OSI pada jaringan komputer.
5. Sebutkan layer protokol yang digunakan dalam jaringan komputer dan berilah contoh bagian komputer yang terkait dengan masing-masing layer tersebut.



# BAGIAN 18

## TRANSFER CONTROL PROTOKOL / INTERNET PROTOKOL

### Tujuan

Setelah mempelajari bagian ini diharapkan dapat :

6. Mengetahui sejarah ICP/IP
7. Memahami pengalaman pada protokol TCP/IP
8. Mengetahui subnetting pada protokol TCP/IP
9. Mengetahui socket pada protokol TCP/IP

### 18.1. Sejarah TCP/IP

*Internet Protocol* dikembangkan pertama kali oleh *Defense Advanced Research Projects Agency* ( DARPA) pada tahun 1970 sebagai awal dari usaha untuk mengembangkan protokol yang dapat melakukan interkoneksi berbagai jaringan komputer yang terpisah, yang masing-masing jaringan tersebut menggunakan teknologi yang berbeda. Protokol utama yang dihasilkan proyek ini adalah *Internet Protocol* (IP). Riset yang sama dikembangkan pula yaitu beberapa protokol level tinggi yang didesain dapat bekerja dengan IP.

Yang paling penting dari proyek tersebut adalah

*Transmission Control Protocol* (TCP), dan semua grup protocol diganti dengan TCP/IP *suite*. Pertamakali TCP/IP diterapkan di ARPANET, dan mulai berkembang setelah Universitas California di Berkeley mulai menggunakan TCP/IP dengan sistem operasi UNIX. Selain *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) ini yang mengembangkan *Internet Protocol*, yang juga mengembangkan TCP/IP adalah *Department of defense* (DOD).

## 18.2. Istilah-istilah dalam Protokol TCP/IP

Ada beberapa istilah yang sering ditemukan di dalam pembicaraan mengenai TCP/IP, yaitu diantaranya :

1. *Host* atau *end-system*: Seorang pelanggan pada layanan jaringan komunikasi. *Host* biasanya berupa individual *workstation* atau *personal computers* (PC) dimana tugas dari *Host* ini biasanya adalah menjalankan aplikasi dan program software server yang berfungsi sebagai user dan pelaksana pelayanan jaringan komunikasi.
2. *Internet*: suatu kumpulan dari jaringan (*network of networks*) yang menyeluruh dan menggunakan protokol TCP/IP untuk berhubungan seperti *virtual networks*.
3. *Node*: istilah yang diterapkan untuk *router* dan *host.protocol*, yaitu merupakan sebuah prosedur standar atau aturan untuk pendefinisian dan pengaturan transmisi data antara komputer-komputer.
4. *Router*: suatu devais yang digunakan sebagai penghubung antara dua *network* atau lebih. *Router* berbeda dengan *host* karena *router* bisanya bukan berupa tujuan atau data *traffic*. *Routing* dari datagram IP biasanya telah dilakukan

dengan software. Jadi fungsi *routing* dapat dilakukan oleh *host* yang mempunyai dua *networks connection* atau lebih.

## 18.3. Gambaran protokol TCP/IP

Sebagaimana yang telah dikemukakan di atas, TCP/IP juga dikembangkan oleh *Department of Defense* (DOD). DOD telah melakukan proyek penelitian untuk menghubungkan beberapa jaringan yang didesain oleh berbagai *vendor* untuk menjadi sebuah *networks of networks* (Internet). Pada awalnya hal ini berhasil karena hanya menyediakan pelayanan dasar seperti *file transfer*, *electronic mail*, *remote logon*.

Beberapa komputer dalam sebuah departemen dapat menggunakan TCP/IP (bersamaan dengan protokol lain) dalam suatu LAN tunggal. Komponen IP menyediakan *routing* dari departemen ke *network enterprise*, kemudian ke jaringan regional dan akhirnya ke global internet. Hal ini dapat menjadikan jaringan komunikasi dapat rusak, sehingga untuk mengatasinya maka kemudian DOD mendesain TCP/IP yang dapat memperbaiki dengan otomatis apabila ada *node* atau saluran telepon yang gagal. Hasil rancangan ini memungkinkan untuk membangun jaringan yang

sangat besar dengan pengaturan pusat yang sedikit. Karena adanya perbaikan otomatis maka masalah dalam jaringan tidak diperiksa dan tak diperbaiki untuk waktu yang lama.

Seperti halnya protokol komunikasi yang lain, maka TCP/IP pun mempunyai beberapa layer. Layer-layer itu adalah :

- IP (*internet protocol*) yang berperan dalam pen-transmisian paket data dari *node* ke *node*. IP mendahului setiap paket data berdasarkan 4 byte (untuk versi IPv4) alamat tujuan (nomor IP). *Internet authorities* menciptakan range angka untuk organisasi yang berbeda. Organisasi menciptakan grup dengan nomornya untuk departemen. IP bekerja pada mesin *gateway* yang memindahkan data dari departemen ke organisasi kemudian ke region dan kemudian ke seluruh dunia.
- TCP (*transmission transfer protocol*) berperan di dalam memperbaiki pengiriman data yang benar dari suatu klien ke server. Data dapat hilang di tengah-tengah jaringan. TCP dapat mendeteksi error atau data yang hilang dan kemudian melakukan transmisi ulang sampai data diterima dengan benar dan lengkap.
- *Sockets* yaitu merupakan nama yang diberikan kepada subrutin paket yang me-

nyediakan akses ke TCP/IP pada kebanyakan sistem.

Beberapa hal penting di dalam TCP/IP :

### **18.3.1. Jaringan Koneksi Terendah (*Network of Lowest Bidders*)**

IP dikembangkan untuk membuat sebuah *network of networks* (Internet). *Individual machine* dihubungkan ke LAN (ethernet atau Token ring). TCP/IP membagi LAN dengan user yang lain (Novell file server, windows dll). Satu devais menyediakan TCP/IP menghubungkan antara LAN dengan dunia luar

Untuk meyakinkan bahwa semua tipe sistem dari berbagai *vendor* dapat berkomunikasi, maka penggunaan TCP/IP distandarkan pada LAN. Dengan bertambahnya kecepatan mikroprosesor, fiber optics, dan saluran telepon digital maka telah menciptakan beberapa pilihan teknologi baru diantaranya yaitu ISDN, *frame relay*, FDDI, *Asynchronous Transfer Mode* (ATM). Rancangan asli dari TCP/IP adalah sebagai sebuah *network of networks* yang cocok dengan penggunaan teknologi sekarang ini. Data TCP/IP dapat dikirimkan melalui sebuah LAN, atau dapat dibawa dengan sebuah jaringan *internal corporate SNA*, atau data dapat terhubung pada TV kabel . Lebih jauh lagi, mesin-mesin yang berhubungan pada salah satu jaringan tersebut dapat berkomunikasi dengan jaringan yang lain melalui

*gateways* yang disediakan *vendor*

### 18.3.2. Pengalamatan

Dalam sebuah jaringan SNA, setiap mesin mempunyai *Logical Units* dengan alamat jaringan masing-masing. *DECNET*, *Appletalk*, dan *Novell IPX* mempunyai rancangan untuk membuat nomor untuk setiap jaringan lokal dan untuk setiap *workstation* yang terhubung ke jaringan.

Pada bagian utama pengalamatan lokal network, TCP/IP membuat nomor unik untuk setiap *workstation* di seluruh dunia. Nomor IP adalah nilai 4 byte (IPv4) dengan konvensi merubah setiap byte ke dalam nomor desimal (0 sampai 255 untuk IP yang digunakan sekarang) dan memisahkan setiap bytes dengan periode. Sebagai contoh misalnya 140.170.59.233.

### 18.3.3. Subnets

Meskipun pelanggan individual tidak membutuhkan nomor tabel jaringan atau menyediakan eksplisit *routing*, tapi untuk kebanyakan jaringan class B dapat diatur secara internal sehingga lebih kecil dan versi organisasi jaringan yang lebih sederhana. Biasanya membagi dua byte *internal assignment* menjadi satu byte nomor departmen dan satu byte *Workstation ID*.

*Enterprise network* dibangun dengan menggunakan TCP/IP *router box* secara komersial. Setiap *router* mem-

jaringan.

punyai tabel dengan 255 masukan untuk mengubah satu byte nomor departmen menjadi pilihan tujuan ethernet yang terhubung ke salah satu *router*. Misalnya, pesan ke 130.132.59.234 melalui jaringan regional National dan New England berdasarkan bagian nomor 130.132. Tiba di Yale, 59 department ID memilih ethernet *connector*. 234 memilih *workstation* tertentu pada LAN. Jaringan Yale harus diupdate sebagai ethernet baru dan departemen ditambahkan, tapi tidak dipengaruhi oleh perubahan dari luar atau perpindahan mesin dalam departemen.

### 18.3.4. Jalur-jalur tak berarah

Setiap kali sebuah pesan tiba pada sebuah IP *router*, maka *router* akan membuat keputusan ke mana berikutnya pesan tersebut akan dikirimkan. Ada konsep satu waktu tertentu dengan *preselected path* untuk semua *traffic*. Misalkan sebuah perusahaan dengan fasilitas di New York, Los Angles, Chicago dan Atlanta. Dapat dibuat jaringan dari empat jalur telepon membentuk sebuah loop (NY ke Chicago ke LA ke Atlanta ke NY). Sebuah pesan tiba di *router* NY dapat pergi ke LA melalui Chicago atau melalui Atlanta. jawaban dapat kembali ke jalan lain.

Bagaimana sebuah *router* dapat membuat keputusan antara *router* dengan *router*? tidak ada jawaban yang benar.

Traffic dapat dipetakan dengan algoritma "*clockwise*" (pergi ke NY ke Atlanta, LA ke Chicago). *Router* dapat menentukan, mengirimkan pesan ke Atlanta kemudian selanjutnya ke Chicago. *Routing* yang lebih baik adalah dengan mengukur pola *traffic* dan mengirimkan data melalui *link* yang paling tidak sibuk.

Jika satu saluran telepon dalam satu jaringan rusak, pesan dapat tetap mencapai tujuannya melalui jalur yang lain. Setelah kehilangan jalur dari NY ke Chicago, data dapat dikirim dari NY ke Atlanta ke LA ke Chicago. Dengan begitu maka jalur akan berlanjut meskipun dengan kerugian *performance* menurun. Perbaikan seperti ini merupakan bagian tambahan pada desain IP.

#### **18.3.5. Masalah yang Tidak Diperiksa (*Undiagnosed Problem*)**

Jika ada error terjadi, maka dilaporkan ke *network authorities*. Error tersebut harus dibenarkan atau diperbaiki. IP, didesain untuk dapat tahan dan kuat. Kehilangan *node* atau jalur adalah hal biasa, tetapi jaringan harus tetap jalan. Jadi IP secara otomatis mengkonfigurasi ulang dirinya sendiri bila terjadi sesuatu yang salah. Jika banyak *redundancy* yang dibangun ke dalam sistem maka komunikasi tetap berlangsung dan

terjaga. TCP dirancang untuk memulihkan *node* atau saluran yang gagal dimana propagasi *routing table* berubah untuk semua *node router*. Karena proses *updating* memerlukan waktu yang lama, TCP agak lambat untuk menginisiasi pemulihan

#### **18.3.6. Mengenai Nomor IP**

Setiap perusahaan besar atau perguruan tinggi yang terhubung ke internet harus mempunyai level *intermediet network*. beberapa *router* mungkin dikonfigurasi untuk berhubungan dengan beberapa department LAN. Semua *traffic* di luar organisasi dihubungkan dengan koneksi tunggal ke jaringan *provider regional*.

Jadi, pemakai akhir dapat menginstall TCP/IP pada PC tanpa harus tahu jaringan regional. Tiga bagian informasi dibutuhkan :

- IP *address* dibuat pada PC
- Bagian dari *IP address (subnet mask)* yang membedakan mesin lain dalam LAN yang sama (pesan dapat dikirim secara langsung) dengan mesin-mesin di departemen lain atau dimanapun di seluruh dunia ( yang dikirimkan ke *router* mesin)
- IP *address* dari *router* mesin yang menghubungkan LAN tersebut dengan dunia luar.

### 18.3.7. Susunan TCP/IP Protocol

Internet pada mulanya didesain dengan dua kriteria utama. Dua kriteria ini mempengaruhi dan membentuk hardware dan software yang digunakan sekarang. Kriteria tersebut : Jaringan harus melakukan komunikasi antara para peneliti di belahan dunia yang berbeda, memungkinkan mereka dapat berbagi dan berkomunikasi mengenai penelitian mereka satu sama lain. Sayangnya, riset memerlukan berbagai komputer dari beragam *platform* dan arsitektur jaringan yang berbeda untuk keperluan keilmuan. Maka untuk itu diperlukan *protocol suite* untuk dapat berhubungan dengan berbagai *platforms hardware* yang berbeda dan bahkan sistem jaringan yang berbeda. Lebih jauh lagi, network harus merupakan jaringan komunikasi yang kuat yang mempunyai kemampuan dapat bertahan dari serangan nuklir. Rancangan ini membawa ke arah desentralisasi jaringan yang terdiri dari jaringan yang terpisah, lebih kecil, jaringan yang diisolasi yang mempunyai kemampuan otomatis bila diperlukan.

Layer menyediakan level abstraksi untuk software dan menaikkan kemampuan menggunakan kembali dan kebebasan *platform*. Layer-layer tersebut dimaksudkan untuk benar-benar terpisah dari satu sama lain dan juga independen. Layer tersebut tidak mengandalkan informasi

detail dari layer yang lain. Arsitektur rancangan ini membuat lebih mudah untuk melakukan pemeliharaan karena layer dapat didesain ulang atau dikembangkan tanpa merusak integritas protokol stack.

TCP/IP protocol suite terdiri dari 4 layers: *Applikasi*, *Transport*, *Internetwork*, dan *network interface*. Layer tersebut dapat dilihat sebagai hirarki seperti di bawah ini :

*Layer Applikasi* adalah sebuah aplikasi yang mengirimkan data ke transport layer. Misalnya FTP, email programs dan web browsers.

*Layer Transport* bertanggung jawab untuk komunikasi antara aplikasi. Layer ini mengatur aliran informasi dan mungkin menyediakan pemeriksaan error. Data dibagi kedalam beberapa paket yang dikirim ke internet layer dengan sebuah *header*. *Header* mengandung alamat tujuan, alamat sumber dan *checksum*. *Checksum* diperiksa oleh mesin penerima untuk melihat apakah paket tersebut ada yang hilang pada rute.

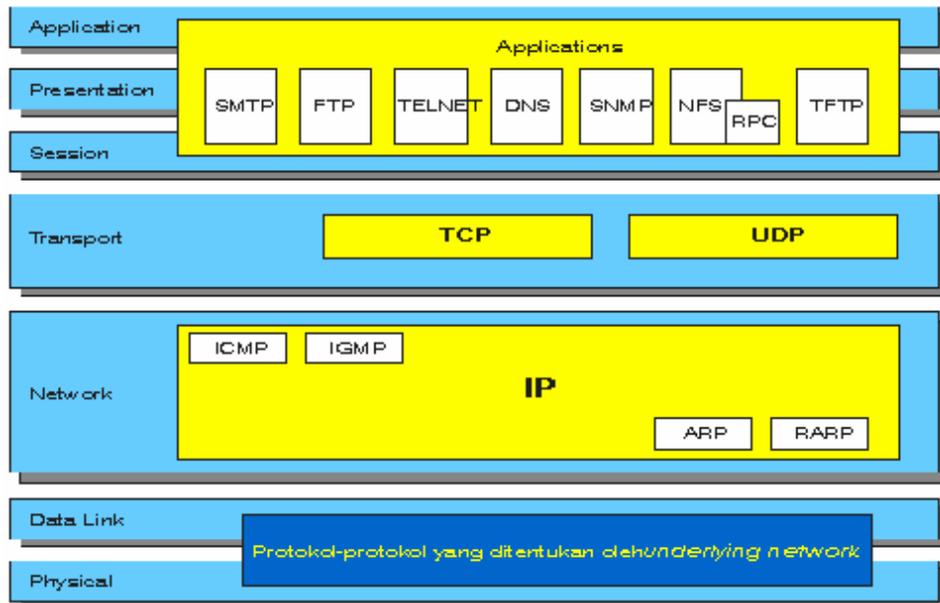
*Layer Internetwork* bertanggung jawab untuk komunikasi antara mesin. Layer ini menggunakan *engcapsul* paket dari transport layer ke dalam IP datagrams dan menggunakan algoritma *routing* untuk menentukan kemana datagram harus dikirim. Masuknya datagram diproses dan diperiksa kesahannya sebelum melewatinya pada *Transport layer*.

*Layer networks interface* adalah level yang paling bawah dari susunan TCP/IP. Layer ini adalah device driver yang memungkinkan datagram IP dikirim ke atau dari fisik network. Jaringan dapat berupa sebuah kabel, Ethernet, frame relay, Token ring, ISDN, ATM jaringan, radio, satelit atau alat lain yang dapat mentransfer data dari sistem ke sistem. Layer network interface adalah abstraksi yang memudahkan komunikasi antara multitude arsitektur network.

#### 18.4. Protokol TCP/IP

TCP/IP dikembangkan sebelum model OSI ada. Namun demikian lapisan-lapisan pada TCP/IP tidak seluruhnya sama dengan lapisan-lapisan OSI. Protokol TCP/IP terdiri atas lima lapisan saja: *physical*, *data link*, *network*, *transport* dan *application*. Cuma hanya lapisan aplikasi pada TCP/IP mencakupi tiga lapisan OSI teratas, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 18.1.

Khusus layer keempat, Protokol TCP/IP mendefinisikan 2 buah protokol yakni *Transmission Control Protocol* (TCP) dan *User Datagram Protocol* (UDP). Sementara itu pada lapisan ketiga, TCP/IP mendefinisikan sebagai *Internetworking Protocol* (IP), namun ada beberapa protokol lain yang mendukung pergerakan data pada lapisan ini.



Gambar 18.1. Susunan Protokol TCP/IP dan model OSI

Keterangan dari gambar di atas :

**1. Physical dan Data Link Layer**

Pada lapisan ini TCP/IP tidak mendefinisikan protokol yang spesifik. Artinya TCP/IP mendukung semua standar dan property protokol lain.

**2. Network Layer**

Pada lapisan ini TCP/IP mendukung IP dan didukung oleh protokol lain yaitu RARP, ICMP, ARP dan IGMP.

**2.1. Internetworking Protocol (IP)**

Adalah mekanisme transmisi yang digunakan oleh TCP/IP. IP disebut juga

*unreliable* dan *connection-less datagram protocol* *abesteffort delivery service*. IP mentransportasikan data dalam paket-paket yang disebut *datagram*.

**2.2. Address Resolution Protocol (ARP)**

ARP digunakan untuk menyesuaikan alamat IP dengan alamat fisik (*Physical address*). Untuk ARP akan dijelaskan lebih lanjut pada buku ini.

**2.3. Reverse Address Resolution Protocol (RARP)**

RARP membolehkan host menemukan alamat IP nya jika dia sudah tahu alamat fiskinya. Ini berlaku pada saat host baru terkoneksi ke jaringan.

#### 2.4. Internet Control Message Protocol (ICMP)

ICMP adalah suatu mekanisme yang digunakan oleh sejumlah host dan gateway untuk mengirim notifikasi datagram yang mengalami masalah kepada host pengirim.

#### 2.5. Internet Group Message Protocol (IGMP)

IGMP digunakan untuk

memfasilitasi transmisi message yang simultan kepada kelompok /group penerima.

### 3. Transport Layer

#### 3.1. User Datagram Protocol (UDP)

UDP adalah protokol process-to-process yang menambahkan hanya alamat port, *check-sum error control*, dan panjang informasi data dari lapisan di atasnya.

#### 3.2. Transmission Control Protocol (TCP)

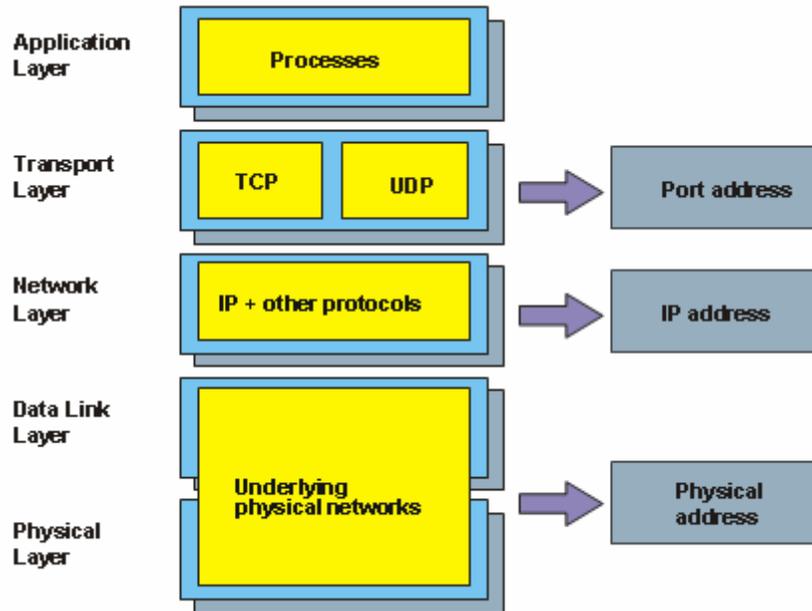
TCP menyediakan layanan penuh lapisan transpor untuk aplikasi. TCP juga dikatakan protokol transpor untuk *stream* yang reliabel. Dalam konteks ini artinya TCP bermakna connection-oriented, dengan kata lain: koneksi end-to-end harus dibangun dulu di kedua ujung terminal sebelum kedua ujung terminal mengirimkan data.

### 4. Application Layer

*Application Layer* dalam TCP/IP adalah kombinasi lapisan-lapisan *session*, *presentation* dan *application* pada OSI.

### 18.5. Pengalamatan

Dalam TCP/IP dikenal 3 alamat yakni: *physical address*, *IP address* dan *port address*. *Physical address* kerap disebut sebagai link *address*. Ukuran *address/alamat fisik* ini tergantung jenis hardwarenya. Alamat fisik dapat berupa unicast, multicast atau broadcast. *Internet address* perlu untuk layanan komunikasi yang aspeknya universal. Saat ini besarnya *Internet address* adalah 32 bit. *Port address* sangat diperlukan untuk komunikasi yang berorientasi terhadap proses aplikasi.



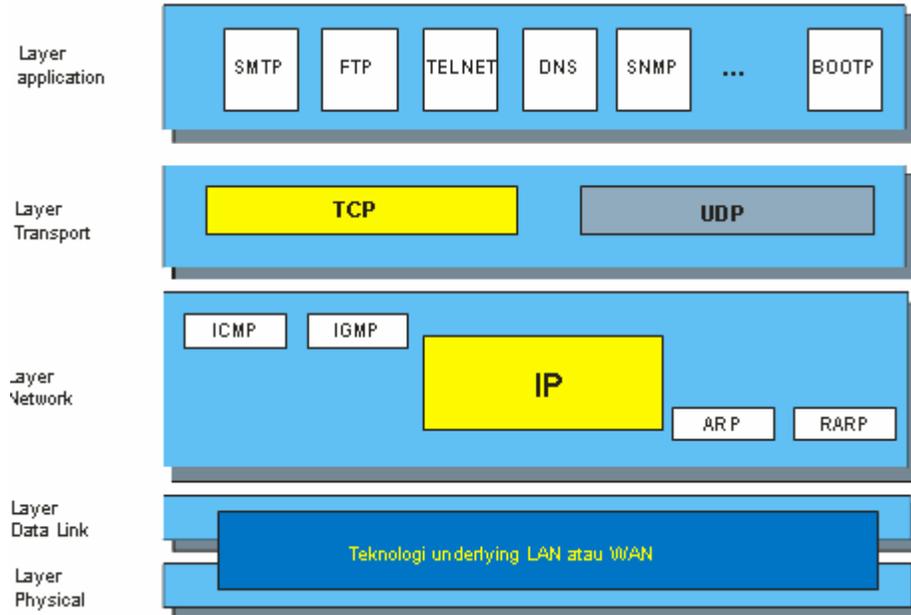
Gambar 18.2. Pengalamatan pada Protokol TCP/IP

### 18.6. User Datagram Protocol (UDP)

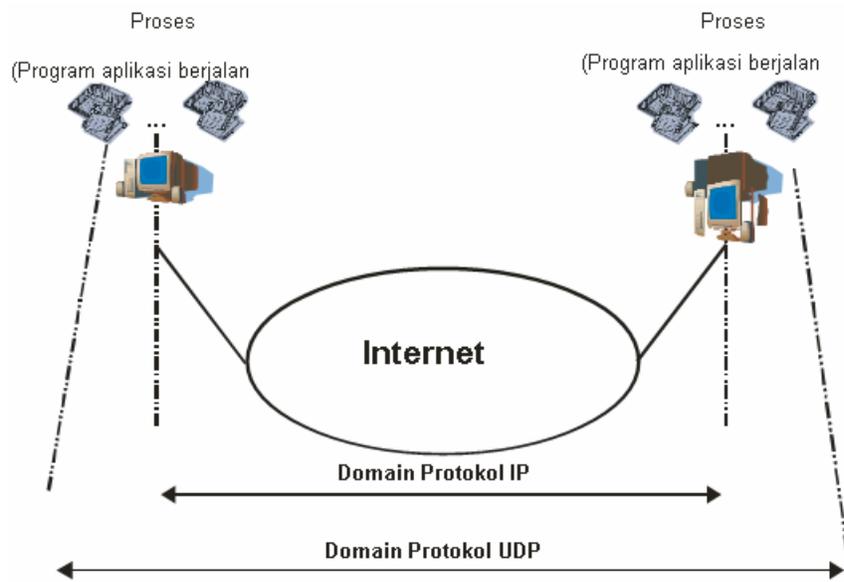
Protokol TCP/IP memiliki 2 protokol pada lapisan transport, yakni UDP dan TCP. Pada bab ini kita membicarakan UDP dahulu. Gambar 18.3. merepresentasikan posisi UDP dalam rangkaian protokol TCP/IP.

### 18.7. Komunikasi process-to-process

Protokol IP hanya bertanggungjawab membangun komunikasi antara host dengan host. Padahal setelah komunikasi ini terbentuk belumlah lengkap tanpa disertai proses yang benar. Maka pada lapisan network, *message* yang berpindah antara host ke host lain akan diproses lebih lanjut pada lapisan transport, lihat Gambar 18.4. Bentuk proses bisa saja membentuk proses *client-server*.



Gambar 18.3. Posisi UDP dalam Protokol TCP/IP



Gambar 18.4. UDP vs IP

## 18.8. Nomor Port

Proses yang terjadi pada host lokal disebut *client*, *client* ini membutuhkan layanan/*service* untuk sebuah proses pada sebuah host yang lain, host tersebut yang dimaksud adalah *server*. Proses yang dilakukan berdua oleh *client* dan *server* memiliki jenis dan proses yang bernama sama. Sistem operasi yang sekarang digunakan sudah mendukung lingkungan yang *multiuser* dan *multiprogramming*. Tentu saja ini bisa melakukan multi proses dalam satu buah host baik itu *server* maupun *client*. Sebelum melangkah lebih jauh perlu ditentukan titik-titik komunikasi ini :

- Local host
- Local process
- Remote host
- Remote process

*Local host* dan *remote host* memanfaatkan alamat IP. Sedangkan untuk mendefinisikan proses, kita membutuhkan identifier khusus yang disebut, nomor port. Dalam protokol TCP/IP nomor port adalah berupa bilangan integer dari 0 sampai 65.535.

Protokol TCP/IP telah memutuskan untuk menetapkan

penggunaan nomor port yang digunakan untuk server yang spesifik, nomor port tersebut adalah well-known port numbers. IANA membagi nomor port dalam 3 kelompok yakni :

- Well-known ports : nomor port ini bermula dari 0 sampai 1.023.
- Registered ports : nomor ini bermula dari 1.024 sampai 49.151.
- Dynamic ports : nomor port dimulai dari 49.152 sampai 65.535.

## 18.9. Port-port yang dipakai untuk UDP

Tabel 18.1 memperlihatkan beberapa *well-known port* untuk UDP. Beberapa lagi dapat digunakan juga bagi TCP.

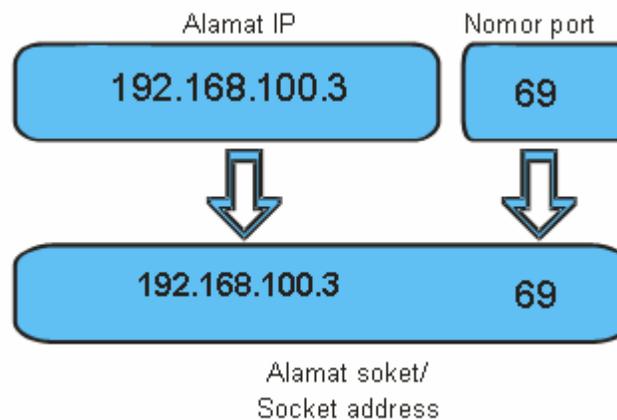
## 18.10. Socket Address (Alamat SOKET)

Telah diketahui bahwa UDP membutuhkan 2 identifier, yakni alamat IP dan nomor port. Keduanya jika dikombinasikan akan membentuk socket address.

Tabel 18.1 Port Well-known yang digunakan oleh UDP

Port	Protokol	Penjelasan
7	Echo	Datagram Echo yang diterima kembali ke pengirim

9	Discard	Abaikan sembarang datagram yang diterima
11	Users	User aktif
13	Daytime	Return tanggal dan waktu
17	Quote	Return kutipan hari
19	Chargen	Return sebuah string karakter
53	Name server	Domain name service
67	Bootps	Port server mendownload informasi bootstrap
68	Bootpc	Port client mendownload informasi bootstrap
69	TFTP	Trivial File Transfer Protocol
111	RPC	Remote Procedure Call
123	NTP	Network Time Protocol
161	SNMP	Simple Network Management Protocol
162	SNMP	Simple Network Management Protocol

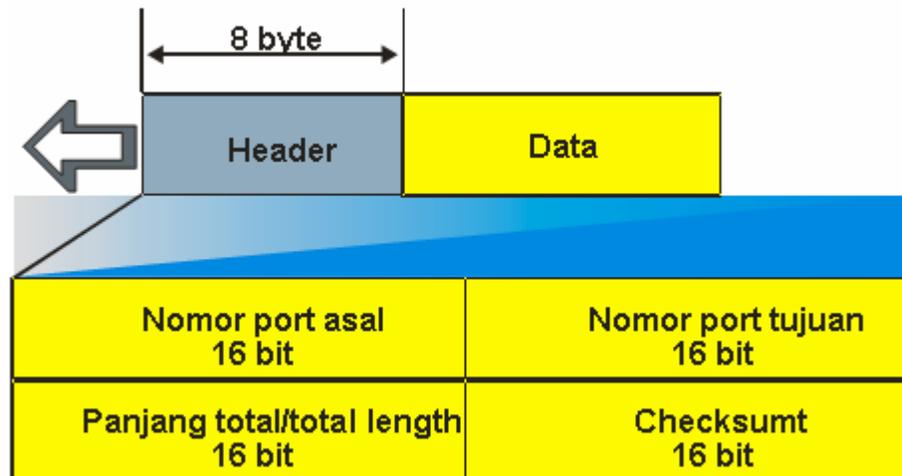


Gambar 18.5. Alamat soket/socket address

### 18.11. User Datagram

Paket UDP disebut *user*

*datagram*. *User da tagram* ini memiliki ukuran header yang tetap sebesar 8 byte, seperti terlihat pada gambar 18.6.



Gambar 18.6. Format *datagram user* (UDP)

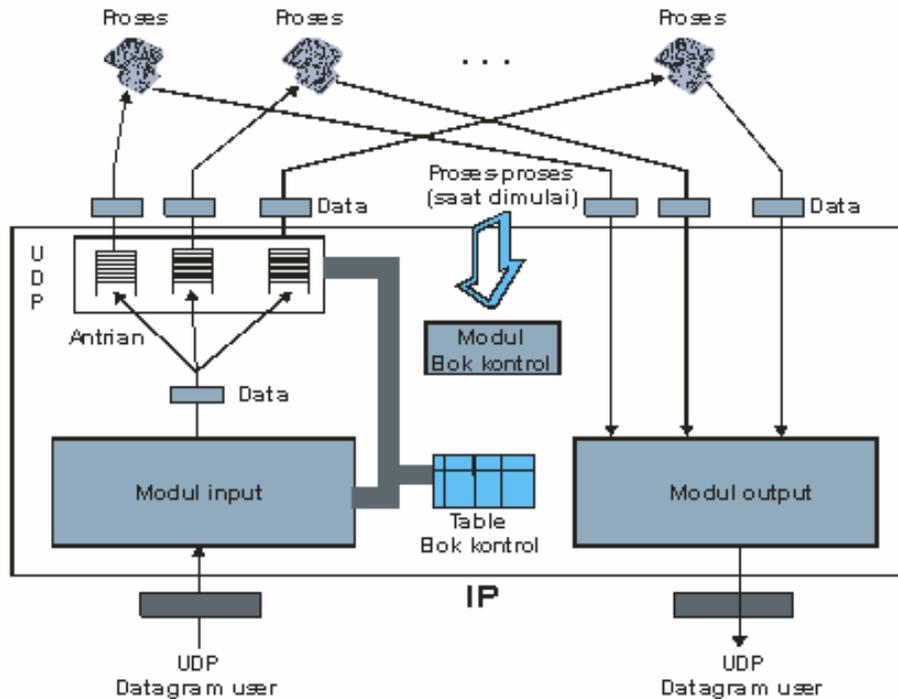
### 18.12. Manfaat Protokol UDP

Di bawah ini akan dijelaskan tentang kegunaan protokol UDP :

- UDP cocok untuk proses yang memerlukan request-respons communication dan sedikit sekali memperhatikan masalah *flow control* dan *error control*.
- UDP yang melakukan proses dengan mekanisme internal *flow control* dan *error control* hanya untuk proses TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*).

- UDP cocok untuk multicasting dan broadcasting pada lapisan transport.
- UDP digunakan untuk manajemen proses seperti aplikasi SNMP.
- UDP digunakan pengupdate protokol ruting seperti pada RIP (*Routing Information Protocol*).

Di bawah ini merupakan desain tentang UDP seperti yang ditunjukkan pada gambar 18.7.



Gambar 18.7. Disain UDP

### 18.13. Internet Protocol (IP)

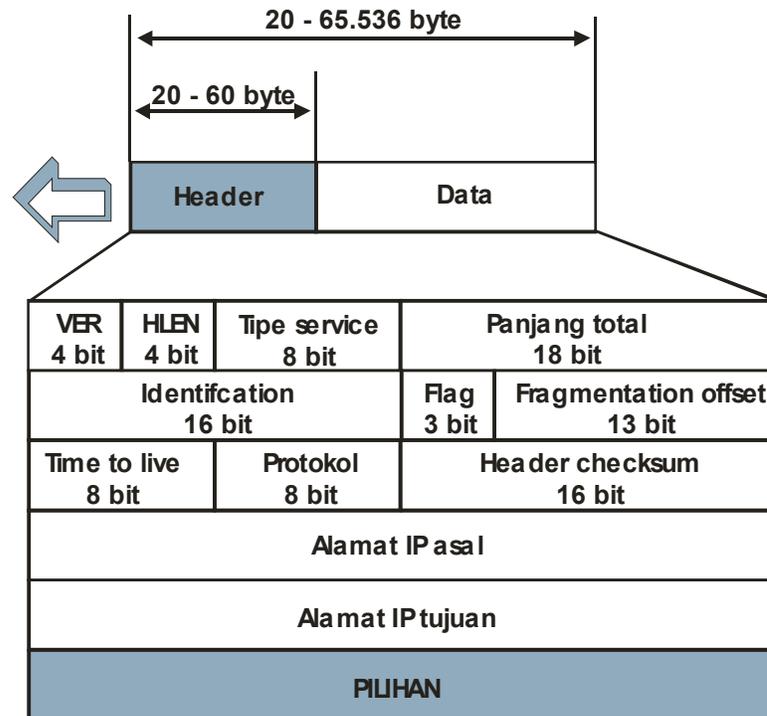
*Internet Protocol* (IP) adalah mekanisme transmisi yang digunakan oleh TCP/IP yang sifatnya *unreliable* dan *connectionless*. Banyak yang mengistilahkan dengan *best effort delivery*, artinya: bahwa IP menyediakan *no error checking* atau *tracking*. Jika diperlukan reliabilitas maka IP mesti dipasangkan dengan protokol yang reliabel misalnya TCP.

Contoh alamat dari IP adalah, kantor pos mengirimkan surat tapi tidak selalu suks

dikirimkan. Jika surat tersebut tidak lengkap maka terserah pengirim ingin mengantarkannya atau tidak. Juga kantor pos tidak pernah menjejaki ke mana surat-surat yang jumlahnya jutaan itu terkirim.

### 18.14. Datagram

Paket dalam lapisan IP disebut dengan *datagram*. Gambar 14.60 memperlihatkan datagram sebuah IP. Datagram IP panjangnya variabel yang terdiri dari data dan header.



Gambar 18.8. Datagram IP

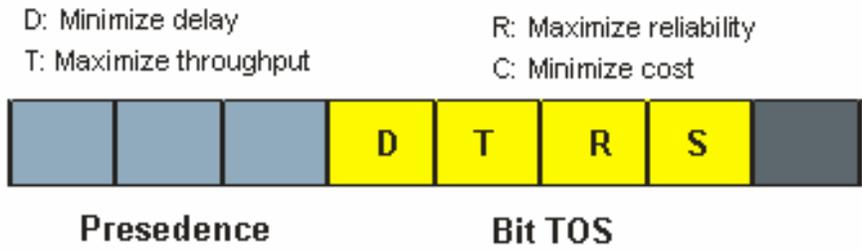
Panjang header bisa antara 20 sampai 60 byte. Header ini memuat informasi yang penting sekali untuk keperluan ruting dan pengiriman. Berikut penjelasan tentang isi daripada header.

- Version (VER) : Ada 4 bit yang menginformasikan versi IP. Saat ini versi yang digunakan adalah versi 4. Jadi dengan demikian mesin yang memproses datagram ini harus melakukan mekanisme IP versi 4.
- Header Length (HLEN) : Ada 4 bit yang menginformasikan

panjang header datagram dalam 4 byte word.

- Service type : Ada 8 bit yang menginformasikan bagaimana datagram harus ditangani oleh router. Field ini dibagi menjadi 2 subfield yakni : precedence (3 bit) dan service type.

TOS=type of service) (4 bit). Sisa bit yang tidak digunakan, dapat dilihat pada Gambar 18.9.



Gambar 18.9 Jenis layanan/service

Tabel 18.2 Jenis layanan/service

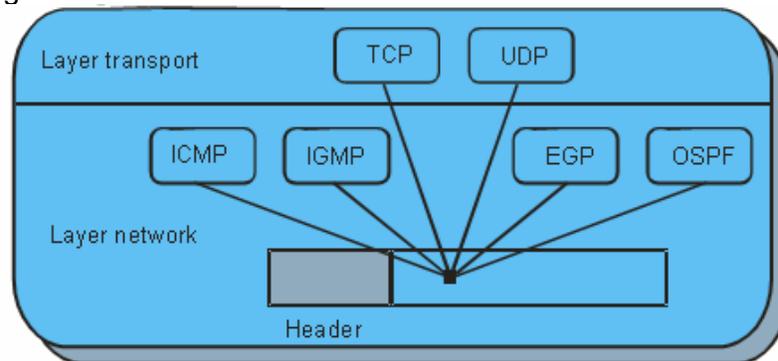
Bit TOS	Penjelasan
0000	Normal (default)
0001	Minimize cost
0010	Maximize reliability
0100	Maximize throughput
1000	Minimize delay

Tabel 18.3 Jenis layanan default

Protokol	Bit TOS	Penjelasan
ICMP	0000	Normal
BOOTP	0000	Normal
NNTP	0001	Minimize cost
IGP	0010	Maximize reliability
SNMP	0010	Maximize reliability
TELNET	1000	Minimize delay
FTP (data)	0100	Maximize throughput
FTP (control)	1000	Minimize delay
TFTP	1000	Minimize delay
SMTP (command)	1000	Minimize delay
SMTP (data)	0100	Maximize throughput
DNS (UDP query)	1000	Minimize delay
DNS (TCP query)	0000	Normal

DNS (zone)	0100	Maximize throughput
------------	------	---------------------

- Total length : memiliki 16 bit yang menentukan panjang total (header plus data) daripada datagram IP dalam satuan byte. Karena panjang field ini adalah 16 bit maka total panjang datagram IP dibatasi sampai 65.535 ( $2^{16}-1$ ) byte saja. Melihat perkembangan teknologi yang mampu mentransmisikan data yang lebar bandwidthnya, maka ada lagi proses yang disebut fragmentasi yakni memecah besar data yang tidak muat diangkut oleh datagram IP.
- Identification : field ini memiliki 16 bit yang digunakan dalam fragmentasi. Akan dibahas lebih lanjut.
- Flags : field ini juga digunakan dalam proses fragmentasi.
- Fragmentation offset : field ini digunakan juga untuk fragmentasi.
- Time to live (TTL) : Ternyata dalam protokol TCP/IP datagram yang melakukan perjalanan antar jaringan melalui router atau agteway memiliki batasan waktu. Field TTL ini beris 8 bit. Bisa saja mesin pengirim yang menghendaki datagram ini melakukan perjalanan di lokal jaringannya men-set TTL adalah 1.
- Protocol : field ini berisi 8 bit yang mendefinisikan lapisan protokol di atasnya menggunakan layanan lapisan IP. Sebuah datagram IP dapat membeungkus data dari beberapa tingkat protokol di atasnya seperti TCP, UDP, ICMP dan



Gambar 18.10. Multiplexing

- IGMP. Ketika protokol I *multiplex* dan *demultiplex* data dari tingkatan protokol di atasnya, nilai field ini menolong proses ketika datagram sampai ke tujuan alamat akhir, Gambar 18.10.
- Checksum : Adalah *field* yg berisi 16 bit yang melakukan proses *error correction*.
- Source address : 32 bit yang berisi informasi alamat IP dari *host* pengirim.
- *Destination address* : 32 bit yang berisi informasi alamat IP tujuan.

### 18.15. Fragmentasi

Setiap lapisan protokol data link memiliki format frame nya sendiri. Salah satu field frame tersebut didefinisikan dalam bentuk atau format ukuran maksimum untuk field data. Ketika datagram dibungkus (*encapsulated*) dalam sebuah frame, total ukuran datagram harus kurang dari ukuran maksimumnya. Hal ini disebabkan oleh persyaratan perangkat keras dan lunak yang digunakan dalam jaringan, Lihat Gambar 18.11.



Gambar 18.11. MTU

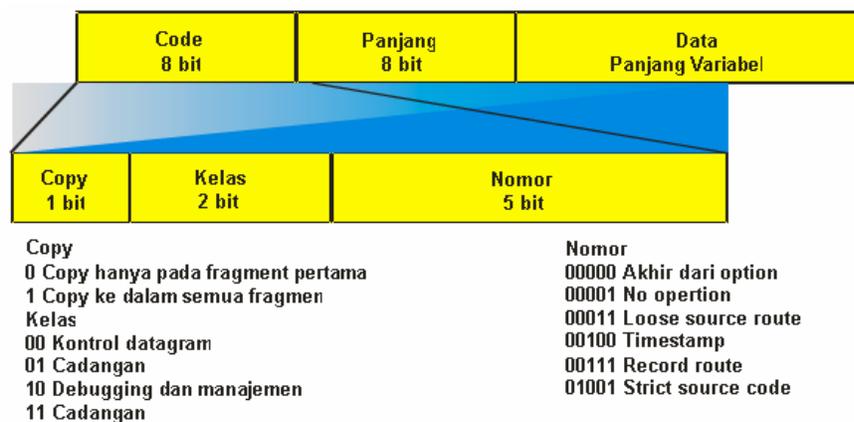
Tabel 18.4 memperlihatkan bagaimana ukuran MTU berbeda-beda untuk setiap jenis protokol lapisan fisik.

Setiap sebuah datagram yang difragmentasi akan memiliki header sendiri. Sebuah datagram dapat difragmentasi beberapa kali sebelum mencapai tujuan akhirnya jika melewati banyak jenis fisik jaringan. Fragmentasi ini dapat saja menempuh perjalanan atau rute yang berbeda-beda. Jadi tentu saja perakitan/*reassembly* terjadi di alamat tujuan akhir.

Di awal bagian dijelaskan bahwa header datagram IP mempunyai panjang yang tetap yakni 20 byte. Sedangkan panjang header yang variabel adalah 40 byte. Oleh sebab itu header datagram IP berkisar antara 20 hingga 60 byte. Panjang header variabel ini adalah option. Yang digunakan untuk kepentingan pengetesan dan debugging. Format Option ini terdiri dari Code, Length dan Data, dapat dilihat pada gambar 18.12

Tabel 18.4 MTU untuk bermacam jenis sistem jaringan

Protokol	MTU
Hyperchannel	65.535
Token ring (16 Mbps)	17.914
Token ring (4 Mbps)	4.464
FDDI	4.352
Ethernet	1.500
X.25	576
PPP	296



Gambar 18.12. Format option

Option memiliki 6 jenis yang dikategorikan dalam 2 kategori, yakni byte tunggal dan multi byte. Kategori byte tunggal adalah *No operation* dan *end of option*.

- *No operation* : adalah 1-byte yang digunakan sebagai pengisi antara option.
- *End of option* : digunakan untuk *padding* pada akhir field option.
- *Record route* : digunakan untuk mencatat router internet yang menangani datagram. Record route ini

dapat mencatat hingga 9 router alamat IP.

- *Strict source route* : digunakan oleh host asal untuk menentukan sebuah rute bagi datagram yang akan menempuh perjalanan di internet. Pengirim dalam hal ini dapat menentukan rute dengan TOS, seperti waktu tunda minimum atau maximum *throughput*.
- *Loose source route* : mirip dengan strict source route, namun agak lebih luwes. Setiap router dalam list harus

dikunjungi, namun datagram dapat mengunjungi router yang lain juga.

- **Timestamp** : digunakan untuk mencatat waktu yang dilakukan oleh router. Waktu ditampilkan dalam milidetik dari saat tengah malam, *Universal Time*. Waktu ini bermanfaat untuk menolong pengguna menjejaki perilaku router di internet.

Metode deteksi error digunakan TCP/IP yang disebut *checksum*. Pada sisi pengirim, paket dibagi menjadi  $n$ -bit bagian ( $n$  biasanya 16). Bagian-bagian tersebut ditambahkan dengan metode aritmetika *one's complement*. Caranya adalah sebagai berikut :

- Paket dibagi dalam  $k$  bagian, masing-masing terdiri dari  $n$  bit.
- Seluruh bagian ditambahkan bersama dengan mengguna-

kan metoda aritmatika *one's complement*.

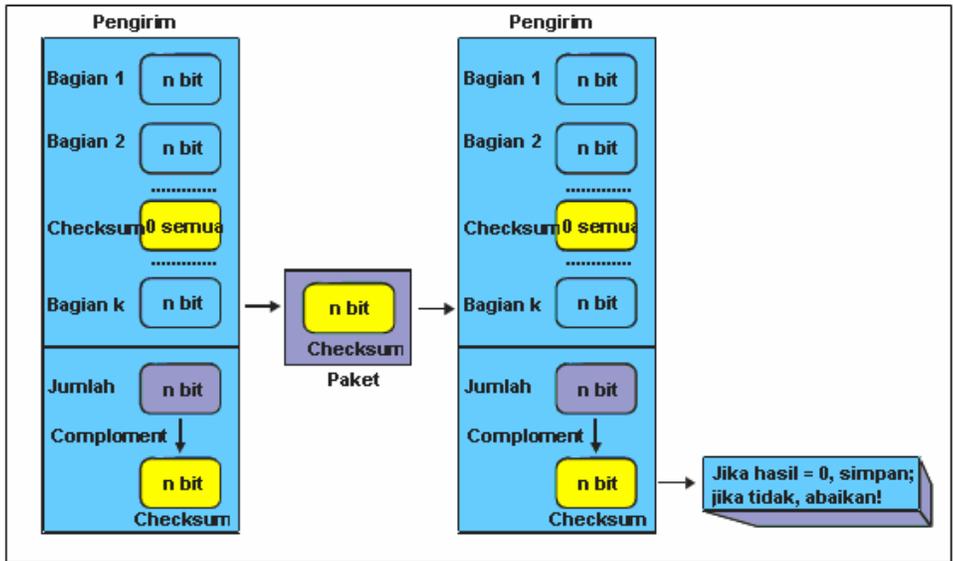
- Hasil akhir dikomplementasikan membentuk *checksum*.

Kalkulasi *checksum* pada sisi penerima.

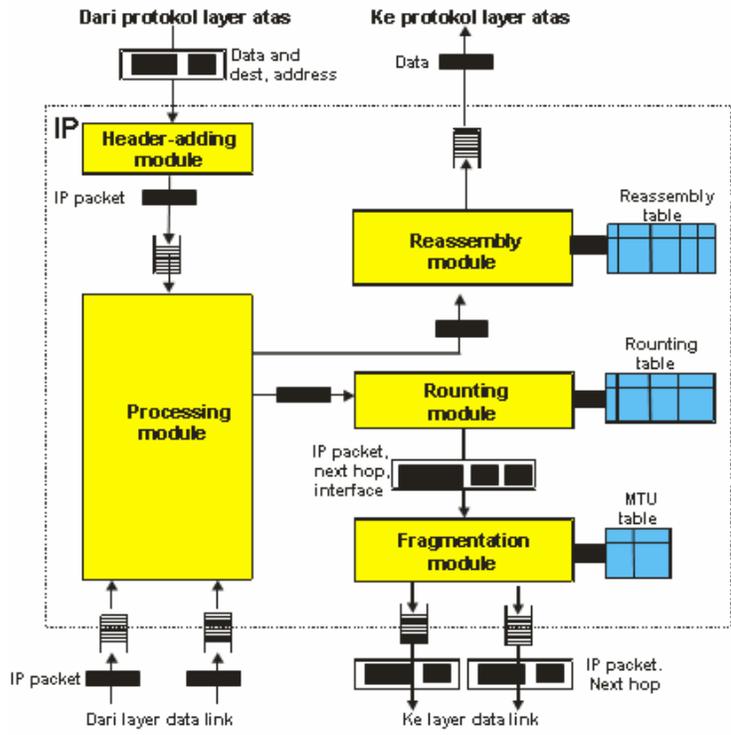
- Paket dibagi menjadi  $k$  bagian, masing-masing terdiri dari  $n$  bit.
- Seluruh bagian tadi ditambahkan bersama-sama menggunakan aritmatika *one's complement*.
- Hasilnya dikomplementasi.

Hasil akhir adalah 0, maka paket tidak rusak dan dapat diterima, jika tidak akan ditolak.

Untuk lebih lanjut mengetahui komponen-komponen protokol IP dapat dilihat pada Gambar 18.14.



Gambar 18.13. Konsep checksum



Gambar 18.14. Komponen Protokol IP

## 18.16. IP Address

*IP address* memiliki 32 bit angka yang merupakan *logical address*. *IP address* bersifat unique, artinya tidak ada device, station, host atau router yang memiliki *IP address* yang sama. Tapi setiap host, komputer atau router dapat memiliki lebih dari *IP address*. Setiap alamat IP memiliki makna net ID dan host ID. Net id adalah pada bit-bit ter kiri dan menunjukkan letak nomor jaringan pada suatu LAN sedangkan hostid adalah bit-bit selain net id (terkanan) yang menunjukkan nomor Host pada suatu jaringan. Semua penggolongan antara net id dan host id dibahas di bawah.

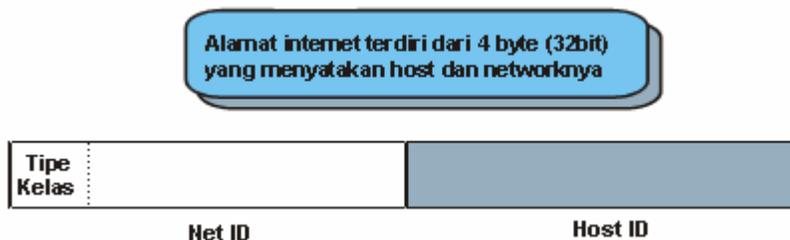
### 18.16.1. Notasi Desimal

Untuk membuat pembacaan lebih mudah alamat internet yang merupakan *logical address* ini maka dibuatlah dalam bentuk desimal di mana setiap 8 bit diwakili satu bilangan desimal. Masing-masing angka desimal ini dipisahkan oleh tanda titik, dan dapat dilihat pada Gambar 18.15.

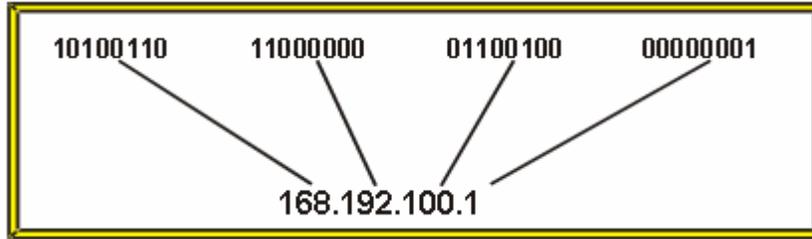
Untuk mempermudah pembacaan, 32 bit alamat internet direpresentasikan dengan notasi desimal. Di bawah ini adalah salah satu contoh penomoran IP pada suatu jaringan yang terletak pada jaringan kelas C dan juga biner dari kelas IP tersebut.

Contoh penulisan alamat IP dan *subnetmask*:  
IP Address: 203.145.56.70  
Subnet Mask: 255.255.255.0  
Sifat dari IP address:|

- Panjang: 32 bit, terdiri dari 4 octet
- Terdiri dari 2 bagian:
- Terdiri 5 kelas = A,B,C,D (multicast),E (research)  
Network ID = nomor jaringan  
Host ID = nomor host
- Terdiri 5 kelas = A,B,C,D (multicast),E (research)



Gambar 18.15. Alamat Internet

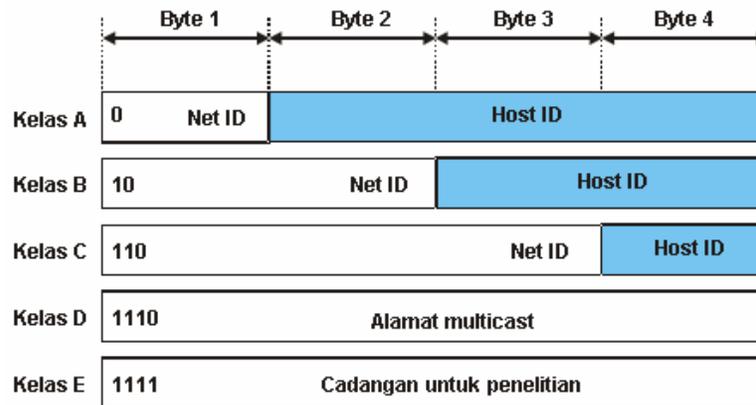


Gambar 18.16. Notasi desimal

### 18.16.2. Kelas-kelas Pada Jaringan Komputer (Address IP)

Seyogyanya IP address ada 5 golongan kelas yaitu: kelas A, kelas B, kelas C, kelas D

dan kelas E. Semua itu didesain untuk kebutuhan jenis-jenis organisasi. Biasanya kelas D dan E difungsikan untuk Multicast pada jaringan bertipe IPV4 dan IPV6 semua kelas A sampai E difungsikan.



Gambar 18.17. kelas-kelas alamat internet

Penjelasan dari kelas pada jaringan :

Kelas A: 0xxxxxxx.yyyyyyyy.yyyyyyyy.yyyyyyyy  
(nomor 1 - 126, 127 untuk loopback)

Kelas B: 10xxxxxx.xxxxxxxx.yyyyyyyy.yyyyyyyy  
(nomor 128 - 191)

Kelas C: 110xxxxx.xxxxxxxx.xxxxxxxx.yyyyyyyy  
(nomor 192 - 223)

Di bawah ini akan dijelaskan masing-masing kelas pada IP Address :

- **Kelas A**

Pada kelas A ini oktet (8 bit) pertama adalah net id dan 24 (bit) untuk Host id. Bit yang tertinggal pada netid kelas A ini adalah nol (0) semua. Secara teori, kelas A ini memiliki  $2^7$  jaringan atau 128 jaringan yang tersedia. Secara aktual hanya ada 126 jaringan yang tersedia karena ada 2 alamat yang disisakan untuk tujuan tertentu. Dalam kelas A, 24 bit digunakan sebagai hostid. Jadi secara teori pula setiap net id memiliki  $2^{24}$  host atau 16.777.216 host /router. Kelas A cocok untuk mendisain organisasi komputer yang jumlahnya sangat besar dalam jaringannya.

- **Kelas B**

Pada kelas B, 2 oktet digunakan sebagai net id dan 2 oktet sisanya untuk host id. Secara teori pula, kelas B memiliki  $2^{14}$  net id atau 16.384 jaringan. Sedangkan banyaknya host setiap jaringan adalah  $2^{16}$  host atau 65.536 host/router. Dikarenakan ada 2 alamat yang akan digunakan untuk tujuan khusus, maka host id yang tersedia efektif adalah sebanyak 65.534. Kelas B ini cocok untuk

mendisain organisasi komputer dalam jumlah menengah.

- **Kelas C**

Dalam kelas C, 3 oktet sudah dimiliki untuk net id dan hanya 1 oktet untuk host id. Sehingga secara teori banyaknya jaringan yang bisa dibentuk oleh kelas C ini adalah  $2^{21}$  atau terdapat 2.097.152 jaringan. Sedangkan banyaknya host/router di setiap jaringan adalah  $2^8$  host/router atau setara dengan 256 host. Juga dikarenakan penggunaan 2 hostid untuk tujuan khusus maka hostid yang tersedia efektif adalah sebanyak 254 host atau router.

- **Kelas D**

Untuk kelas D ini digunakan sebagai *multicasting*. Dalam kelas ini tidak lagi ada istilah net id dan host id.

- **Kelas E**

Khusus kelas E disisakan untuk penggunaan khusus, biasanya untuk kepentingan riset. Juga tidak ada dikenal net id dan hostid di sini. Secara keseluruhan penentuan kelas dapat dilihat di Gambar 18.18.

	Mula		Hingga	
Kelas A	0.	0 . 0 . 0	127.	255.255.255
	Net ID	Host ID	Net ID	Host ID
Kelas B	128. 0 .	0 . 0	191.255.	255.255
	Net ID	Host ID	Net ID	Host ID
Kelas C	192. 0 . 0 .	0 .	223.255.255.	255
	Net ID	Host ID	Net ID	Host ID
Kelas D	224. 0 . 0 . 0		239.255.255.255	
	Alamat Multicast		Alamat Multicast	
Kelas E	24-. 0 . 0 . 0		255.255.255.255	
	Cadangan		Cadangan	

Gambar 18.18. Kelas-kelas dengan menggunakan notasi desimal

Untuk subnet mask juga terdiri atas 3 kelas yaitu kelas A, Kelas B dan Kelas C yang dapat dijelaskan di bawah ini:

Kelas A : 255.0.0.0  
 Kelas B : 255.255.0.0  
 Kelas C : 255.255.255.0

Subnet must digunakan untuk memisahkan antara Network Id dan Host id dan biasanya disaat kita menset suatu jaringan alamat IP dan subnet mask harus sama dalam satu kelas. Karena jika alamat IP berbeda dengan

subnetmask diantara komputer yang akan dihubungkan maka jaringan tidak akan terkoneksi. Hal ini sangat perlu diingat jika kita ingin membangun sutau jaringan LAN.

### 18.16.3. Alamat Khusus

Beberapa bagian alamat dalam kelas A, B dan C digunakan untuk alamat khusus dan dapat dilihat pada tabel 18.5.

Tabel 18.5. Alamat khusus

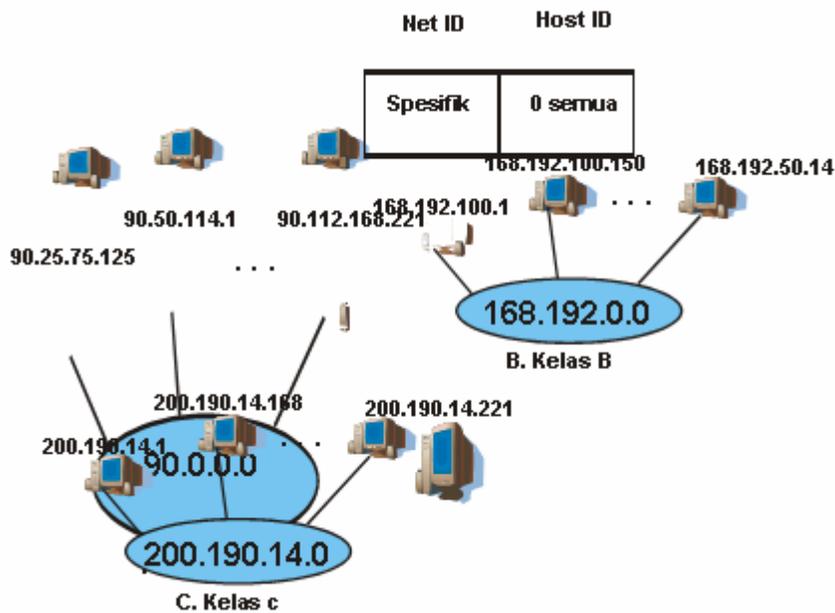
Alamat khusus	Net ID	Host ID	Asal atau Tujuan
Alamat network	Spesifik	0 semua	Tidak ada
Alamat broadcast langsung	Specific	1 semua	Tujuan
Alamat broadcast terbatas	1 semua	1 semua	Tujuan
Host dalam network/jaringan	0 semua	0 semua	Asal
Host spesifik dalam jaringan	0 semua	spesifik	Tujuan
Alamat loopback	127	sembarang	Tujuan

#### 18.16.4. Alamat Jaringan (Network Address)

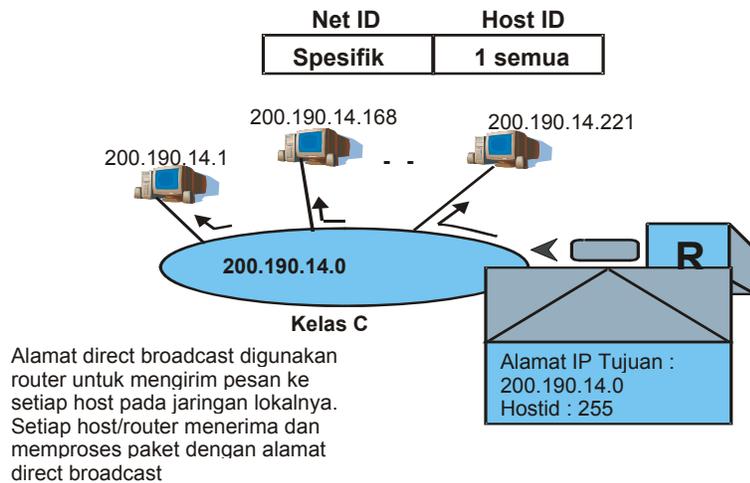
Pada kelas A, B dan C sebuah alamat dengan hostid yang bernilai 0 semua tidak diperuntukkan kepada host manapun. Alamat demikian dicadangkan untuk mendefinisikan alamat jaringan. Namun ada satu hal yang diingat bahwa net id berbeda dengan alamat jaringan (*network address*). Karena net id adalah bagian dari IP address, sedangkan *network address* adalah sebuah alamat di mana

hostid nya di set 0 semua. Tambahan juga, alamat jaringan atau *network address* ini tidak dapat digunakan sebagai alamat asal dan tujuan dalam sebuah paket IP.

Direct broadcast address merupakan jika host id semua diset 1. Alamat ini digunakan router untuk mengirim sebuah paket ke seluruh host dalam jaringan tertentu/khusus, sehingga seluruh host pada jaringan tertentu tersebut menerima paket dengan alamat ini.

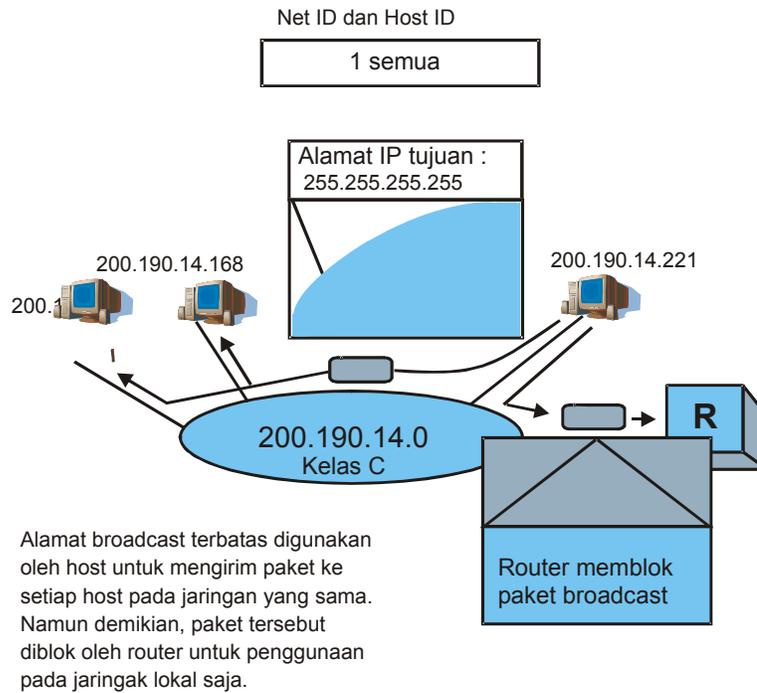


Gambar 18.19. Alamat jaringan/network address



Gambar 18.20. Direct broadcast address

Dalam kelas A, B dan C, digunakan untuk menentukan sebuah alamat dengan semua di set 1 baik net id maupun hostid apakah *broadcast address* dalam jaringannya.



Gambar 18.21. Limited broadcast address



### 18.16.7. Jaringan Private

Jika sebuah organisasi ingin membangun jaringan komputer dan tidak membutuhkan terkoneksi pada jaringan internet, ada 3 pilihan untuk pembuatan alamat-alamat IP nya :

1. Dapat menggunakan sebuah alamat yang unique tanpa menghubungkan ke internet. Namun ini akan sangat menguntungkan apabila di kemudian hari berniat untuk menghubungkan jaringan private-nya ke internet tidak akan timbul masalah lagi. Namun nampaknya untuk kelas A dan B sudah tidak memungkinkan lagi karena sudah dimiliki oleh organisasi yang terhubung ke internet.
2. Bisa juga menggunakan sembarang alamat IP dari kelas A, B dan C. Namun ini akan sangat menyulitkan apabila organisasi tersebut berniat terhubung ke internet.
3. Pilihan 1 dan 2 masih memiliki masalah, maka otoritas pencatatan alamat internet

telah mencadangkan range alamat-alamat tertentu dari kelas A, B dan C yang bisa digunakan oleh organisasi manapun sebagai jaringan private. Tentu saja, di dalam internet, alamat khusus ini tidak akan dikenal dan diabaikan. Singkat kata, alamat ini adalah unique bagi jaringan lokalnya namun tidak *unique* bagi jaringan global. Lihat Tabel 18.6.

### 18.17. Subnetting dan Supernetting

#### 18.17.1. Subnetting

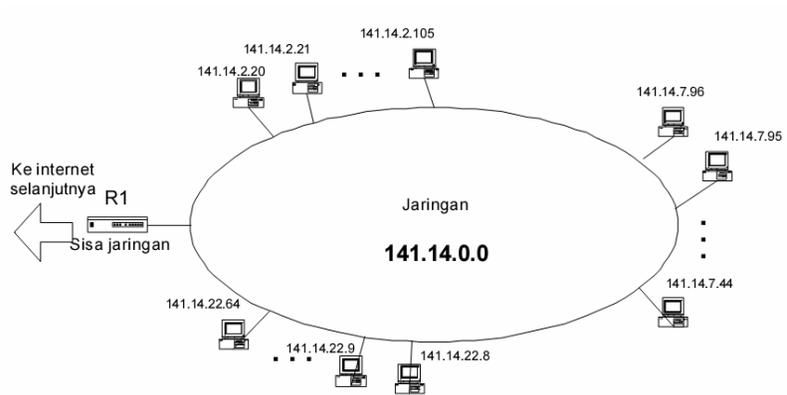
Subnetting merupakan suatu teknik untuk membagi network menjadi subnetwork yang lebih kecil. Subnetting hanya dapat dilakukan pada kelas A, B dan C. Bila diperhatikan alamat IP terdiri dari net id dan hostid. Hal ini artinya bila akan menuju suatu host, maka harus mencari net idnya baru mencari hostidnya. Mekanisme itu melalui 2 level hierarki. Namun bila sudah mendapatkan

Tabel 18.6 Alamat yang dicadangkan untuk jaringan private

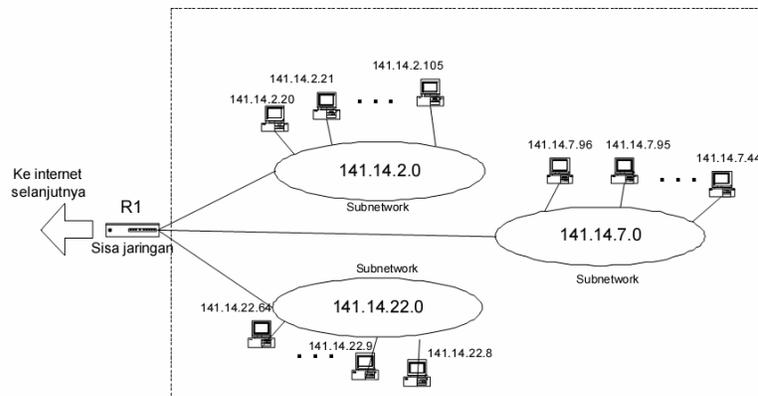
Kelas	Alamat Net id	Total
A	10.0.0	1
B	172.16 sampai 172.31	16
C	192.168.0 sampai 192.168.255	256

net id dari organisasi dan ingin membuat organisasi tersebut menjadi sub kelompok perlu dilakukan pemecahan network dengan teknik subnetting. Untuk lebih jelasnya mengenai

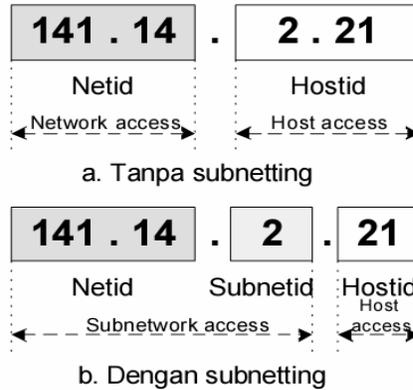
perbandingan jaringan tanpa subnetting dan menggunakan subnetting dapat dilihat pada gambar 18.22. dan 18.23 di bawah ini.



Gambar 18.22. Jaringan dengan 2 tingkat hierarki (tanpa subnetting)



Gambar 18.23. Jaringan dengan 3 tingkat hierarki (dengan subnetting)

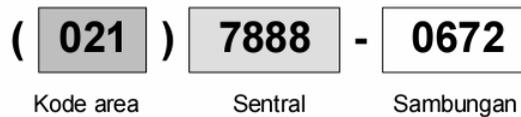


Gambar 18.24. Alamat dalam jaringan dengan atau tanpa subnetting

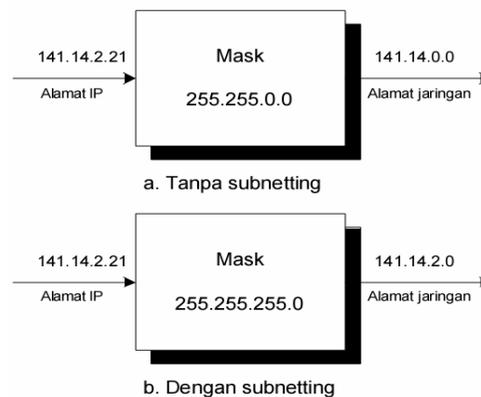
Konsep hierarki tersebut dapat dianalogikan seperti halnya dengan penomoran telepon, seperti gambar 18.25 di bawah ini.

### 18.17.2. Masking

Masking adalah suatu proses yang mengekstrak alamat jaringan fisik dari sebuah alamat IP dapat dilihat seperti pada gambar 18.26 di bawah.



Gambar 18.25. Konsep hierarki dalam nomor telepon



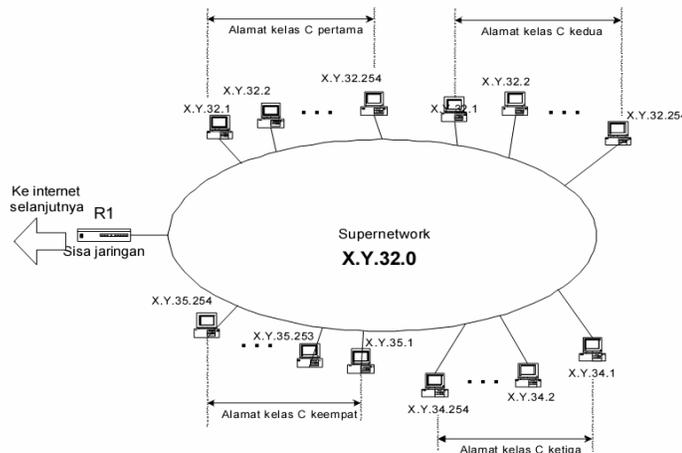
Gambar 18.26. Masking

### 18.17.3. Supernetting

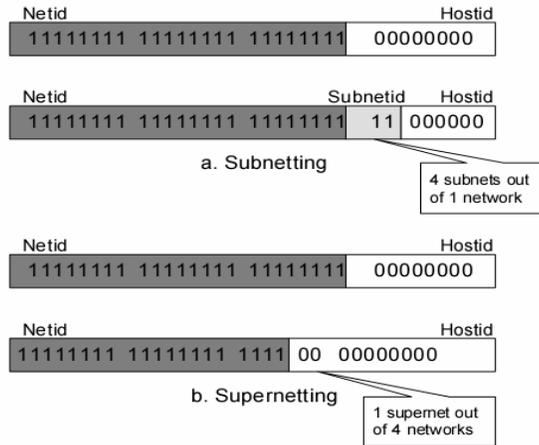
Alamat-alamat kelas A dan kelas B sudah hampir terpakai semua, namun kelas C masih memberikan ketersediaan walaupun terbatas. Namun demikian kelas C yang setiap net id memiliki maksimum 254 host masih tidak memuaskan bagi kebutuhan suatu organisasi. Solusinya adalah supernetting. misalnya, suatu organisasi membutuhkan 1.000 alamat yang diambil dari 4 alamat kelas C. Maka organisasi tersebut dapat menggunakan alamat-alamat tersebut dalam 1 supernetwork dalam 4 jaringan. Gambar 18.27 di bawah memperlihatkan bagaimana 4 alamat kelas C berkombinasi menjadi satu supernetwork.

### 18.17.4. Supernet Mask

Supernet mask dapat dibuat untuk membentuk sebuah blok kelas C jika banyak alamat jaringan adalah pangkat dari 2 (2, 4, 8, 16, ..). Default mask untuk kelas C adalah 255.255.255.0, artinya ada 24 digit 1 kemudian diikuti 8 digit 0. Jika beberapa digit 1 diganti menjadi 0, maka akan mendapatkan sebuah mask untuk kelompok alamat kelas C. Seperti pada Gambar 18.28 di bawah terlihat bahwa proses mask di supernetting berlawanan dengan mask di subnetting.



Gambar 18.27. Supernetwork



Gambar 18.28. Supernet mask

## 18.18. Rangkuman

Dari uraian tersebut di atas maka dapat diambil inti pembahasan pada bagian ini adalah sebagai berikut:

5. Protokol TCP/IP memiliki 2 protokol pada lapisan transport, yakni UDP dan TCP.
6. Paket dalam lapisan IP disebut dengan *datagram*.
7. *Internet Protocol* (IP) adalah mekanisme transmisi yang digunakan oleh TCP/IP yang sifatnya *unreliable* dan *connectionless*. *Internet Protocol* (IP) banyak yang mengistilahkan dengan *best effort delivery*, artinya bahwa IP menyediakan *no error checking* atau *tracking*.
8. *IP address* memiliki 32 bit angka yang merupakan *logical address*. *IP address* bersifat unique, artinya tidak ada device, station, host atau router yang memiliki *IP address* yang sama.
9. IP address ada 5 golongan kelas yaitu: kelas A, kelas B, kelas C, kelas D dan kelas E, dimana semua kelas tersebut didesain untuk kebutuhan jenis-jenis organisasi. Biasanya kelas D dan E difungsikan untuk Multicast pada jaringan bertipe IPV4 dan IPV6 semua kelas A sampai E difungsikan.
10. Subnetting merupakan suatu teknik untuk membagi network menjadi subnetwork yang lebih kecil. Subnetting hanya dapat dilakukan pada kelas A, B dan C.

### **18.19. Soal latihan**

Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan baik dan benar

13. Jelaskan sejarah munculnya protokol TCP/IP
14. Jelaskan apa yang dimaksud dengan protokol TCP/IP
15. Jelaskan apa yang di maksud dengan datagram
16. Jelaskan apa yang dimaksud dengan UDP
17. Jelaskan apa yang dimaksud dengan subnetting
18. Rancanglah sebuah jaringan LAN kecil yang bekerja dengan beberapa komputer dan lengkapilah dengan pengalamatan pada masing-masing komputer yang terhubung dengan jaringan tersebut.

## LAMPIRAN. A

### Lampiran 1:

#### Kode-kode Morse untuk Huruf dan Angka

Kode-kode ini dipakai untuk komunikasi telegraf dan komunikasi elektrik lainnya yang menggunakan dua perubahan

A	• —	J	• — — —	S	• • •
B	— • • •	K	— • —	T	—
C	— • — •	L	• — • •	U	• • —
D	— • •	M	— —	V	• • • —
E	•	N	— •	W	• — —
F	• • — •	O	— — —	X	— • • —
G	— — •	P	• — — •	Y	— • — —
H	• • • •	Q	— — • —	Z	— — • •
I	• •	R	• — •		

1	• — — — —	6	— • • • •
2	• • — — —	7	— — • • •
3	• • • — —	8	— — — • •
4	• • • • —	9	— — — — •
5	• • • • •	0	— — — — —

Sumber :

[101science.com/amateurradio.htm](http://101science.com/amateurradio.htm)

[www.ibiblio.org/obp/electricCircuits/AC/AC\\_7.html](http://www.ibiblio.org/obp/electricCircuits/AC/AC_7.html)

Lampiran 2:

Tabel Pembagian kanal dan alokasi frekuensi gambar dan suara pada televisi

<b>CHART OF FREQUENCIES 4 - POLE FILTER FREQUENCIES</b>			
<b>Channel</b>	<b>Video</b>	<b>Color</b>	<b>Audio</b>
2	55.25	58.83	59.75
3	61.25	64.83	65.75
4	67.25	70.83	71.25
5	77.25	80.83	81.75
6	83.25	86.83	87.75
Bullet	103 MHz to 105.5 MHz		
Snooper	107.997 MHz		

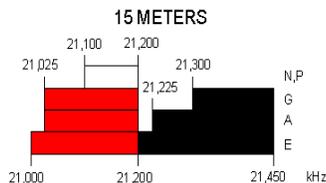
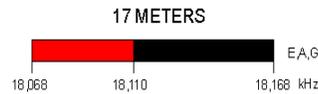
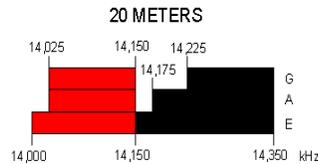
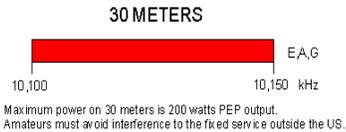
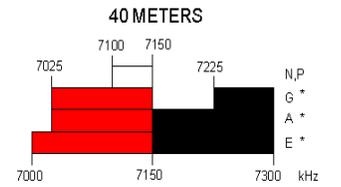
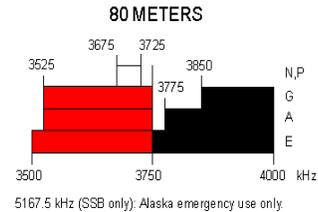
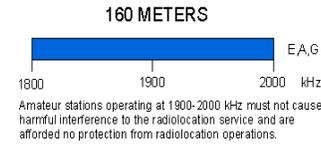
<b>CHART OF FREQUENCIES 3 - POLE FILTER FREQUENCIES</b>			
<b>Channel</b>	<b>Video</b>	<b>Color</b>	<b>Audio</b>
14	121.25	124.83	125.75
15	127.25	130.83	131.75
16	133.25	136.83	137.75
17	139.25	142.83	143.75
18	145.25	148.83	149.75
19	151.25	154.83	155.25
20	157.25	160.83	161.75
21	163.25	166.83	167.75
22	169.25	172.83	173.75
7	175.25	178.83	179.75
8	181.25	184.83	185.75
9	187.25	190.83	191.75
10	193.25	196.83	197.75
11	199.25	202.83	203.75
12	205.25	208.83	209.75
13	211.25	214.83	215.75

Lampiran 3 :

Tabel Spektrum frekuensi yang sering digunakan dalam sistem komunikasi

very low frequencies (vlf)		time signals, standard frequencies
	— 30 kHz	
low frequencies (lf)		fixed, maritime mobile, navigational, radio broadcasting
	— 300 kHz	
medium frequencies (mf)		land, maritime mobile, radio broadcasting
	— 3 MHz	
high frequencies (hf)		fixed, mobile, maritime and aeronautical mobile, radio broadcasting, amateur
	— 30 MHz	
very high frequencies (vhf)		fixed, mobile, maritime and aeronautical mobile, amateur, radio and television broadcasting, radio navigation
	— 300 MHz	
ultrahigh frequencies (uhf)		fixed, mobile, maritime and aeronautical mobile, amateur, television broadcasting, radio location and navigation, meteorological, space communication
	— 3 GHz	
superhigh frequencies (shf)		fixed, mobile, radio location and navigation, space and satellite communication
	— 30 GHz	

# Lampiran 4: Pita frekuensi untuk radio amatir di Amerika Serikat

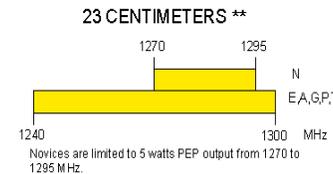
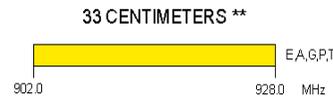
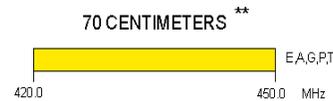
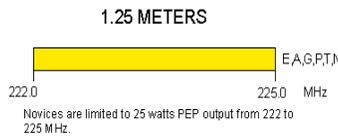
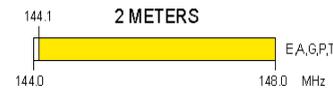
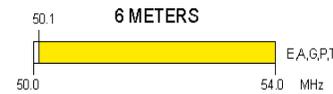
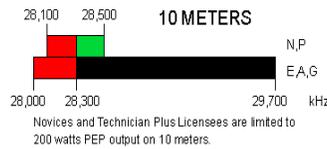
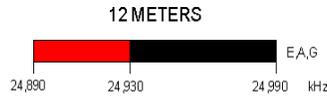


## US Amateur Bands

April 15, 2000

### Novice, Advanced and Technician Plus Allocations

Novice, Advanced and Technician Plus licenses will not be issued after April 15, 2000. However, the FCC has allowed the frequency allocations for these license classes to remain in effect.



### US AMATEUR POWER LIMITS

At all times, transmitter power should be kept down to that necessary to carry out the desired communications. Power is rated in watts PEP output. Unless otherwise stated, the maximum power output is 1500 W. Power for all license classes is limited to 200 W in the 10,100-10,150 kHz band and in all Novice subbands below 28,100 kHz. Novices and Technicians are restricted to 200 W in the 28,100-28,500 kHz subbands. In addition, Novices are restricted to 25 W in the 222-225 MHz band and 5 W in the 1270-1295 MHz subband.

Operators with Technician class licenses and above may operate on all bands above 50 MHz. For more detailed information see *The FCC Rule Book*.

### KEY

- █ = CW, RTTY and data
- █ = CW, RTTY, data, MCW, test, phone and image
- █ = CW, phone and image
- █ = CW and phone
- █ = CW, RTTY, data, phone, and image
- = CW only

- N = NOVICE
- T = TECHNICIAN
- G = GENERAL
- A = ADVANCED
- E = EXTRA CLASS
- P = TECHNICIAN PLUS

\*\* Geographical and power restrictions apply to these bands. See *The FCC Rule Book* for more information about your area.

Above 23 Centimeters:

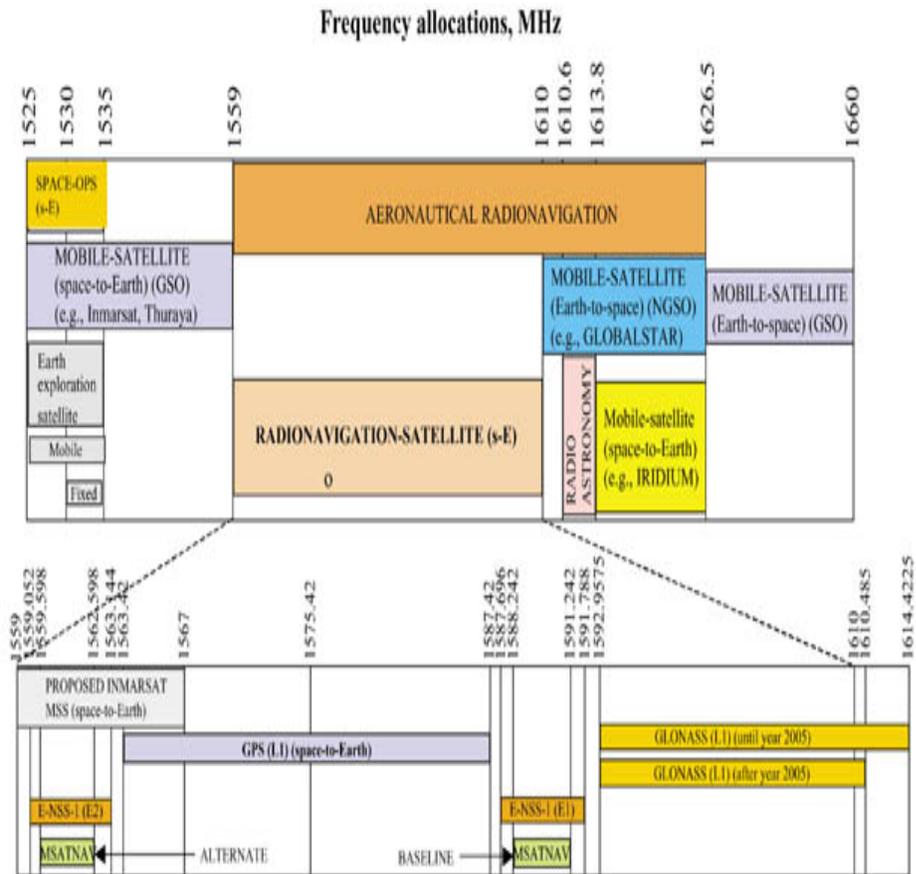
- All licenses except Novices are authorized all modes on the following frequencies:
- 2300-2310 MHz
  - 2390-2450 MHz
  - 3300-3500 MHz
  - 5650-5925 MHz
  - 10.0-10.5 GHz
  - 24.0-24.25 GHz
  - 47.0-47.2 GHz
  - 75.5-81.0 GHz
  - 119.98-120.02 GHz
  - 142-149 GHz
  - 241-250 GHz
  - All above 300 GHz



For band plans and sharing arrangements, see *The FCC Rule Book*.

Lampiran 5:

Alokasi Frekuensi untuk Radio Navigasi Satelit



KEY ITU-RR FOOTNOTES:

S5.359 allocates the 1550 to 1645.5 MHz band (and the 1646.5 to 1660 MHz band) to the fixed service on a primary basis in 44 countries.

ISBN 978-979-060-155-0  
ISBN 978-979-060-158-1

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk digunakan dalam Proses Pembelajaran.

HET (Harga Eceran Tertinggi) Rp. 13.794,00