

ELEX
MEDIA
KOMPUTINDO

Seri Penuntun Praktis

Menginstallasi Perangkat Jaringan Komputer

Pedoman dan panduan
praktis memahami
serta melakukan
instalasi jaringan
komputer

Wahana Komputer

Bahan dengan hak cipta

SPP Menginstalasi Perangkat Jaringan Komputer
Wahana Komputer

©2006, PT Elex Media Komputindo, Jakarta
Hak Cipta dilindungi undang-undang
Diterbitkan pertama kali oleh
Penerbit PT Elex Media Komputindo
Kelompok Gramedia, Anggota IKAPI, Jakarta 2006

121061664
ISBN: 979-20-9793-7

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

Dicetak oleh Percetakan PT Gramedia, Jakarta
Isi di luar tanggung jawab percetakan

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar Isi.....	ix

Bab 1 Konsep Jaringan Komputer	1
1.1 Pengertian Jaringan Komputer	1
1.1.1 Sistem Komunikasi.....	1
1.1.2 Jarkom vs. Komdat.....	2
1.1.3 Perlunya Jaringan Komputer.....	2
1.2 Perkembangan Jaringan Komputer.....	3
1.3 Referensi Model OSI.....	5
1.3.1 Application Layer.....	7
1.3.2 Presentation Layer.....	7
1.3.3 Session Layer	7
1.3.4 Transport Layer	7
1.3.5 Network Layer.....	8
1.3.6 Data Link Layer	8
1.3.7 Physical Layer.....	8
1.4 Mengenal Local Area Network.....	9
1.4.1 Mengenal Protokol LAN	12
1.4.2 Topologi Logic	13
1.4.3 Topologi Fisik	18
1.5 Mengenal Wide Area Network.....	24
1.5.1 Mengenal Protokol WAN.....	25
1.5.2 Pengalaman pada LAN dan WAN.....	26
1.5.3 Media Transmisi WAN.....	30

Bab 2 Perangkat Media Transmisi LAN	31
2.1 Pengertian Media Transmisi	31
2.2 Standarisasi Kabel	32
2.3 Kabel STP.....	35
2.4 Kabel UTP.....	35
2.5 Kabel ScTP.....	37
2.6 Kabel Koaksial	37
2.6.1 Thinnet.....	39
2.6.2 Thicknet.....	40
2.7 Kabel Serat Optik.....	41
2.8 Memasang Kabel Jaringan.....	43
2.8.1 Membuat Kabel Jaringan Sendiri	43
2.9 Pemilihan Media Transmisi	49
Bab 3 Perangkat Instalasi Jaringan.....	51
3.1 Alat Ukur	51
3.1.1 Kabel Tester.....	51
3.1.2 Multimeter.....	52
3.2 Tang Crimper.....	53
3.3 Patch Panel	54
3.4 Patch Cord	55
3.5 RJ-45	56
3.6 Mengenal Port Jaringan	57
Bab 4 Nic (Network Interface Card)	59
4.1 Fungsi NIC	60
4.2 Prinsip Kerja NIC	61
4.3 Full dan Half Duplex	61
4.4 Jenis-Jenis NIC	63
4.5 Menginstalasi NIC.....	66

Bab 5 Repeater dan Hub.....	71
5.1 Fungsi Repeater dan Hub.....	71
5.1.1 Fungsi Repeater.....	71
5.1.2 Fungsi Hub.....	72
5.2 Prinsip Repeater dan Hub	73
5.2.1 Prinsip Repeater	73
5.2.2 Prinsip Hub	74
5.3 Jenis-Jenis Repeater dan Hub.....	76
5.4 Menginstalasi Repeater dan Hub	79
5.4.1 Isi Paket Hub Cisco 1538 Micro Hub 10/100	79
5.4.2 Persiapan Menginstalasi.....	80
5.4.3 Menginstalasi Hub	81
Bab 6 Bridge dan Witch.....	87
6.1 Fungsi Bridge dan Switch.....	88
6.1.1 Masalah pada Segmentasi Ethernet.....	89
6.2 Prinsip Bridge dan Switch.....	90
6.2.1 Buffering pada Switch	94
6.2.2 Metode Kerja Switching	94
<u>6.2.3 Aplikasi dan Desain Jaringan dengan Switch.....</u>	<u>95</u>
6.2.4 Switching dengan Virtual LAN.....	96
6.3 Jenis-Jenis Bridge dan Switch	96
6.3.1 Jenis-Jenis Bridge.....	97
6.3.2 Jenis-Jenis Switch.....	97
6.3.3 Perbedaan Bridge dan Switch	99
6.4 Menginstalasi Bridge dan Switch.....	99

Bab 7 Router.....	103
7.1 Fungsi Router	104
 7.2 Prinsip Kerja Router.....	105
7.3 Perbedaan Bridge dengan Router	106
7.4 Switching dan Routing	107
7.5 Menginstalasi Router	108
7.6 Membuat Router dengan Windows XP.....	112
7.6.1 Rancangan Topologi Jaringan.....	112
7.6.2 Konfigurasi Kartu Jaringan (LAN)	114
7.6.3 Konfigurasi Sistem Operasi	118
7.6.4 Belajar Menggunakan Perintah route.exe	120
7.6.5 Membuat Batch File Autostarting pada Windows 98.....	121
Bab 8 Modem.....	123
8.1 Fungsi Modem	123
8.2 Prinsip Kerja Modem	124
8.2.1 Mode Komunikasi	124
8.2.2 Teknik Modulasi.....	125
8.2.3 Sinkron dan Tak Sinkron.....	125
8.2.4 Kecepatan Transmisi.....	126
8.3 Jenis-Jenis Modem.....	127
8.3.1 Jenis Modem Berdasarkan Kemampuan Tambahan	127
8.3.2 Jenis Modem Berdasarkan Standar Sistem Transmisi	131
8.3.3 Jenis Modem Berdasarkan Pemasangannya.....	132
8.4 Menginstalasi Modem.....	134
8.4.1 Menginstalasi Modem Internal	134

8.4.2 Menginstalasi Modem Eksternal.....	137
Bab 9 Firewall.....	145
9.1 Fungsi Firewall	146
9.2 Prinsip Kerja Firewall.....	147
9.3 Jenis-Jenis Firewall	149
9.3.1 Packet Filtering Router	149
9.3.2 Application-Level Gateway	150
9.3.3 Circuit-Level Gateway.....	151
9.4 Menginstalasi Firewall.....	152
9.4.1 Prosedur Membangun Firewall.....	153
9.4.1 Menginstalasi Firewall pada Sistem Operasi Fedora Core 4	153
9.4.2 Mengaktifkan Firewall pada Windows XP.....	154
9.5 Hardware Firewall	156
Bab 10 Perangkat Wide Area Network	159
10.1 Karakteristik Utama WAN.....	159
10.2 Router.....	160
10.3 Bandwidth Switch WAN.....	162
10.4 Modem WAN.....	164
10.4.1 CSU/DSU.....	164
10.4.1 TA/NTI.....	166
10.5 Communication Server.....	169
Bab 11 Perangkat Jaringan Nirkabel	171
11.1 Pengertian Jaringan Nirkabel.....	171
11.2 Topologi Wireless LAN	172
11.3 Standarisasi Wireless LAN.....	172

11.3.1 802.11a	173
11.3.2 802.11b	173
11.3.3 802.11g.....	174
11.4 Keamanan Wireless Network	175
11.5 Mengenal WLAN Card.....	176
11.5.1 PCI WLAN Card.....	176
11.5.2 PCMCIA WLAN Card.....	177
11.5.3 USB WLAN Card	178
11.5.4 USB Add-on PCI Slot.....	179
11.5.5 MiniPCI Bus Adapter	180
11.6 Menginstalasi WLAN Card.....	183
11.7 Mengenal Access Point	189
11.7.1 Adhoc.....	189
11.7.2 Infrastruktur dan Public Service.....	191
11.8 Menginstalasi Access Point	195
11.8.1 Persiapan Client dan Access Point.....	195
11.8.2 Konfigurasi Client	198

BAB 1

Konsep Jaringan Komputer

Pada era digital ini, jaringan komputer merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari dunia teknologi informasi. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan sistem informasi maka teknologi jaringan komputer telah menjadi kebutuhan pokok untuk menunjang efektivitas dan efisiensi kerja. Tuntutan kebutuhan perangkat jaringan komputer semakin meningkat sejalan dengan dikembangkannya teknologi ini dalam upaya meningkatkan kinerja jaringan komputer.

1.1 Pengertian Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah sekelompok komputer otonom yang saling dihubungkan satu dengan lainnya menggunakan protokol komunikasi melalui media transmisi, sehingga dapat saling berbagi menggunakan sumber daya yang ada dan berkomunikasi.

1.1.1 Sistem Komunikasi

Sistem komunikasi membutuhkan media sebagai pembawa sinyal (Carrier). Sistem transmisi sinyal bisa berupa kabel, GEM (RF), cahaya, dan lain-lain.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

Tahun 1992, komputer yang saling tersambung membentuk jaringan sudah mencapai satu juta komputer, dan di tahun yang sama muncul istilah surfing (menjelajah). Tahun 1994, situs-situs dunia maya telah tumbuh menjadi 3000 alamat halaman, dan untuk pertamakalinya virtual shopping atau e-retail muncul di situs. Dunia langsung berubah. Di tahun yang sama Yahoo! didirikan, yang juga sekaligus tahun kelahiran Netscape Navigator 1.0.

Tahun 1996 sampai dengan 2000 berbagai perangkat keras dan perangkat lunak jaringan komputer telah banyak dihasilkan oleh berbagai perusahaan serta banyak dipelajari oleh kalangan akademisi, peneliti, dan praktisi di bidang komputer. Perkembangan jaringan komputer pada masa lalu dapat terlihat setelah beberapa tahun. Di era milenium ini, dalam hitungan bulan bahkan minggu Anda akan dapat melihat perubahannya, tentunya ke arah perkembangan yang lebih maju.

1.3 Referensi Model OSI

Untuk menyelenggarakan komunikasi, berbagai macam vendor komputer memerlukan sebuah aturan baku yang standar dan disetujui berbagai pihak. Seperti halnya dua orang yang berlainan bangsa, maka untuk berkomunikasi memerlukan penterjemah/interpreter atau satu bahasa yang dimengerti kedua belah pihak.

Dalam dunia komputer dan telekomunikasi interpreter identik dengan protokol. Untuk itu maka badan dunia yang menangani masalah standarisasi ISO (*International Standardization Organization*) membuat aturan baku yang dikenal dengan nama model



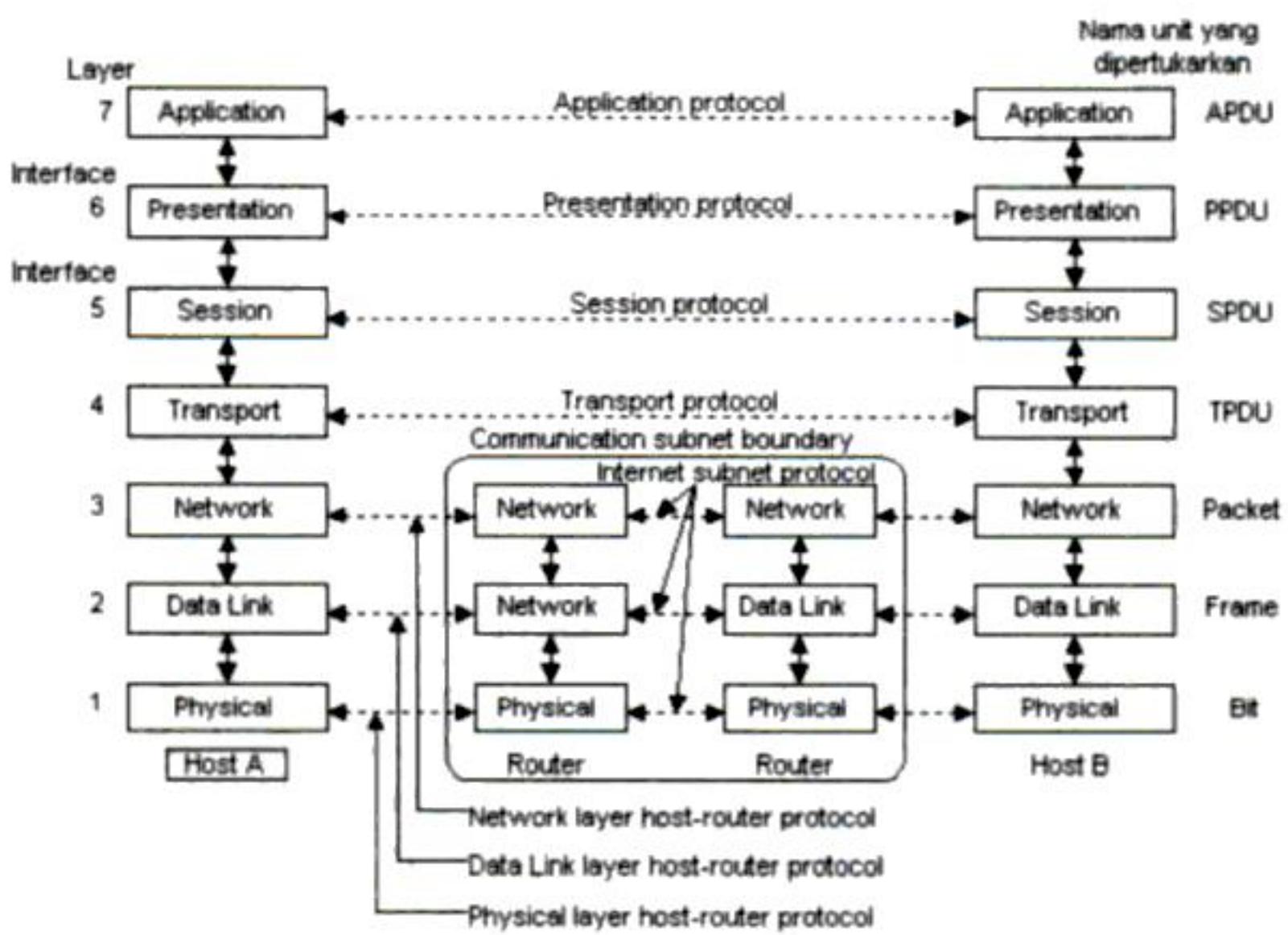
You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



Gambar 1.1. Model Referensi OSI.

1.4 Mengenal Lokal Area Network

Istilah *Local Area Network* (LAN) atau jaringan area lokal merupakan jaringan komputer yang digunakan untuk menghubungkan komputer yang jaraknya tidak terlalu jauh, maksimal 10 kilometer. Biasanya diterapkan pada sistem komunikasi data pada sebuah bangunan, atau di antara beberapa tempat yang terpisah dengan jarak beberapa kilometer.

LAN dapat menghubungkan sejumlah komputer, komputer mini, komputer mikro, atau pada umumnya adalah PC. Hubungan antar PC ini bertujuan untuk dapat saling mengakses dan berkomunikasi.

Media penyambungan di antara terminal dengan terminal biasanya melalui kabel yang dipasang secara lokal. Media saluran telepon jarang digunakan karena batasan lebar pita yang ditentukan oleh jaringan



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

terapkan sebagai protokol standar untuk semua komputer dan semua platform. Di dalam protokol TCP/IP terdapat protokol-protokol lain yang digunakan untuk mendukung kerja dari protokol TCP/IP, di antaranya:

- *SMTP* (*Simple Mail Transfer Protokol*), protokol ini digunakan memproses pesan teks (mail) yang hanya berisi rangkaian ASCII serta alamat yang dituju.
- *FTP* (*File Transfer Protokol*), yaitu protokol yang digunakan untuk mengatur pemindahan file-file antar remote.
- *Telnet*, digunakan untuk memproses dan menjalankan komputer lain dari komputer lokal yang terhubung dalam jaringan.
- NetBEUI (NETBIOS extended User Interface). Merupakan sebuah protokol yang dibuat IBM. Bekerja di session layer pada jaringan LAN. Bertindak sebagai interface antara aplikasi ke jaringan.
- AppleTalk. Protokol ini digunakan oleh sistem Macintosh.
- IPX/SPX (Internetwork Packet Exchange/ Sequenced Packet Exchange) dan NWLink. Protokol stack yang digunakan pada jaringan Novell NetWere.

1.4.2 Topologi Logic

Topologi logik jaringan merupakan metode, peralatan yang terpasang, serta sistem bagi-pakai kabel pada



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

kecepatan 1200Mbps, menggunakan token *passing scheme*. Salah satu ring dapat berfungsi sebagai backup atau dibuat sebagai pengirim saja. Jumlahnya dapat mencapai 1000 node dengan jarak sampai dengan 200 km. FDDI tidak kompatibel dengan Ethernet namun Ethernet dapat dienkapsulasi dalam paket FDDI. FDDI bukan merupakan standar IEEE.

Tabel berikut ini adalah beberapa karakteristik topologi logik:

Topologi Logik	Kecepatan Transmisi	Kabel yang Kompatibel	Pilihan Topologi Fisik
Ethernet	10 Mbps	Koaksial, UTP	Star, Bus
Token Ring	4 atau 16 Mbps	UTP, STP	Star, Ring
ARCnet	25 Mbps	Koaksial, UTP	Star, Bus
FDDI	100 Mbps	Fiber optic	Star, Ring
CDDI	100 Mbps	UTP, STP	Star, Ring
ATM	150-622 Mbps	UTP, STP, Fiber Optic	Star
100 VG-AnyLAN	100 Mbps	UTP, STP	Star
100 BaseX	100 Mbps	UTP	Star

Tabel 1.2. Karakteristik Topologi Logik.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



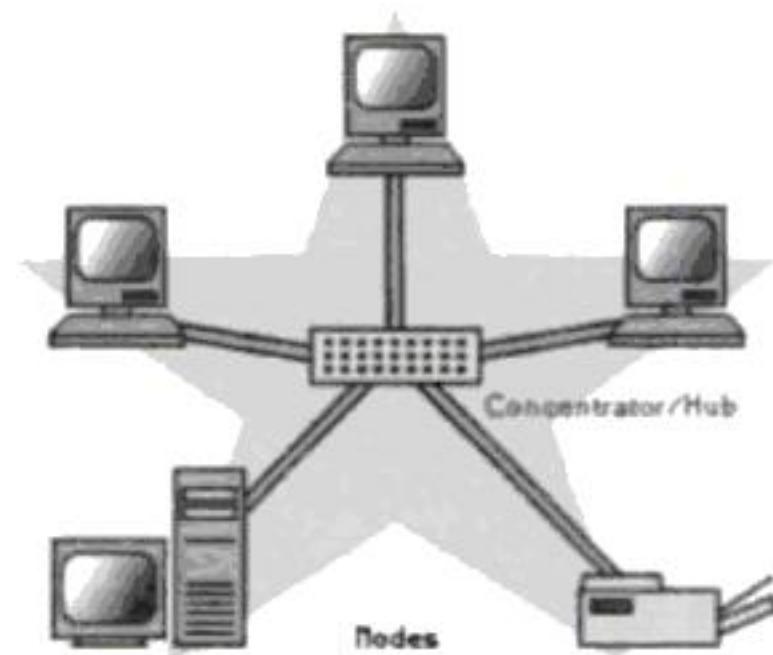
You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

lebih luas dan fleksibel karena setiap satunya panjang kabel digunakan untuk satu workstation.

Data yang terkirim ke jaringan akan melewati hub/konsentrator sebelum melanjutkan ke tempat tujuannya. Konfigurasi pada jaringan model ini menggunakan kabel twisted pair, dan dapat digunakan bersama kabel koaksial atau kabel fiber optic.



Gambar 1.5. Topologi Star.

Menggunakan topologi ini jaringan mudah dikembangkan.

Berikut ini karakteristik topologi star:

- Keunggulan topologi ini adalah jika satu kabel mengalami gangguan, maka tidak akan mengganggu kerja jaringan secara keseluruhan.
- Setiap node berkomunikasi langsung dengan central node, traffic data mengalir dari node ke central node dan kembali lagi.
- Dapat menggunakan kabel lower grade karena hanya menghandle satu traffic node dan biasanya menggunakan kabel UTP.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

1.5.1 Mengenal Protokol WAN

Dalam menjalankan aktivitasnya WAN memerlukan protokol, biasanya menggunakan Protokol TCP/IP. Prinsip Kerja TCP/IP secara sederhana dapat diungkapkan seperti cara kerja kantor pos pada proses pengiriman surat, berikut dengan segala macam aturan pengiriman dan penerimaan suratnya.

IP berfungsi menyampaikan data dari satu komputer ke komputer lainnya tanpa bergantung pada media komunikasi yang digunakan. TCP mengatur bagaimana cara membuka hubungan komunikasi, jenis aplikasi apa yang akan dilakukan dalam komunikasi tersebut. Di samping itu TCP akan mengatur seluruh proses koneksi antara satu komputer dengan komputer yang lain dalam sebuah jaringan komputer.

Kenapa TCP/IP? Pertanyaan ini sering diungkapkan, melihat dari sekian banyak protokol yang dipakai dalam komunikasi data komputer, TCP/IP lah yang dipercaya untuk menjadi protokol utama jaringan komputer saat ini.

Alasan kenapa TCP/IP menjadi protokol utama jaringan komputer saat ini, yaitu:

1. TCP IP bersifat terbuka, artinya standar protokol ini tersedia secara gratis, dapat dapat dikembangkan untuk berbagai macam sistem operasi dan hardware. Dengan sifat ini tidak ada lagi hambatan untuk saling berhubungan dalam jaringan, walaupun jenis sistem operasi atau perangkat keras yang digunakan berbeda.
2. Tersedia secara independen, artinya protokol TCP/IP mampu bekerja secara independen pada setiap perangkat keras yang menggunakannya.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

- **Pembagian kelas jaringan**

Berikut ini adalah pembagian kelas jaringan yang disusun dalam bentuk tabel untuk memudahkan dalam menentukan kelas jaringan.

Kls		W	X	Y	Z	Net-ID	Host-ID	Host
A	IP Address	1-126	0-255	0-255	0-255	w	x.y.z	16, 77 7,2 14
	Subnet Mask	255	0	0	0			
B	IP Address	128-191	0-255	0-255	0-255	w.x	y.z	65, 53 4
	Subnet Mask	255	255	0	0			
C	IP Address	192-223	0-255	0-255	0-255	w.x. y	z	25 4
	Subnet Mask	255	255	255	0			

Kelas D: digunakan untuk multicasting.

Kelas E: Untuk cadangan dan belum digunakan.

Banyak pihak sedang mengembangkan Algoritma untuk memberikan nomor *IP-Address*:

- Menentukan jumlah komputer yang akan dilibatkan dalam *network* sehingga ditemukan jenis kelas *network*.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

Beberapa organisasi yang menyelenggarakan dan berperan dalam standarisasi kabel yaitu TIA (*Telecommunications Industry Association*) dan EIA (*Electronic Industries Alliance*). Organisasi ini merupakan asosiasi beberapa produsen peralatan elektronik dan telekomunikasi.

EIA dan TIA bersama-sama mengeluarkan daftar standar kebutuhan, spesifikasi kabel, dan pemasangannya yang dibutuhkan untuk membangun LAN. Daftar standar tersebut sering dikenal dengan TIA/EIA standard. Pada pelaksanaannya TIA/EIA standard tidak akan mendikte pengguna dan hanya menetapkan kebutuhan minimum saja, sedangkan untuk pemilihan, perluasan, dan pengembangannya disesuaikan oleh para perancang LAN.

Salah satu jenis TIA/EIA standard dalam bidang perangkat media transmisi LAN adalah TIA/EIA-568A. Standarisasi ini mengatur tentang pengkabelan secara horisontal. TIA/EIA-568A berisi spesifikasi yang mengatur kinerja kabel agar berjalan dengan baik. Untuk kabel sebagai media komunikasi data ataupun suara direkomendasikan menggunakan kabel UTP dengan empat lilitan.

TIA/EIA-568-A standard menetapkan lima kategori spesifikasi pada kabel jenis UTP, yang dapat Anda lihat pada tabel di bawah ini:

Kategori	Aplikasi
Category 1 (CAT1)	Dipakai untuk komunikasi suara (voice) dan digunakan untuk kabel telepon di rumah-rumah
Category 2	Terdiri atas 4 pasang kabel twisted pair dan dapat digunakan untuk komunikasi data sampai



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



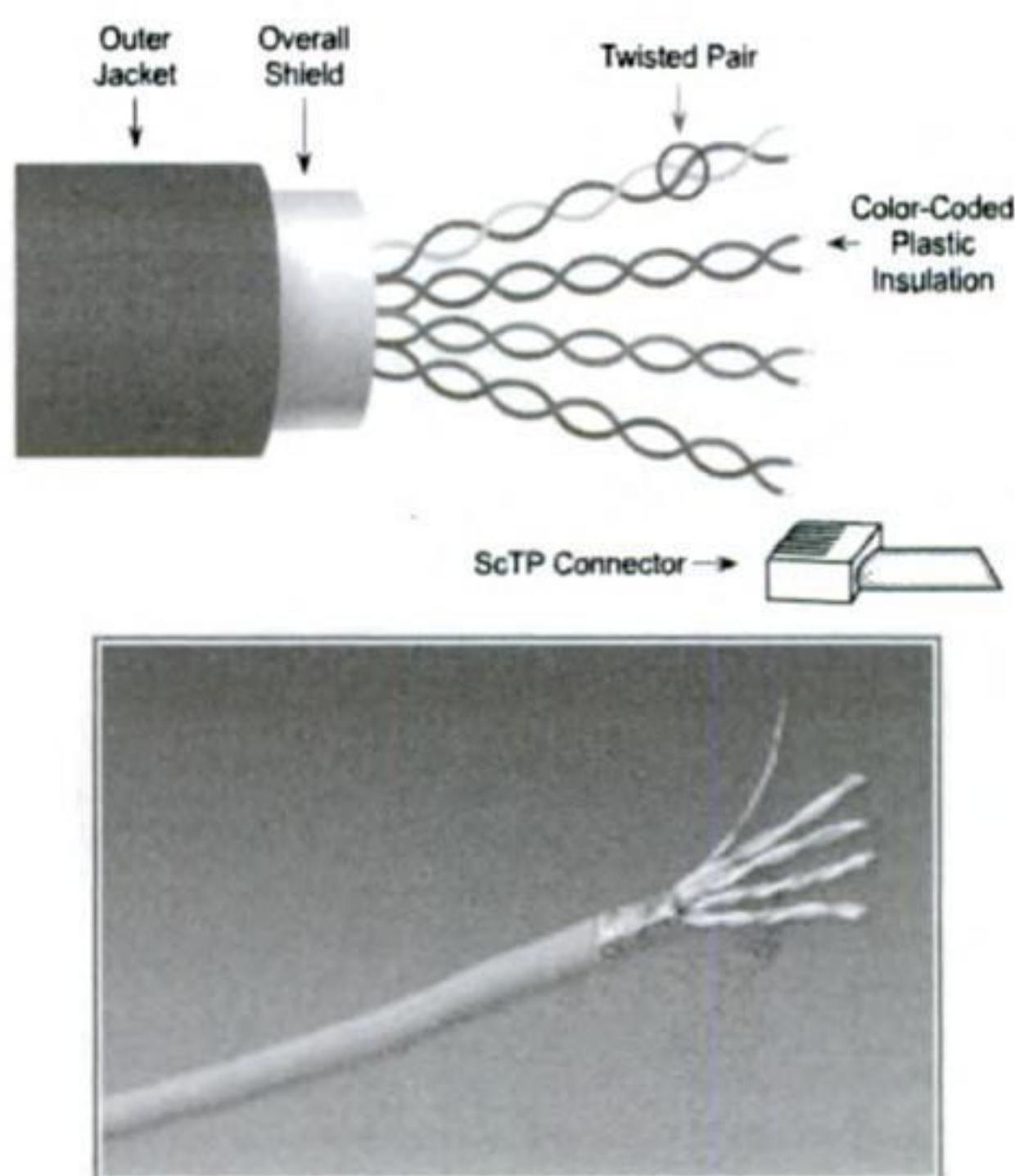
You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

2.5 Kabel ScTP

Kabel ScTP (Screen UTP), merupakan gabungan antar kabel STP dengan UTP, yang dikenal juga dengan *Foil Twisted Pair* (FTP). ScTP pada dasarnya adalah UTP yang dibungkus dengan pelindung foil-metalik atau screen.



Gambar 2.3. Kabel ScTP dan Bagian-bagiannya.

2.6 Kabel Koaksial

Kabel koaksial terdiri dari kawat tembaga sebagai intinya yang dikelilingi oleh suatu bahan isolasi. Isolator ini dibungkus oleh konduktor dilindris. Sedangkan konduktor luarnya ditutup dalam saung plastik protektif.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

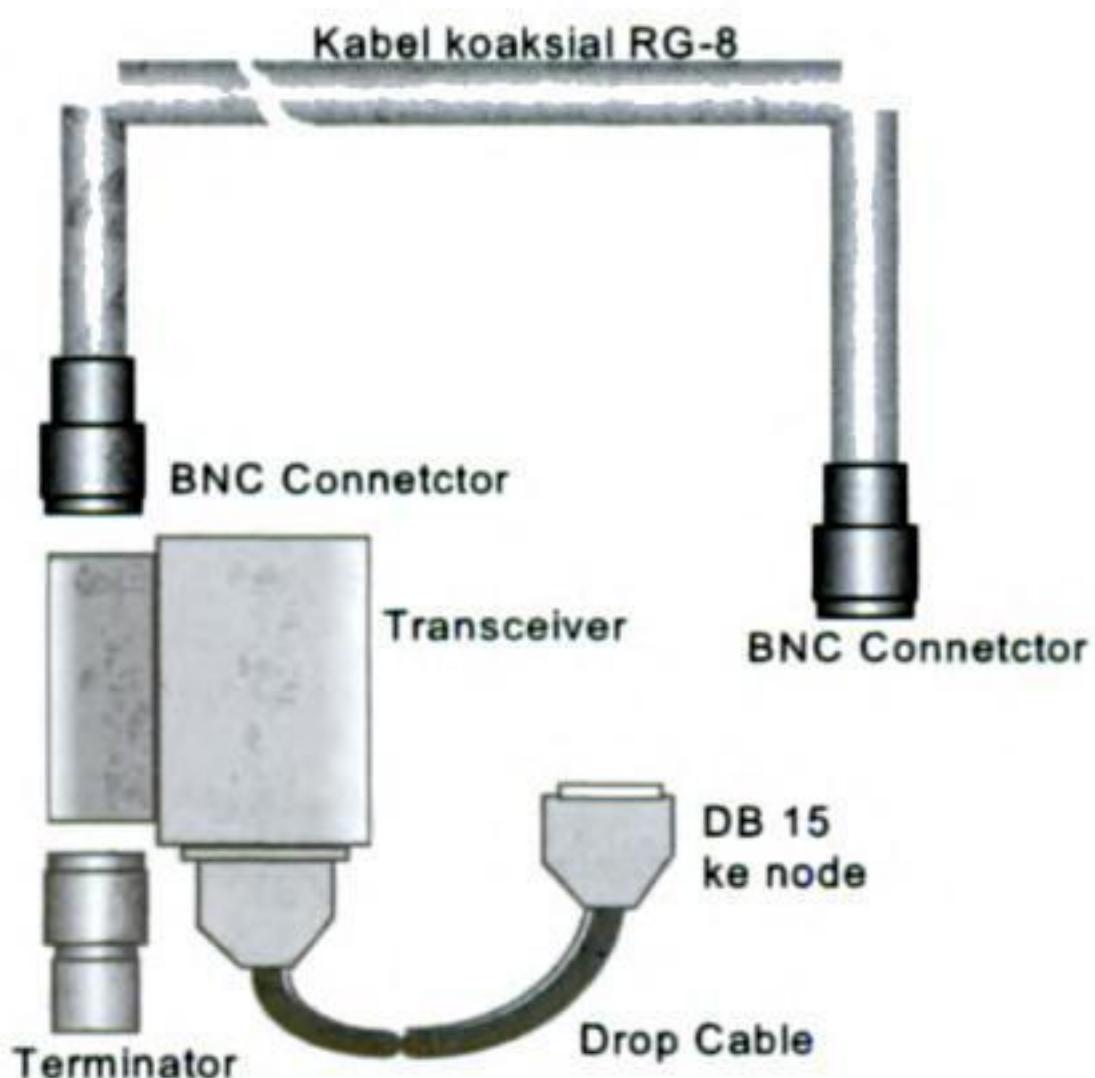


You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



Gambar 2.6. Pemasangan Kabel Thicknet.

Pada instalasi kabel Thicknet, satu segmen terdiri dari kabel koaksial RG-8 dan sepasang konektor BNC. Untuk menghubungkan sebuah node digunakan transceiver dan drop cable melalui konektor DB 15, satu segmen harus diakhiri dengan terminator.



Gambar 2.7. Segmen Kabel Thicknet.

2.7 Kabel Serat Optik

Kabel *fiber optic* merupakan kabel jaringan yang dapat mentransmisi cahaya. Dibandingkan dengan jenis kabel lainnya, kabel ini lebih mahal. Namun demikian, *fiber optic* memiliki jangkauan yang lebih jauh, dari 550 meter sampai ratusan kilometer. Kabel ini



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

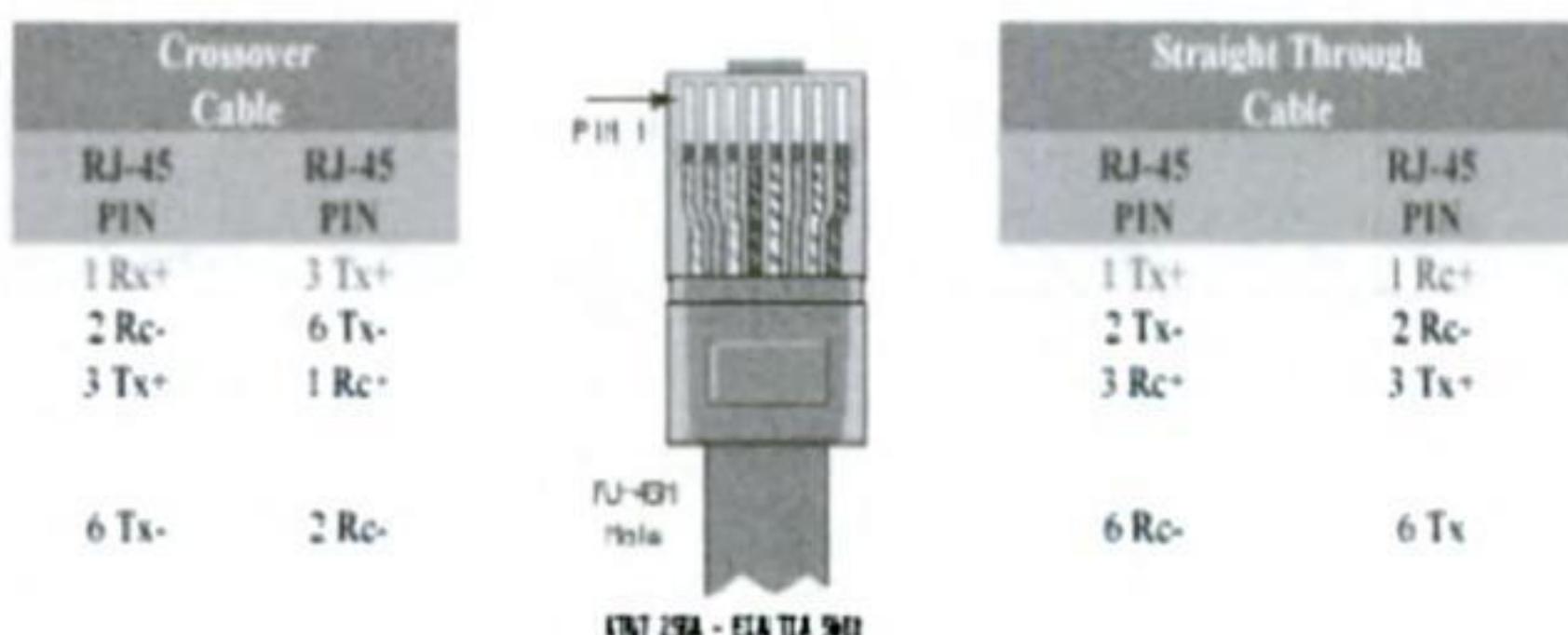
Crossover Cable

Urutan warna berdasarkan standar Internasioanal (untuk Crossover Cable):

No Pin	Warna
1	Putih Hijau
2	Hijau
3	Putih Orange
4	Biru
5	Putih Biru
6	Orange
7	Putih Coklat
8	Coklat

Tabel 2.3. Urutan warna untuk Crossover Cable.

Berikut ini adalah ilustrasi penempatan warna-warna kabel pada pin untuk pemasangan secara crossover maupun straight.



Gambar 2.11. Pemasangan dan Susunan Warna Kabel pada Pin RJ-45.

Dengan membuat patch cable sendiri, maka akan diperoleh kabel dengan panjang yang tepat sesuai dengan letak komputer. Kabel UTP kategori 5 dapat



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

7. Untuk mengetahui keberhasilan pengkabelan yang Anda lakukan. Ujilah kabel Anda dengan alat pengetes kabel jaringan yang biasa disebut Cable tester. Caranya, masukkan kedua ujung kabel yang telah tersambung pada konektor kedalam kabel tester, nyalakan tombol power pada alat. Jika seluruh led menyala secara berurutan berarti semua kabel tersambung pada konektor dan kabel siap digunakan.

CATATAN Apabila kabel yang sudah Anda buat kurang panjang, maka dapat disambung dengan alat coupler. Namun dengan cara ini akan menurunkan unjuk kerja jaringan. Untuk instalasi yang lebih rapi, biasanya patch cable ini digabungkan dengan premises wiring, yaitu dengan menempatkan faceplate pada dinding di dekat komputer yang terhubung ke jaringan.

2.9 Pemilihan Media Transmisi

Setelah Anda mengetahui beberapa jenis kabel sebagai media transmisi LAN, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam rangka pemilihan media transmisi.

Pada prinsipnya pemilihan media transmisi ditentukan oleh sejumlah faktor, khususnya oleh topologi LAN yang akan dibangun. Faktor-faktor yang lain yaitu:

- *Capacity*: untuk menghindari terjadinya kemacetan jaringan (*network traffic*).
- *Reliability*: tersedianya peralatan yang diperlukan.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



Gambar 3.2. Digital Multimeter.

3.2 Tang Crimper

Tang Crimper merupakan alat seperti tang yang mempunyai berbagai fungsi untuk keperluan pemasangan kabel jaringan. Alat ini biasanya mempunyai tiga bagian, yaitu:

- Cutter: Untuk memotong dan meratakan kabel.
- Nipper: Untuk mengupas kulit kabel.
- Crimpe: Untuk mengepres/menjepit.

Ketiga komponen di atas tergabung dalam satu alat yang juga dapat disebut dengan stripper.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

nya keyboard dengan jack serial akan dihubungkan pada port serial pada mainboard.

Untuk port jaringan, port yang dikembangkan adalah port yang mampu mengkonversi data dengan tepat karena berkenaan dengan komunikasi data antar komputer. Artinya, port harus mampu memfasilitasi agar data dapat dikirim dan diterima dengan baik. Istilah ini sering disebut sebagai *transceiver*, yaitu alat yang dapat mengkombinasikan penerimaan dan pengiriman data. Pada aplikasi jaringan, komponen inilah yang berperan untuk mengkonversi data.

Dengan semakin pesatnya perkembangan jaringan komputer, beberapa alat bantu yang menghubungkan transceiver banyak diproduksi oleh pengembang hardware. tentunya alat bantu tersebut telah di standarisasi dengan model pengkabelan, seperti 10BASE2, 10BASE5, 10BASE-T, atau 10\100 BASE-FX yang dapat berhubungan dengan port jaringan. Secara umum, alat bantu untuk media hubungan dan konversi tersebut adalah port RJ-45. Sedangkan transceiver yang umum digunakan adalah NIC yang bekerja pada lapisan fisik.

Salah satu port jaringan yang sering dipakai adalah adalah multiport repeater, yaitu suatu port yang berjumlah banyak yang terdapat pada komponen repeater jaringan (Hub). Biasanya port yang terdapat pada repeater berjumlah 4, 8, 12, 24, sampai dengan 32 port. Pada implementasinya, port pada hub tersebut akan dihubungkan dengan RJ-45 yang menjadi konektor untuk kabel UTP. Lebih lanjut tentang hub akan dibahas pada bab selanjutnya.

Contoh lain pada aplikasi jaringan, LAN card dengan port berjenis koaksial. Artinya LAN card tersebut



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

4.2 Prinsip Kerja NIC

NIC bekerja pada lapisan fisik, di mana data dipecah menjadi bit kemudian dikirim melalui jaringan ke komputer lain yang kemudian dirangkai kembali menjadi data utuh. Setiap NIC mempunyai kode tersendiri yang unik, artinya cuma ada satu, yang terdiri atas 12 digit kode yang disebut dengan *MAC Address* (*Media Access Control*).

Tujuan adanya MAC address adalah untuk menghindari tabrakan antar data di jaringan. Misalnya node akan mengirimkan paket data, maka sebelumnya akan melihat apakah jaringan sedang mengirimkan paket data atau tidak. Jika node melihat jaringan tidak mengirimkan paket data, maka node akan mengirimkan paket data.

Jika ada paket data yang dipancarkan pada saat node sedang mengirimkan paket data, maka akan terjadi collision. Bila terjadi collision, maka node dan jaringan akan sama-sama berhenti mengirimkan paket data. Setelah berhenti, node dan jaringan akan menunggu waktu secara random untuk mengirimkan paket data. Paket data yang mengalami collision akan dikirimkan kembali saat ada kesempatan. Cara kerja ini sering dinamakan metoda CSMA/CD (*Carrier Sence Multiple Access/Collison Detection*), yaitu pengurusan bagi pengiriman data oleh komputer/node secara serentak.

4.3 Full dan Half Duplex

NIC juga menerapkan pengiriman dan penerimaan data secara full duplex dan half duplex. NIC yang full duplex akan membolehkan pengiriman dan penerimaan paket data dengan serentak. Sedangkan NIC



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



Gambar 4. 5. NIC untuk Media Fiber Optic.

4. NIC socket PCMCIA. NIC dengan socket PCMCIA ini digunakan pada laptop atau notebook. Pada umumnya mempunyai output port UTP.



Gambar 4.6. NIC Jenis PCMCIA.

5. USB NIC. NIC jenis ini mendukung untuk dipasang pada slot USB. Biasanya mudah untuk dipindah-pindah pada komputer lain, sehingga cocok sekali untuk PC yang mendukung mobilitas.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

- **I/O address:** Angka yang paling sering digunakan adalah: 280, 300, 320.
- **IRQ level:** Angka yang paling sering digunakan adalah: 3, 5, 9, 10.
- **Shared memory base address.**
- **Direct Memory Access (DMA) channel.**
- **Output Port:** Kita harus memilih output port yang sesuai, apakah BNC, AUI, atau UTP.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

5.4 Menginstalasi Repeater dan Hub

Repeater biasanya dipilih untuk menghubungkan segmen-segmen jaringan yang tidak terlalu banyak lalu-lintasnya di setiap segmen, dan setiap hubungan di antara segmen berjalan sangat cepat. Ongkos peralatan (bukan ongkos pemasangan) menjadi pertimbangan utama. Karena faktor ini, repeater seringkali dipilih sebagai alat hubungan lokal.

Tidak dibutuhkan instalasi secara khusus agar kita dapat memakai komponen repeater maupun hub. Asalkan NIC sudah terinstalasi dengan baik di komputer, kita bisa langsung memasangkan kabel-kabel jaringan. Tanda bahwa kita sudah berhasil dalam pemasangan adalah menyalanya lampu indikator di HUB dan di NIC. Pada sistem operasi Windows NT ke atas, hubungan ini juga dapat ditandai dari adanya ikon dua komputer yang menyala di bagian taskbar.

Namun untuk menginstalasi *manageable hub* dibutuhkan beberapa langkah yang lebih rumit. Maka di sini dicontohkan cara menginstalasi *manageable hub Cisco 1538 Micro Hub 10/100*

5.4.1 Isi Paket HUB Cisco 1538 Micro Hub 100/10

Pastikan semua isi yang ada dalam kotak (dus) lengkap seperti di bawah. Untuk produk lain dapat dibaca di buku manualnya. Bila ada yang kurang segera kembalikan ke penjual untuk minta ganti.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

BAB 6

Bridge dan Switch

Kedua alat ini mampu menggabungkan beberapa segmen atau kelompok LAN. Bridge dan Switch bekerja di layer 2 dari model referensi OSI. Alat ini memiliki kemampuan lebih dibanding dengan repeater maupun hub. Bridge dan switch tidak hanya menghubungkan antar jaringan LAN, tetapi juga mampu mengatasi masalah collision yang dihadapi oleh repeater atau hub.

Layer 2 model referensi OSI atau Data Link Layer terdiri dari 2 sublayer, yaitu: Logical Link Control (LLC) dan Media Access Control (MAC). Brigde bekerja pada sublayer Media Access Control.



Gambar 6.1. Homeplug Bridge Network.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

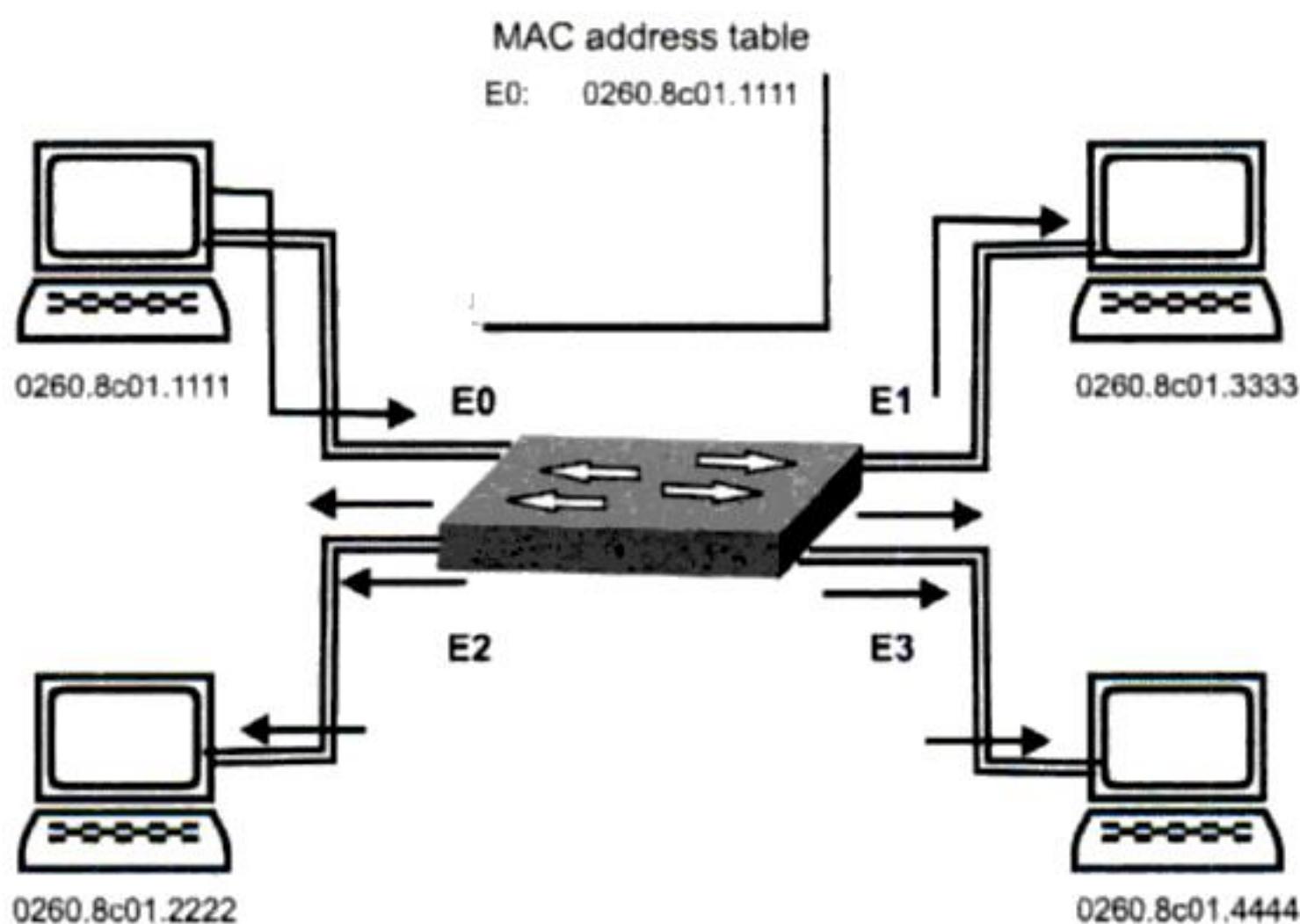


You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

Bridge dan Switch melakukan tugas-tugas berikut:

- Mempelajari Alamat

Bridge dan switch akan mengingat alamat mesin pengirim dengan selalu mencatat alamat mesin pengirim ke dalam sebuah tabel MAC Address.



Gambar 6.3. Switch Sedang Mempelajari Alamat MAC Address Pengirim.

Ketika E0 mengirimkan sebuah paket ke E1 melalui switch, switch akan mencatat alamat MAC Address dari E0 dalam sebuah tabel.

- Melewaskan dan menyaring frame

Ketika switch atau bridge menerima frame, alat ini akan memeriksa MAC Address tujuan yang terpasang di frame, kemudian melihat isi tabel MAC Address. Jika alamat tujuan yang terpasang di frame juga terdapat di tabel MAC Address, maka frame tersebut akan dikirim ke sebuah port yang terhubung dengan mesin tujuan. Tetapi jika



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

paket data, misalnya *network games*. *Switching* dapat digunakan untuk mengatasi masalah ini melalui pembatasan jalur. Ada pula *switching hub* yang dapat diatur untuk membatasi distribusi paket *broadcast*.

6.2.3 Aplikasi dan Desain Jaringan dengan Switch

Sebuah server yang menangani berbagai workstation, biasanya memakai beberapa network interface card (NIC) yang diatur segmentasinya berdasarkan aplikasi jaringannya, misalnya per departemen. Sebagai alternatif lain, hal ini dapat dilakukan pula dengan lebih mudah dan efektif menggunakan switching hub.

Contoh kasus dalam desain:

Dalam skenario di bawah ini, masing-masing workstation masih menggunakan ethernet card 10baseT (10 megabits per second). Koneksi Fast Ethernet 100baseT digunakan untuk server, sedangkan port lainnya dihubungkan dengan 2 buah hub 10baseT. File server sesuai dengan fungsinya akan menerima dan mengirim data pada rate yang sangat tinggi, sedangkan workstation akan mengirim paket data dengan kemungkinan tanpa terjadinya collision.

Skenario seperti ini biasanya akan memperbaiki kinerja jaringan secara keseluruhan. Mengapa? karena jika segmen jaringan mempunyai kapasitas yang sama, throughput dari switch hub ke file server masih lebih tinggi dibandingkan dengan hub pada level di bawahnya. Switch dapat secara langsung melakukan routing paket dalam segmen fisik jaringan secara lebih cepat.



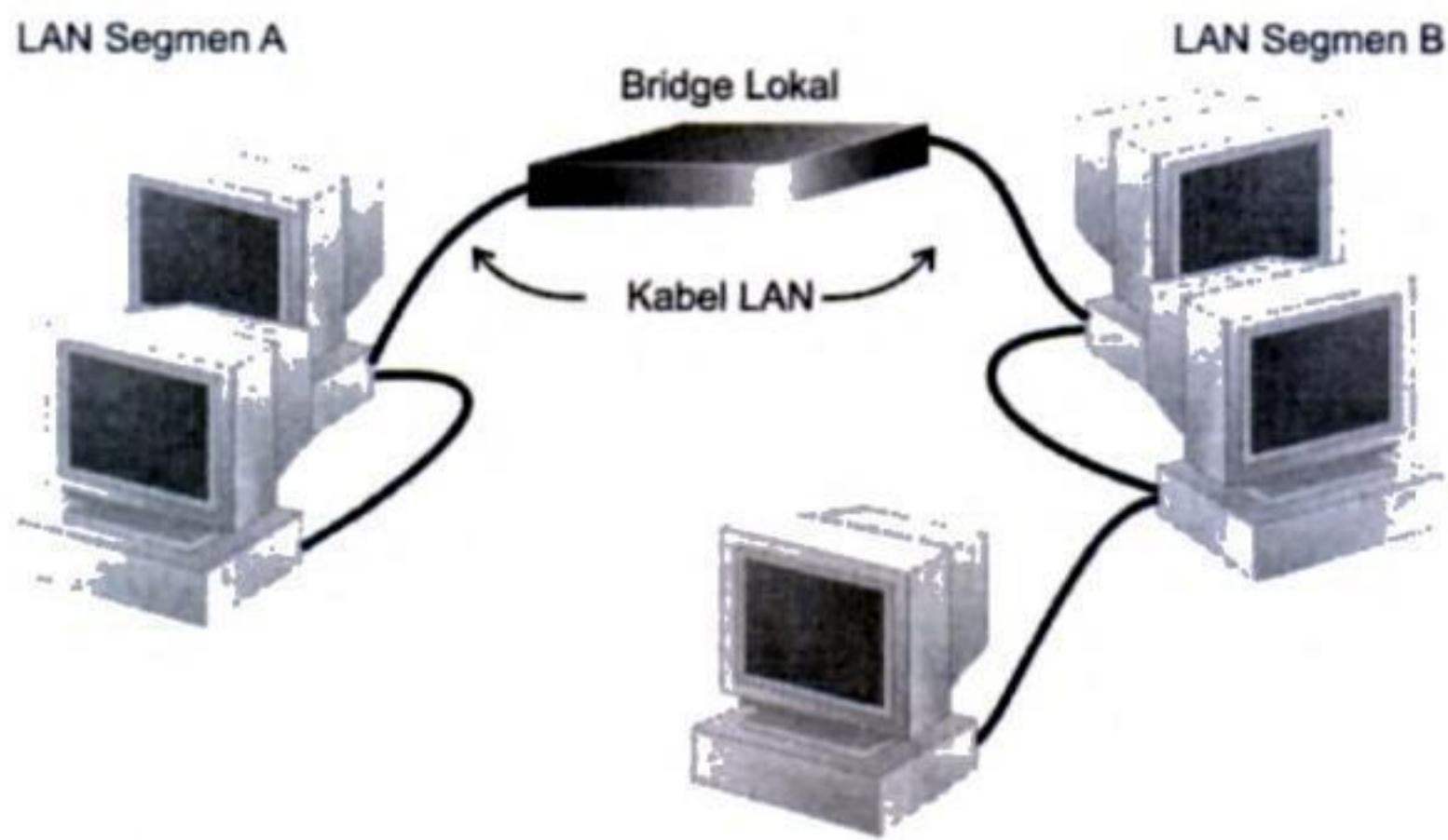
You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



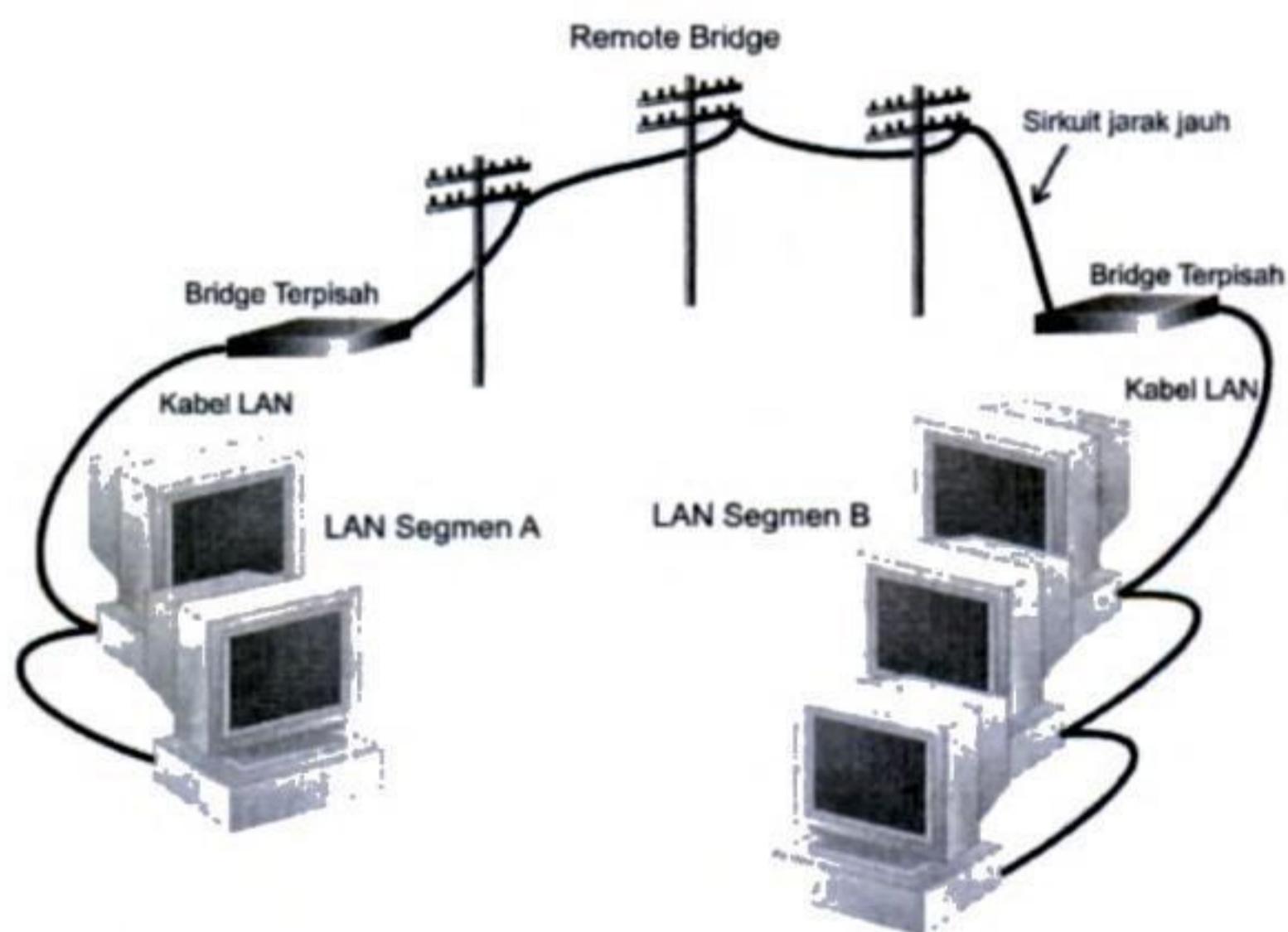
You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



Gambar 6.7. Menghubungkan Dua Kabel Segmen Jaringan dengan Satu Bridge.



Gambar 6.8. Penggunaan Dua Bridge untuk Menangani Konversi di antara Kabel Jaringan dan Saluran Jarak Jauh.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

7.2 Prinsip Kerja Router

Router bekerja dengan cara yang mirip dengan switch dan bridge. Namun router lebih pintar, router menyaring (filter) lalu lintas data. Penyaringan dilakukan bukan dengan melihat alamat paket data, tetapi dengan menggunakan protokol tertentu.

Router bekerja pada layer 3 (*Network layer*) referensi OSI. Sebuah IP router bisa membagi jaringan menjadi beberapa subnet, sehingga hanya lalu-lintas yang ditujukan untuk IP address tertentu yang bisa mengalir dari satu segmen ke segmen lain.

Kemampuan router menghubungkan segmen dengan alamat network yang berbeda dimungkinkan karena router memiliki table routing yang berisi alamat tujuan. Jarak network tujuan diimplementasikan dengan istilah metric. Router akan memilih jalur berdasarkan informasi metric yang terdapat di table routing. Metric yang terkecil diasumsikan sebagai jarak terpendek. Jalur yang memiliki metric terkecil akan digunakan untuk melewatkkan data.

Pengelolaan table routing bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu:

1. **Static route:** berarti proses pengisian table routing dilakukan secara manual oleh administrator (orang yang mengelola sistem jaringan).
2. **Dynamic route:** berarti proses pengisian table routing dikelola oleh routing protocol. Beberapa jenis routing protocol untuk mengelola table routing di antaranya adalah RIP, IGRP, OSPF, dan BGP.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

Setelah yakin LAN card dikenali dengan baik oleh sistem operasi, selanjutnya kita konfigurasikan jaringan. Hal ini dilakukan melalui perintah **Start > Settings > Control Panel > Network Connection**.



Gambar 7.11. Window Network Connection.

Pada gambar di atas, tampak pada bagian **LAN or High-Speed Internet** ada dua buah koneksi yaitu: *Bluetooth LAN Access Server Driver* dan *Realtek RTL8139 Family PCI Fast Ethernet NIC*. Masing-masing dapat kita konfigurasikan melalui klik kanan > **Properties** pada ikon tersebut.

Pada contoh, *Bluetooth LAN Access Server Driver* tersambung ke jaringan 192.168.120.x dan *Realtek RTL8139 Family PCI Fast Ethernet NIC* tersambung ke jaringan 192.168.0.x. Lihat Gambar 7.12.

Untuk mengatur setting IP address dan netmask masing-masing LAN card, klik ganda pada item **Internet Protocol (TCP/IP)**. Lihat Gambar 7.13.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

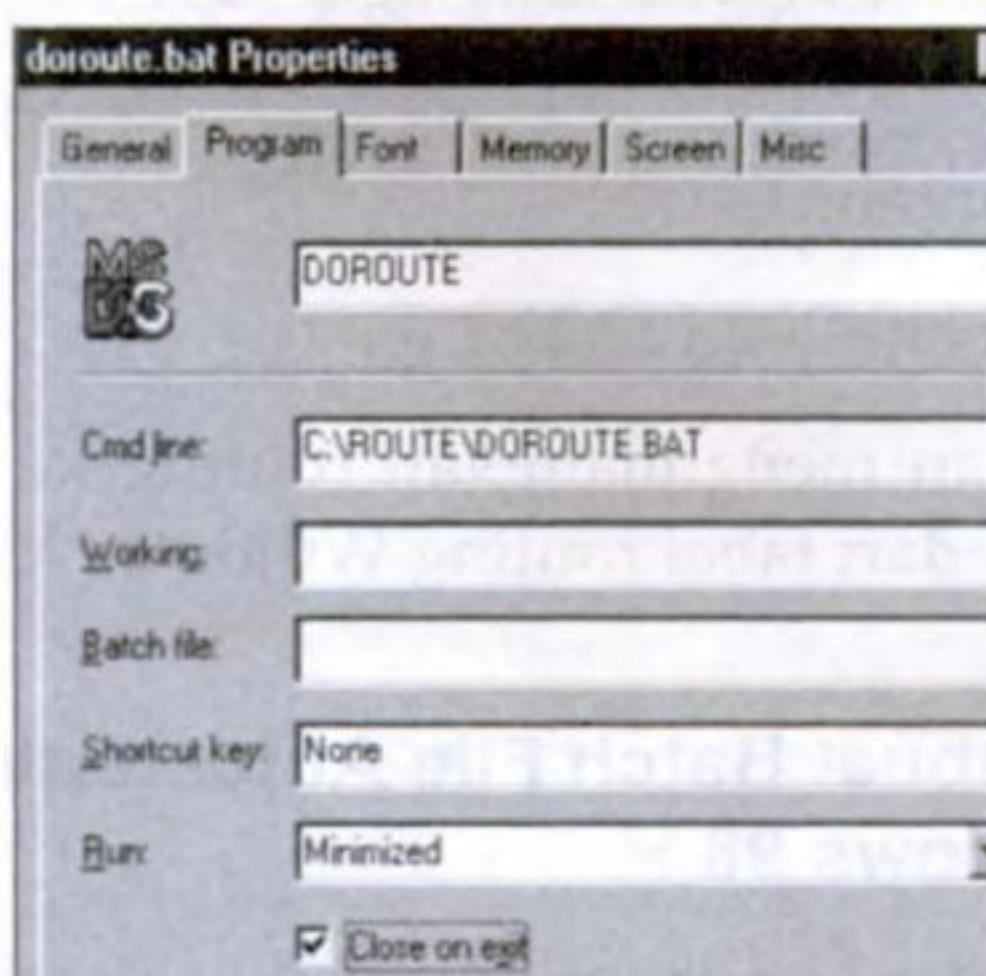


You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

4. Para parameter Run pilih **Minimized**, beri tanda check pada ‘**Close on exit.**’ Tekan tombol **OK**. Sebuah file dengan nama **doroute.bat.pif** akan dibuat.



Gambar 7.16. Bacth File Autostarting untuk Routing pada Windows 98.

5. Masukkan (lakukan move) **doroute.bat.pif** ke folder **Startup** agar setiap kali komputer di booting akan menjalankan **doroute.bat**.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

Fax Modem

Modem yang beredar saat ini sebagian besar memiliki kemampuan untuk mengirim faksimili dan biasanya dijual dengan bonus software yang dapat mengubah modem/fax modem menjadi sebuah mesin faksimili.

Sistem kerjanya adalah dengan mengubah dokumen digital menjadi sinyal analog dan dibangkitkan kembali menjadi file gambar (jika penerimanya berupa fax modem lain). Atau menjadi dokumen tercetak (jika penerimanya adalah mesin faksimili).



Gambar 8.4. Fax Modem.

Fax modem dapat memanfaatkan kemampuan berpikir sebuah PC untuk melaksanakan pekerjaan, yang bahkan mesin faksimili biasa pun tidak mampu melakukannya. Sebagai contoh, faksimili dapat dikirim saat biaya pulsa sedang turun. Selain itu karena data yang diterima berupa data digital, ia dapat memodifikasi terlebih dulu sebelum dicetak.

Salah satu masalah utama dalam pemakaian fax modem adalah besarnya data yang harus dikirim. Ini karena satu halaman faximil diubah menjadi sebuah file gambar (biasanya hitam/putih) yang memang menyita banyak tempat harddisk. Sebagai jalan ke-



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

Seri Penuntun Praktis Menginstalasi Perangkat Jaringan Komputer

Peranan computer networking atau jaringan komputer di sektor teknologi informasi dan komunikasi semakin meningkat dewasa ini. Jaringan komputer telah menjadi tulang punggung implementasi sistem informasi di segala sektor. Efisiensi dan fleksibilitas yang diperoleh dari pemanfaatan jaringan komputer menjadi pemicu meningkatnya kebutuhan akan teknologi tersebut.

Meskipun demikian, ketersediaan SDM yang memiliki kompetensi memadai di bidang jaringan komputer dirasakan masih sangat terbatas. Implementasi jaringan komputer, terutama untuk skala menengah besar memerlukan pemahaman dan penguasaan teknis yang matang. Jaringan komputer merupakan tumpuan berjalannya sebuah sistem sehingga perlu direncanakan dan diimplementasikan secara benar dan efektif.

Buku ini hadir untuk memberikan pedoman dan panduan praktis bagi pembaca yang ingin memahami dan melaksanakan tugas instalasi jaringan komputer. Melalui pemaparan konsep, tinjauan manfaat, dan teknik instalasi perangkat jaringan komputer yang diulas, diharapkan pembaca menguasai dan mampu melakukan instalasi jaringan komputer sendiri sesuai kebutuhannya.

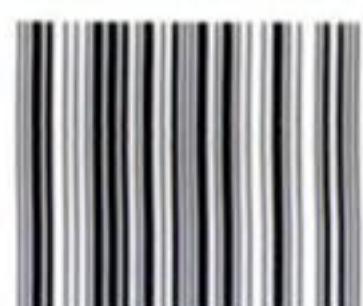
Pembahasan mencakup:

- ▶ Mengenal Konsep Jaringan Komputer
- ▶ Perangkat Media Transmisi LAN
- ▶ Perangkat Instalasi Jaringan
- ▶ Network Interface Card (NIC)
- ▶ Repeater dan Hub
- ▶ Bridge dan Switch
- ▶ Router
- ▶ Modem
- ▶ Firewall
- ▶ Perangkat Wide Area Network
- ▶ Perangkat Jaringan Nirkabel

Penerbit PT Elex Media Komputindo
Jl. Palmerah Selatan 22, Jakarta 10270
Telp. (021) 5483008, 5490666, 5480888
Ext. 3323
Web page: <http://www.elexmedia.co.id>

Kelompok
Hardware
Ketrampilan
<input checked="" type="checkbox"/> Tingkat Pemula
<input type="checkbox"/> Tingkat Menengah
<input type="checkbox"/> Tingkat Mahir
Jenis Buku
<input checked="" type="checkbox"/> Referensi
<input checked="" type="checkbox"/> Tutorial
<input type="checkbox"/> Latihan

ISBN 979-20-9793-7



9 789792 097931

EMK 121061664