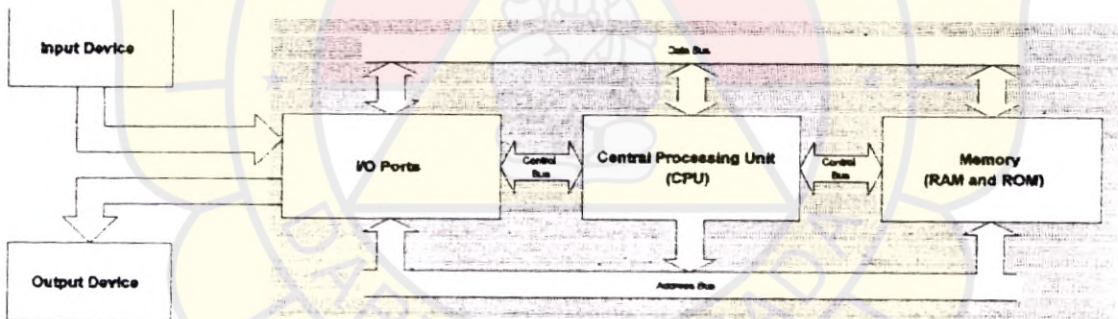


BAB 2

DASAR KOMUNIKASI DATA DAN JARINGAN

2.1 STRUKTUR DAN OPERASI MIKROKOMPUTER

Semua sistem komputer, dari mikro sampai *mainframe*, terdiri dari 3 bagian utama seperti ditunjukkan Gambar 2.1, yaitu:



Gambar 2.1 Blok diagram mikrokomputer sederhana.

1. *Central Processing Unit (CPU)*, yaitu pusat komputer berupa mikroprosesor yang mengeksekusi berbagai instruksi dalam suatu program dan menjalankan operasi logika dan aritmetik yang ada di dalamnya. Langkah-langkah operasi CPU:
 - a. Menjemput instruksi-instruksi kode biner dari memori.
 - b. Menerjemahkan instruksi-instruksi itu ke dalam serangkaian perintah sederhana.
 - c. Menjalankan perintah itu dalam urutan langkah demi langkah.

Untuk menghubungkan bagian-bagian tersebut digunakan tiga set bus, yang terdiri dari:

1. Bus alamat (*address bus*) yang terdiri dari 16, 20, 24 atau 32 jalur sinyal parallel. Pada jalur-jalur ini CPU mengirim alamat lokasi memori yang ditulis / dibaca. Jumlah lokasi memori yang dapat dialamatkan CPU tergantung dari jumlah jalur alamat. Bila CPU memiliki N jalur alamat, maka dapat mengalamatkan lokasi memori sebanyak 2^N . Ketika CPU membaca / menulis data dari / ke *port*, ia mengirim alamat *port* keluar pada bus alamat.
2. Bus data (*data bus*) yang terdiri dari 8, 16, atau 32 jalur parallel. Bus data bersifat dua arah (*bidirectional*), artinya CPU dapat membaca / menulis data dari / ke memori atau *port* melalui jalur-jalur ini. Banyak perangkat dalam suatu sistem mempunyai output-output yang dihubungkan ke bus data, namun hanya satu perangkat pada suatu waktu bisa mengaktifkan outputnya.
3. Bus kontrol (*control bus*) yang terdiri dari 4 sampai 10 jalur parallel. CPU mengirim sinyal-sinyal pada bus kontrol untuk mengaktifkan output-output dari perangkat-perangkat yang memorinya dialamatkan atau *port*. Sinyal bus kontrol khusus adalah Baca Memori (*Memori Read*), Tulis Memori (*Memori Write*), Baca I/O (*I/O Read*), dan Tulis I/O (*I/O Write*). Untuk membaca byte data dari memori, misalnya, CPU mengirim alamat memori dari byte yang diinginkan melalui bus alamat dan kemudian mengirim sinyal Baca Memori pada bus kontrol. Sinyal Baca Memori mengaktifkan perangkat yang memorinya dialamatkan untuk mengeluarkan data pada bus data. Data dari memori berjalan melintasi bus data ke CPU.

Ketika bekerja di sekitar komputer, terdapat istilah:

- a. Perangkat keras (*hardware*), yaitu perangkat atau rangkaian fisik komputer.

- b. Perangkat lunak (*software*), yaitu program yang ditulis untuk komputer.
- c. *Firmware*, yaitu program yang ditempatkan dalam ROM atau perangkat lain secara permanen.

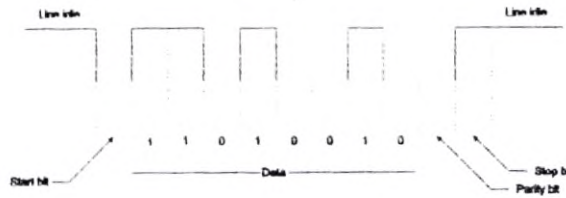
2.2 KOMUNIKASI DATA

Komunikasi data adalah transfer data di antara unit fungsional dalam arti transmisi menurut suatu protokol. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam transmisi data adalah metode transmisi, arah transmisi, dan kecepatan transmisi.

2.2.1 METODE TRANSMISI

Metode transmisi dapat dibagi menjadi dua, yaitu serial dan paralel. Dalam mikrokomputer data ditransfer secara paralel, karena inilah cara tercepat, namun untuk transfer data jarak jauh, diperlukan terlalu banyak kabel. Karena itu, data transmisi jarak jauh dikonversi dari bentuk paralel ke serial agar dapat dikirim melalui kabel tunggal atau sepasang kabel. Data serial yang diterima dikonversi kembali ke bentuk paralel untuk ditransfer pada bus-bus mikrokomputer. Mode transmisi serial dapat dibagi menjadi dua:

1. Sinkron, yaitu metode transmisi di mana pengiriman dan penerimaan karakter diatur oleh sinyal-sinyal pewaktuan.
2. Asinkron, yaitu transmisi data di mana transmisi karakter atau kelompok karakter dapat dimulai kapan pun namun di dalamnya bit-bit yang mewakili karakter atau blok memiliki tenggang waktu yang sama. Tiap byte ditambah bit awal (*start bit*) yang selalu 0 dan satu atau lebih bit akhir (*stop bit*) yang selalu 1. Bit paritas juga bisa disertakan. Susunannya ditunjukkan pada Gambar 2.2.

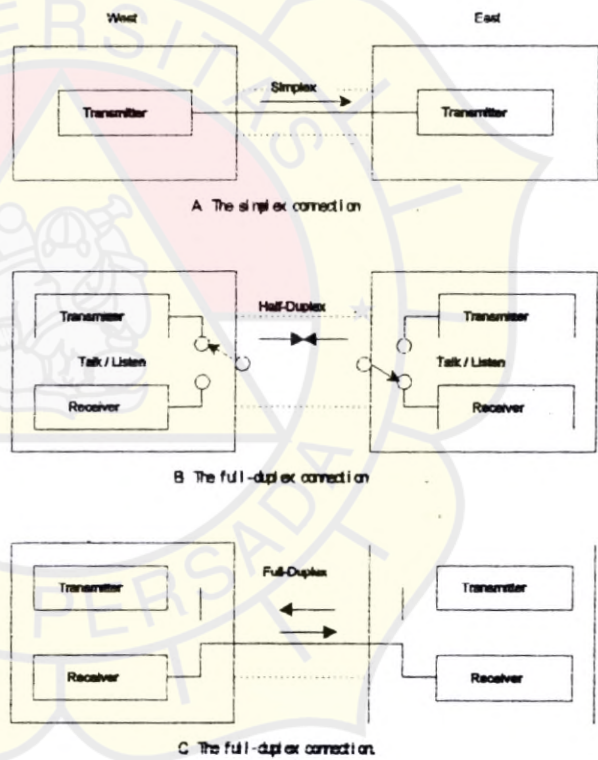


Gambar 2.2 Susunan kata asinkron.

2.2.2 ARAH HUBUNGAN TRANSMISI

Saluran komunikasi dapat beroperasi pada satu atau dua arah. Bentuk sambungan paling sederhana mengirimkan informasi dalam satu arah, yang disebut saluran *simplex*. Sistem yang dapat berkomunikasi dalam dua arah disebut *duplex*, yang dibagi menjadi:

1. *Half-duplex*, yang dapat berkomunikasi dalam dua arah, namun hanya dapat berlangsung satu arah pada waktu bersamaan.
2. *Full-duplex*, yang dapat berkomunikasi dalam dua arah secara simultan. Lihat Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Komunikasi simplex dan duplex.

2.2.3 KECEPATAN TRANSMISI

Dalam sistem komunikasi serial, pengirim dan penerima haruslah berkecepatan sama. Angka pengiriman bit-bit dihitung dalam *baud rate* (berasal dari Baudot) yang berarti jumlah perpindahan per detik pada saluran. *Baud rate* umum adalah kelipatan 75 bit per detik, yaitu 75, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 dan 38400 bit per detik.

2.3 LOCAL AREA NETWORK (LAN)

Local Area Network (LAN) adalah jaringan komputer yang berlokasi pada kelompok pemakai (*user's convention*) dalam daerah geografis yang terbatas. Komunikasi dalam LAN tidak terikat peraturan-peraturan eksternal; namun komunikasi melewati batas LAN biasanya terikat beberapa bentuk aturan.

2.3.1 KOMPONEN-KOMPONEN LAN

Untuk membentuk LAN, diperlukan komponen-komponen dasar pembentuknya, yaitu berupa:

1. Stasiun kerja (*workstation*), yaitu unit fungsional di mana pemakai bekerja. Suatu stasiun kerja biasanya memiliki beberapa kemampuan proses. Pemakai berhubungan dengan jaringan melalui stasiun kerja, yang dapat menjalankan program aplikasi.
2. *Server*, yaitu perangkat keras untuk melayani jaringan dan stasiun kerja yang terhubung pada jaringan. Perangkat lunak pengelola jaringan dijalankan olehnya. Berdasarkan jenis pelayanannya, *server* dibagi menjadi *disk server*, *file server*, *print server*.
3. *Network Interface Card* (NIC), yaitu rangkaian elektronika yang dirancang khusus untuk menangani protokol jaringan yang berhubungan dengan perangkat keras. NIC

berbeda-beda untuk setiap jenis LAN, namun ada NIC yang rangkaiannya dirancang sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk lebih dari satu jenis LAN, salah satunya adalah EN2000.

4. Media transmisi, yang menghubungkan secara fisik stasiun kerja dan *server*. Di samping itu terdapat juga peralatan pelengkap yang pada dasarnya berguna untuk memperpanjang jarak capai hubungan jaringan yang akan dibahas pada bab 2.4.3 nanti.
5. Perangkat lunak, yang memungkinkan sistem komputer lain untuk berhubungan. Baik tidaknya LAN ditentukan oleh kualitas perangkat lunak yang digunakan jaringan. Karena LAN sangat populer untuk PC sehingga simpul (*node*), *host* atau *server* LAN adalah stasiun kerja atau PC.

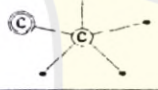



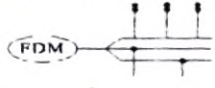
2.3.2 TOPOLOGI LAN

Topologi merupakan pola hubungan antara terminal dalam jaringan komputer. Pola ini berhubungan erat dengan metode akses dan media pengirim yang digunakan. Ada beberapa topologi yang dapat dipilih, antara lain:

1. Bintang (*star*), yaitu konfigurasi simpul-simpul berbentuk radial atau menyerupai bintang yang dihubungkan ke pusat kontrol atau komputer di mana tiap simpul mempertukarkan data secara langsung dengan simpul pusat.
2. Lup (*loop*), yaitu konfigurasi jaringan di mana terdapat jalur tunggal di antara semua simpul dan di mana jalur tersebut merupakan rangkaian tertutup.
3. Bus, yaitu topologi LAN di mana hanya ada satu jalur di antara dua stasiun data dan di mana data yang dikirim suatu stasiun langsung terdapat pada semua stasiun lain pada medium transmisi yang sama.

4. Cincin (*ring*), yaitu jaringan di mana tiap simpul hanya memiliki dua cabang yang dihubungkan padanya dan di mana hanya ada dua jalur di antara kedua simpul.
5. Pohon (*tree*), yaitu jaringan di mana hanya ada satu jalur di antara dua simpul. Sistem ini terdiri dari tingkat-tingkat simpul.

Tiap topologi mempunyai kelebihan dan kekurangan tersendiri, sehingga dalam menghasilkan topologi yang baik, perlu digabungkan beberapa topologi untuk menghasilkan sistem jaringan yang handal. Gambar 2.4 menunjukkan 5 topologi yang paling umum dan beberapa data yang berhubungan dengannya, disertai contoh sistem komersial yang dipakai tiap tipe.

Topology	Typical protocols	Typical No. of nodes	Typical system
	RS-232C or computer	TENS	PABX computer- μ C clusters STARLAN
	SDLC	TENS	CPiB IBM 3800/3700 μ C clusters
	CSMA/CD or CSMA with acknowledgment	TENS to hundreds per segment	ETHERNET, 3COM OMNINET, Z-NET μ C clusters
	SDLC HDLC (token passing)	TENS to hundreds per channel	PROMINET, DOMAIN, OMNINET μ C clusters
	CSMA/CD RS-232C & others per channel	two to hundreds per channel	WANGNET, LOCALNET MIA-COM

• terminal
 ■ distributed control
 (C) local controller
 (C) multinetwork controller
 (FDM) frequency division multiplex

Gambar 2.4 Topologi jaringan komputer yang umum.

2.3.3 TEKNIK PENYALURAN SINYAL

Dewasa ini dikenal dua teknik penyaluran sinyal elektrik melalui media pengirimnya, yaitu:

1. *Baseband*, yaitu transmisi sinyal digital atau analog dalam bentuk asalnya, tidak diubah oleh modulasi. Pada tulisan ini digunakan transmisi *baseband* digital. Untuk transmisi jarak jauh atau berkecepatan tinggi, sinyal biasanya terganggu oleh derau atau interferensi, sehingga diperlukan *repeater* untuk memperkuat sinyal agar sampai ke tempat tujuan dengan benar.

Pada transmisi *baseband*, saluran komunikasi hanya dapat dilewati satu data. Jika ada beberapa terminal akan mengirimkan datanya, maka diperlukan suatu metode yang mengatur waktu pengiriman data. Oleh sebab itu pada teknik komunikasi *baseband* dikenal metode pembagian waktu yang disebut TDM (*Time Division Multiplexing*).

2. *Broadband*, yang menggunakan data berbentuk sinyal analog kontinyu. Data dikirim melalui media pengirim dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Berbeda dengan *Baseband*, *Broadband* membagi media pengirim menjadi beberapa saluran yang dibedakan menurut besarnya frekuensi.

Ada saluran dengan frekuensi tertentu yang dipakai untuk mengirim dan ada pula saluran dengan frekuensi lain yang dipakai untuk menerima. Dengan adanya beberapa saluran, *Broadband* dapat mengirim data digital, video, suara secara bersamaan. Sehingga sejumlah data dapat dikirim secara bersamaan pada jalur-jalur yang berbeda tanpa mengganggu jalur lainnya. Teknik pembagian saluran berdasarkan besar frekuensi ini disebut FDM (*Frequency Division Multiplexing*).

2.3.4 MEDIA TRANSMISI

Media transmisi adalah media yang dapat menyalurkan informasi dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam LAN, semua media yang dapat menyalurkan gelombang listrik atau elektromagnetik atau cahaya dapat dipakai sebagai media pengirim, baik untuk

pengiriman maupun penerimaan data. Pada saat ini yang umum dipakai adalah kabel koaksial, *twisted pair* dan serat optik. Pemilihan atas media ini tentu saja melalui pertimbangan jarak antar terminal, jenis topologi dan biaya. Jenis media pengirim meliputi:

1. *Twisted pair cable*, yang sering digunakan sebagai kabel telepon, paling mudah digunakan dan harganya relatif murah, namun kualitas dan kecepatan pengiriman data tidak selalu baik. Kabel ini dapat dihubungkan dengan jaringan telepon atau PABX (*private automatic branch exchange*). Kecepatan pengiriman data yang dapat dicapai 10 Mbps. Interferensi elektrik pada kabel jenis ini memungkinkan adanya kesalahan pada pengiriman data kecepatan tinggi tetapi hal itu dapat diatasi dengan kabel *shielded-twisted-wire-pair* (STP) yang memiliki pelindung khusus. Kabel tanpa pelindung interferensi disebut kabel *unshielded-twisted-wire-pair* (UTP).
2. Kabel koaksial (*coaxial cable*), yang terbuat dari tembaga dengan dikelilingi anyaman tembaga halus dan di antaranya terdapat isolasi. Media ini paling banyak digunakan saat ini, namun harganya relatif lebih mahal dan penggunaannya lebih sulit dibanding *twisted pair*. Keuntungannya adalah kualitasnya sangat baik, kecepatan pengiriman dapat mencapai 100 Mbps, sehingga lebih sedikit terjadi kesalahan untuk pemakaian jarak jauh, juga dapat digunakan sebagai pengirim suara, teks dan gambar video, atau sebagai tulang punggung (*back-bone*) jaringan.
3. Serat optik (*fiber-optic*), yang merupakan media terbaik untuk LAN. Keuntungannya adalah jangkauan kerja lebih luas, jangkauan frekuensi lebih tinggi, lebih ringan, berukuran kecil, tak ada radiasi elektrik, kebal derau, dan isolasi *ground* lebih baik. Kerugiannya adalah harga relatif mahal dan penggunaan lebih sulit. Kecepatan pengiriman mencapai 565 Mbps. Karena keandalan yang tinggi, kesalahan kecil sekali.

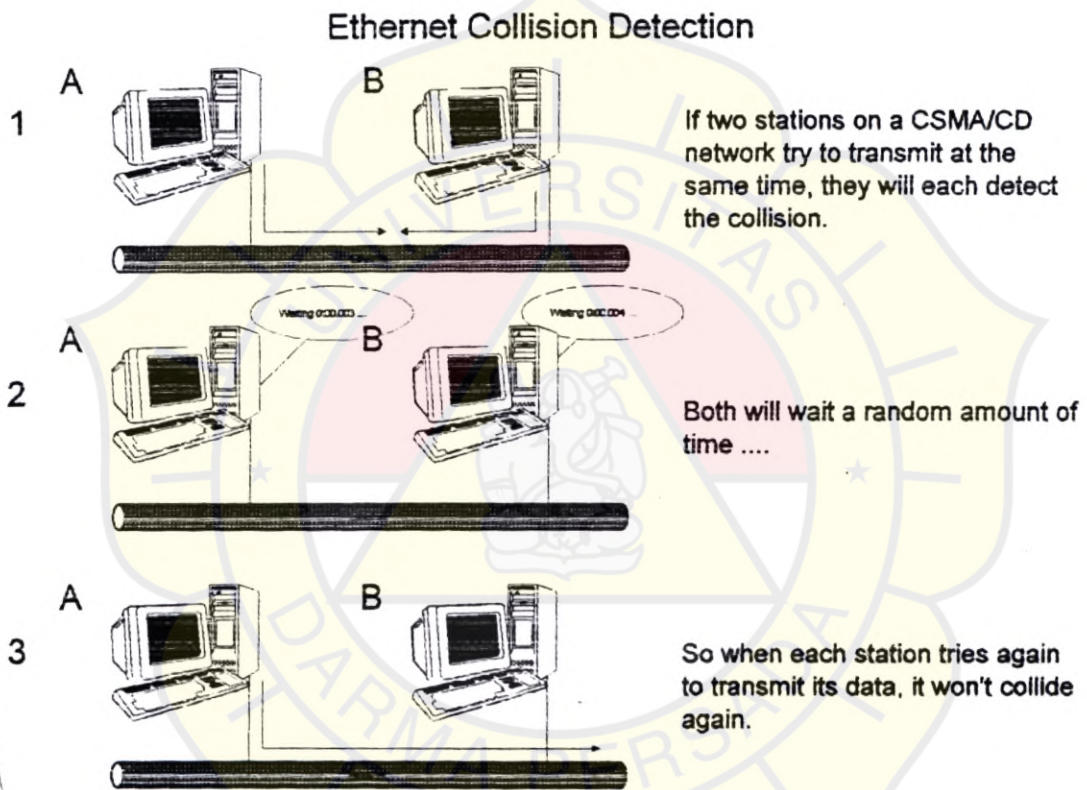
4. Gelombang mikro (*microwave*), yang digunakan untuk mengirim data jarak jauh, misalnya antara dua kota. Pemakai media ini harus mematuhi penggunaan frekuensi radio yang telah ada, sehingga media ini jarang digunakan.
5. Sinar infra merah (*infra red light*), yang mirip gelombang mikro namun kecepatan pengiriman data tidak begitu tinggi dan mudah terpengaruh derau dari keadaan sekeliling. Harganya lebih murah dibanding gelombang mikro tetapi kualitasnya lebih rendah.

2.3.5 METODE AKSES

Metode akses adalah suatu cara yang dipakai jaringan untuk mengakses data yang diperolehnya. Pada hakekatnya hanya satu terminal yang memakai jalur jaringan atau jika beberapa terminal memakai jalur jaringan yang sama, perlu ada pengaturan giliran pemakaian sehingga data dapat dikirimkan dengan benar. Ada beberapa metode akses yang digunakan dalam LAN, yaitu:

1. CSMA/CD (*carrier sense multiple access with collision detection*), yaitu protokol jaringan di mana stasiun kerja mengirimkan mengirim kembali data bila stasiun kerja penerima tidak menegaskan penerimaan data pada jangka waktu tertentu. CSMA/CD menggunakan sistem penyiaran (*broadcast*), artinya bila satu komputer ingin mengirimkan data, maka komputer itu memancarkan data kepada semua pemakai komputer yang terpasang pada media / jaringan. Semua komputer harus mendengar dan hanya alamat yang dituju saja yang boleh menerima data. Bila komputer lain ingin mengirimkan data, maka komputer lain itu harus menunggu sampai medianya selesai dipakai.

Bila ada dua komputer mengirim data secara bersamaan, maka terjadilah tabrakan (*collision*). Saat terjadi tabrakan, peralatan mendeteksinya dan masing-masing menunda pengiriman secara random. Siapa yang masuk ke media lebih dulu akan memakainya lebih dahulu. Cara inilah yang disebut sebagai deteksi tabrakan (*collision detection*). Untuk lebih jelasnya lihat Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Tabrakan pada metode akses CSMA/CD.

Kelemahan metode akses CSMA/CD adalah terbatasnya jumlah terminal dan laju data tinggi hanya pada saat lalu lintas data tidak padat. Namun efisiensi pada kondisi normal (tidak ada tumbukan) tinggi.

2. Token, yang digunakan standar IEEE 802.5. Token dapat dianalogikan seperti tongkat estafet dalam lomba lari beregu, yang beredar terus menerus dalam lingkaran. Token berupa suatu paket terdiri dari 3 *field* yang beredar dalam jaringan sampai pada

terminal menangkapnya untuk mengirim informasi dan saat itu satu bit token diubah agar membuatnya tidak bebas lagi. Sebuah token terdiri atas satu byte *End Delimiter*. Saat token ditangkap terminal untuk pengiriman informasinya, maka terminal mengubah satu bit dari *Access Control*. Selanjutnya data dan kode-kode kontrol ditambahkan pada *Access Control* ini untuk dikirim ke terminal yang dituju. Ada dua macam metode yang memakai token, yaitu:

- a. Token bus, di mana token beredar pada jaringan sampai sebuah terminal yang hendak mengirim data menangkapnya dan memintanya untuk mengirimkan data tersebut ke alamat yang dituju. Jika data telah sampai ke alamat penerima, pengirim melepas kembali token tadi dan token kembali bebas dalam jaringan untuk selanjutnya menunggu pengirim data berikutnya. Dalam metode token bus, pergerakan token pembawa informasi membentuk suatu topologi logika cincin di antara terminal-terminal yang dilewati dalam topologi bus. Artinya, terminal-terminal dalam topologi bus memiliki alamat masing-masing dan token bergerak dari alamat terendah ke alamat tertinggi.

Kelemahannya terletak pada pemakaian waktu pemantauan jaringan terhadap gerak token, hilangnya data, monopoli pemakaian jaringan oleh satu terminal.

- b. token ring, di mana token beredar ke semua terminal dalam jaringan. Terminal yang akan mengirim informasi menangkapnya dan mengubah Token menjadi tidak bebas, menggabungkan informasi tersebut ke token dan token kembali beredar di sepanjang lingkaran menunggu terminal lain yang akan mengirim informasi berikutnya. Metode token ring menghindari tabrakan antar dua terminal saat keduanya mencoba mengirim data pada saat yang sama.

Suatu terminal dapat memperoleh prioritas lebih tinggi dibanding yang lain untuk dapat memakai token lebih lama. Namun kelemahan metode ini adalah adanya waktu yang terpakai untuk memantau token dalam jaringan.

3. TDMA (*Time Division Multiple Access*), yang pada umumnya digunakan pada topologi bus. Pada metode ini setiap terminal memiliki giliran waktu yang diberikan terminal pusat secara berurutan. Terminal melakukan sinkronisasi terhadap terminal pusat dan jika waktu giliran tiba, terminal yang akan mengirimkan data dapat meminta akses pada terminal pusat dan menggunakan saluran. Jika tidak ada data yang hendak dikirim, waktu yang disediakan itu tidak terpakai. Waktu tunggu sebuah terminal tergantung dari banyaknya terminal dan lamanya waktu giliran. Untuk mempercepat giliran ini, suatu informasi khusus dapat dikirimkan untuk memperoleh prioritas. Setelah semua terminal mengirimkan datanya, data ini di-multipleks dan kemudian di-demultipleks sesuai urutannya ke tempat tujuan masing-masing. TDMA sangat tergantung terhadap simpul pusat.
4. *Polling*, yang mencakup pengulangan pembacaan alat eksternal untuk menentukan statusnya. Gambar 2.6(a) menunjukkan program '*straight through*' yang memulai perjalanan melewati sederetan instruksi lalu berhenti. Program demikian sering ditemukan pada PC, tapi jarang ditemukan dalam *embedded system* yang umumnya berkaitan dengan pengontrolan dan instrumentasi. *Embedded system* biasanya memiliki tipe susunan program seperti pada Gambar 2.6(b).

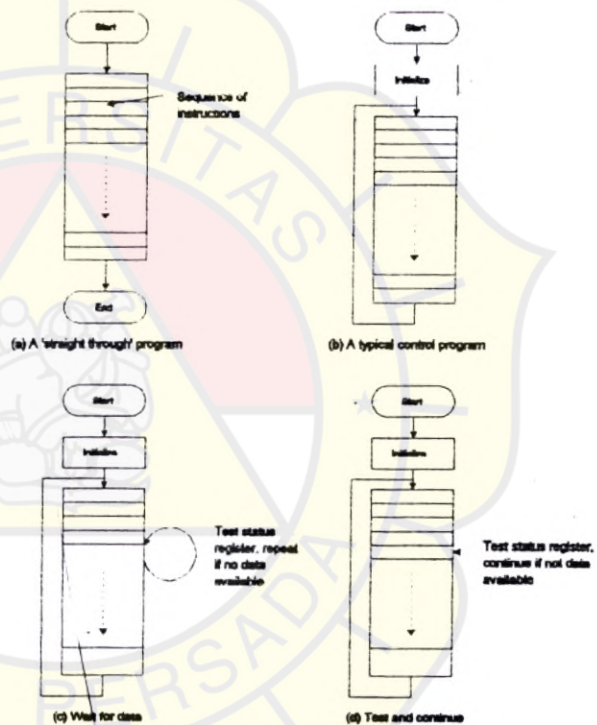
Bila data harus dibaca dari alat eksternal pada suatu titik dalam lup utama program, eksekusi program tak dapat diteruskan sampai informasi ada, sistem harus diam dan menunggunya, seperti ditunjukkan Gambar 2.6(c). Program membaca register status

alat dan melihat apakah bit data siap diset. Bila ya, ia membaca register data, membersihkan *flag* data siap dan melanjutkan program.

Susunan selanjutnya ditunjukkan pada Gambar 2.6(d). Di sini register status dites pada titik akhir dalam *loop*. Bila bit data telah diset, prosesor membaca register data dan melanjutkan proses.

2.4 ETHERNET

Ethernet adalah LAN *base-band* 10-megabit yang memungkinkan berbagai stasiun mengakses medium transmisi semesta tanpa koordinasi prioritas. Ethernet menghindari tabrakan memakai *carrier sense* dan deferensi, dan menyelesaikan tabrakan memakai deteksi dan transmisi tumbukan. Ethernet memakai metode akses CSMA/CD.



Gambar 2.6 Polling peralatan I/O.

2.4.1 JENIS ETHERNET

Berbagai jenis Ethernet ditinjau dari teknik penyaluran sinyal dan medium transmisinya dapat dibedakan antara lain:

1. *Standard Baseband Ethernet*, yang media transmisinya menggunakan kabel koaksial dengan ukuran diameter standar. Panjang kabel maksimum 500 meter. Ethernet ini



hanya memuat ketentuan untuk lapisan fisik dan sambungan data saja. Standar ini ada beberapa macam, tetapi yang paling banyak dipergunakan yaitu:

1. IEEE 802.3, yang memuat ketentuan untuk LAN yang menggunakan teknik *CSMA/CD baseband*.
2. IEEE 802.4, yang memuat ketentuan untuk LAN yang menggunakan teknik *token-passing bus*.
3. IEEE 802.5, yang memuat ketentuan untuk LAN yang menggunakan teknik *token-passing ring*.

Yang paling banyak dipergunakan dewasa ini adalah IEEE 802.3, atau dikenal sebagai Ethernet 802.3. Standar inilah yang digunakan pada tulisan ini.

2.4.4 PERANGKAT KERJA JARINGAN

Sesuai dengan tingkat hubungan antar jaringan, maka perangkat antar jaringan dapat berupa:

1. *Repeater*, yaitu suatu simpul LAN berupa alat penyalin sinyal untuk memperbesar jangkauan transmisi antara dua stasiun atau untuk menghubungkan dua cabang.
2. *Bridge*, yaitu unit fungsional yang menghubungkan dua LAN yang memakai protokol logika pengontrol sambungan yang sama tetapi bisa menggunakan protokol-protokol pengontrol medium akses yang berbeda. *Bridge* menghubungkan jaringan-jaringan atau sistem-sistem yang arsitekturnya sama atau sejenis.
3. *Router*, yaitu alat penghubung dua segment LAN, di mana memakai arsitektur yang sama ataupun berbeda, pada model lapisan jaringan referensi.

4. *Gateway*, yaitu unit fungsional yang menghubungkan dua jaringan komputer dengan arsitektur jaringan lainnya. *Gateway* menghubungkan jaringan-jaringan atau sistem-sistem yang arsitekturnya berbeda.

2.5 PERANGKAT PENGEMBANGAN PROGRAM

Pada prinsipnya komputer terdiri dari rangkaian digital yang hanya mengenal logika 0 (lambang arus / tegangan rendah, *off*) dan 1 (lambang arus / tegangan tinggi, *on*). Suatu program merupakan kumpulan logika 0 dan 1 yang memerintah komputer untuk melaksanakan sesuatu. Penggabungan logika 0 dan 1 itu berdasarkan kompleksitasnya membentuk tingkat-tingkat dalam bahasa komputer, yaitu:

1. Bahasa tingkat rendah, yang terdiri dari kumpulan logika 0 dan 1, membentuk suatu instruksi yang akan dijalankan komputer dengan efek-efek tertentu. Keunggulannya adalah kecepatan proses tinggi karena kecilnya ukuran program, contohnya bahasa assembler.

Untuk program assembler diperlukan sistem pengembangan mikrokomputer dan perangkat pengembangan program untuk memudahkan pekerjaan. Gambar 2.7 menunjukkan langkah-langkah mengembangkan program kerjanya:

- a. *Editor*, yaitu suatu program pembuat file berisi kalimat bahasa assembler untuk suatu program. Contoh editor seperti PC Write, WordStar, dan editor yang muncul dengan beberapa assembler.
- b. Assembler, yang dipakai menerjemahkan mnemonik bahasa assembler untuk instruksi-instruksi ke kode biner. Saat menjalankan assembler, ia membaca file sumber program dari simpanan editor. Assembler memproses dua file dari floppy atau hard disk: (1) file obyek, berekstensi .OBJ, yang berisi kode biner alamat instruksi

debug program. *Debugger* adalah program yang mampu memuat program kode objek ke dalam memori sistem, mengeksekusi program itu, dan mencari kesalahannya. *Debugger* memperlihatkan isi register dan lokasi memori setelah program dijalankan. Ia dapat mengubah isi register dan lokasi memori dan mengulangi program.

- e. emulator, berupa perpaduan perangkat keras dan lunak untuk mengetes dan mencari kesalahan perangkat keras dan perangkat lunak dari sistem eksternal, seperti prototipe instrumen berbasis mikroprosesor.
2. Bahasa tingkat menengah, yaitu bahasa berkecepatan proses cukup baik dan mempunyai teknik pemrograman yang dilambangkan beberapa perintah dalam bahasa mesin dengan satu kata saja. Contohnya bahasa C, yang sangat luas dipakai. Dalam perkembangan selanjutnya proses dan kecepatannya diperbaiki dan memiliki nilai tambah sehingga dinamai C++ yang digunakan penulis.
3. Bahasa tingkat tinggi, yang menggunakan kata-kata dalam bahasa manusia, khususnya bahasa Inggris, yang merupakan lambang beberapa instruksi mesin. Kekurangannya adalah kecepatan proses kurang baik, contohnya BASIC, COBOL, Fortran, Pascal.

2.6 BAHASA PEMROGRAMAN C++

Bahasa pemrograman C++ didesain supaya menjadi C yang lebih baik, mendukung abstraksi data dan pemrograman berorientasi objek. Langkah pembuatan program pada dasarnya adalah:

1. Pemrograman prosedural: Tentukan prosedur-prosedur mana yang diinginkan; pakailah algoritma-algoritma terbaik yang dapat ditemukan.

2. Pemrograman modular: Tentukan modul-modul mana yang diinginkan; bagi program sehingga data tersembunyi dalam modul-modul.
3. Abstraksi data: Tentukan tipe-tipe mana yang diinginkan, sediakan rangkaian operasi-operasi sepenuhnya untuk tiap tipe.
4. Pemrograman berorientasi objek: Tentukan klas-klas mana yang diinginkan; sediakan rangkaian operasi-operasi sepenuhnya untuk tiap klas; buat eksplisit umum memakai turunan (*inheritance*).

Pemrograman berorientasi objek adalah pemrograman yang mengirim pesan-pesan ke objek-objek yang tak diketahui tipenya. Semua objek dalam kelompok mempunyai karakteristik tertentu (seperti pengetahuan lokasi tampilan dan kemampuan untuk ditempatkan kembali, diaktifkan, atau dinonaktifkan). Dari sudut pandang pemrogram, pemilihan suatu objek dalam kelompok tidak menyediakan informasi tentang tipe objek yang pasti.

2.7 UNSUR BAHASA C++

Dalam membuat sebuah program bahasa C++ yang baik, maka pengetahuan mengenai unsur-unsur yang terdapat di dalamnya sangat penting, yaitu berupa:

1. Deklarasi. Sebelum nama (pengidentifikasi) dapat dipakai dalam program C++, deklarasi harus dituliskan; pastinya, tipenya harus dispesifikasi untuk memberitahu *compiler* apa jenis entiti yang dimaksudkan nama itu.
2. Tipe. Tiap nama (pengidentifikasi) dalam program C++ memiliki tipe yang menghubungkannya. Tipe ini menentukan operasi-operasi apa yang dapat diterapkan pada nama itu (yaitu, ke entiti yang ditunjukkan nama itu) dan bagaimana operasi-operasi demikian diterjemahkan.

3. Literal. C++ menyediakan catatan untuk nilai-nilai tipe-tipe dasar: konstanta karakter, konstanta *integer*, dan konstanta *floating-point*. Sebagai tambahan, nol (0) dapat dipakai sebagai konstanta tiap tipe *pointer*, dan string karakter adalah konstanta tipe `char []`. Adalah juga mungkin menspesifikasi konstanta simbolis. Konstanta simbolis adalah nama yang nilainya tidak dapat diubah dalam cakupannya. Dalam C++, ada tiga jenis konstanta simbolis:
 - a. Nilai tipe, dapat diberikan nama dan dipakai sebagai konstanta dengan menambahkan kata kunci `const` pada definisinya.
 - b. Kelompok konstanta *integer*, yang dapat didefinisi sebagai enumerasi (*enumeration*).
 - c. *Array*, yaitu fungsi atau nama fungsi yang adalah konstanta.
4. Konstanta bernama. Kata kunci `const` dapat ditambahkan pada deklarasi objek untuk membuat objek itu konstan di samping variabel.
5. Ruang simpan. Ketika memrogram aplikasi-aplikasi nontrivial, sudah pasti muncul saat ketika memerlukan ruang memori lebih daripada yang ada atau yang dapat diusahakan. Ada dua cara menghasilkan ruang lebih dari yang ada:
 - a. Meletakkan lebih dari satu objek kecil ke dalam byte.
 - b. Memakai ruang yang sama untuk memegang objek-objek berbeda pada waktu berlainan.

Yang pertama dapat dicapai dengan memakai *fields*, yang kedua dengan *unions*. Karena pemakaian khususnya hanya untuk mengoptimalkan program, dan lebih sering tidak pertabel, pemrogram harus berpikir dua kali sebelum memakainya. Unsur-unsur dalam C++ untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Lampiran F** Daftar Operator dan Sintaks C++.