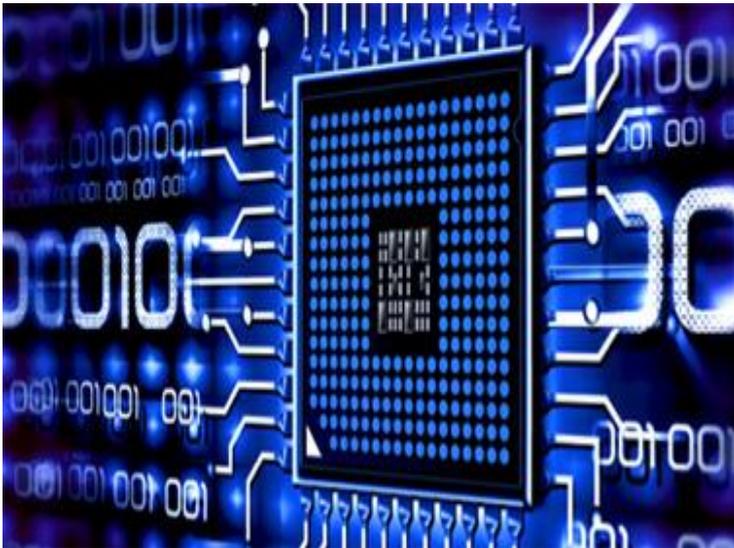


BUKU BAHAN AJAR
ORGANISASI DAN ARSITEKTUR KOMPUTER



2023

**BUKU BAHAN AJAR
ORGANISASI DAN ARSITEKTUR KOMPUTER**

Penulis :
Cut Lika Mestika Sandy, S.T., M.Kom

Editor:
Bebby Astri Tarigan, S.Pd., S.Psi., M.Psi.

Desain Isi :
Cut Lika Mestika Sandy, S.T., M.Kom

Desain Cover :
Cut Lika Mestika Sandy, S.T., M.Kom

ISBN:

Penerbit
UNPRI PRESS

Jl. Sampul, Medan

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam
bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin dari penerbit

SINOPSIS

Buku ini adalah panduan komprehensif yang membahas berbagai aspek penting dalam dunia komputer dan arsitektur komputer. Dengan delapan bab yang menyelidiki topik-topik kunci dalam domain ini yaitu memperkenalkan konsep-konsep dasar yang mendasari dunia komputer, termasuk bagaimana komputer diorganisasi dan bagaimana mereka berinteraksi dengan pengguna, mengeksplorasi sejarah perkembangan komputer dari masa lalu hingga saat ini. Pembaca akan memahami bagaimana teknologi komputer telah berkembang seiring waktu dan bagaimana kinerjanya terus meningkat serta membahas peran penting sistem operasi dalam mengelola sumber daya komputer dan menyediakan lingkungan untuk menjalankan program. Selanjutnya mengenalkan pembaca pada konsep dasar gerbang logika dan aljabar Boolean yang merupakan dasar dari semua komponen elektronik dalam komputer, membahas bagaimana CPU bekerja dan bagaimana instruksi diproses dalam komputer, menjelaskan jenis-jenis memori yang digunakan dalam komputer dan bagaimana data disimpan dan diakses, mengulas sistem bus yang menghubungkan semua komponen dalam komputer, memungkinkan mereka untuk berkomunikasi dan bekerja bersama dan membahas berbagai jenis perangkat penyimpanan data, seperti hard disk, solidstate drive, dan perangkat penyimpanan optik. Buku ini cocok untuk pembaca yang ingin memahami dasar-dasar organisasi dan arsitektur komputer. Dengan pemahaman yang mendalam tentang topik-topik ini pembaca akan memiliki landasan yang kuat untuk lebih mendalami dunia teknologi komputer.

KATA PENGANTAR

"Puji syukur kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dengan rendah hati mengumumkan penyelesaian buku berjudul 'Arsitektur dan Organisasi Komputer'. Buku ini merupakan bagian integral dari kurikulum Program Studi Sistem Informasi di Universitas Islam Kebangsaan Indonesia. Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada para pimpinan, rekan-rekan dosen, serta teman sejawat di lingkungan Universitas Islam Kebangsaan Indonesia atas segala dukungan dan bantuan yang diberikan selama proses penulisan buku ini. Semoga buku bahan ajar ini dapat menjadi sumber pengetahuan yang bermanfaat dan mendukung proses pembelajaran di Program Studi Sistem Informasi. Penulis sadar bahwa buku ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu, penulis dengan tulus mengundang kritik dan saran konstruktif dari berbagai pihak untuk penyempurnaan di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap bahwa upaya ini dapat memberikan manfaat bagi semua pembaca, dan penulis berdoa semoga Allah SWT memberikan berkah-Nya sehingga semua harapan dan cita-cita dalam penulisan buku ini dapat terwujud. Amin."

Lhokseumawe Oktober 2023

Penulis

Cut Lika Mestika Sandy, ST.,M.Kom

DAFTAR ISI

Bab 1. Pengantar Organisasi Dan Arsitektur Komputer	1
Bab 2. Evolusi Dan Kinerja Komputer	10
Bab 3. Sistem Operasi	29
Bab 4. Gerbang Logika Dasar Dan Aljabar Booleanan	46
Bab 5. Central Processing Unit	59
Bab 6. Memori Utama	74
Bab 7. Sistem Bus	89
Bab 8. Peralatan Penyimpanan Data	93

Pada bab ini akan di bahas tentang pengertian dari komputer, perbedaan antara organisasi dengan arsitektur komputer. Juga membahas tentang fungsi dan struktur dasar dari komputer.

1.1 Organisasi Komputer

Pada dasarnya, organisasi komputer melibatkan unit-unit operasional dan interkoneksi yang berperan dalam mewujudkan spesifikasi arsitektur. Ini mencakup penjelasan mengenai fungsi dan desain beragam unit komputer digital yang bertugas menyimpan dan memproses informasi. Atribut organisasi ini meliputi aspek-aspek perangkat keras, seperti sinyal kontrol, antarmuka antara komputer dan periferal I/O, serta jenis dan tata letak memori yang digunakan. Sebelum memulai perancangan organisasi komputer untuk mengimplementasikan spesifikasi arsitektur tertentu, langkah pertama yang penting adalah melakukan pemeriksaan yang mendalam terhadap arsitektur komputer tersebut.

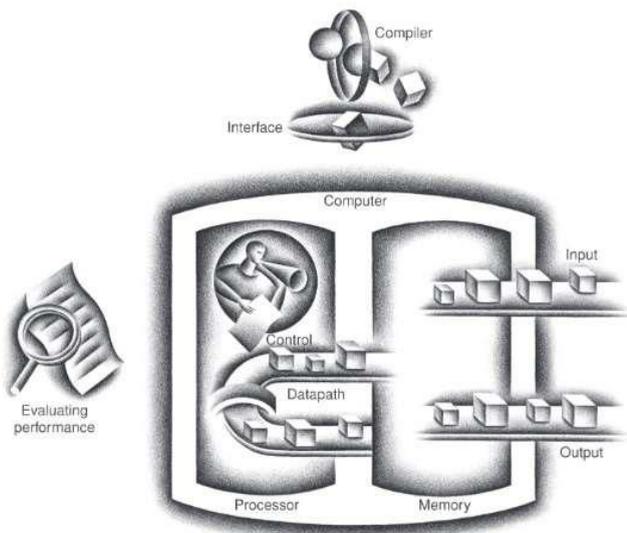
Organisasi dan arsitektur komputer di mikrokomputer memiliki keterkaitan yang sangat erat. Kemajuan teknologi berdampak pada struktur organisasi komputer dan

menghasilkan arsitektur yang lebih kuat dan kompleks, seperti yang terjadi pada mesin RISC (Reduced Instruction Set Computer). Pada umumnya, dalam mesin yang lebih kecil ini, persyaratan kompatibilitas antar-generasi menjadi lebih sedikit. Akibatnya, terdapat lebih banyak interaksi antara keputusan desain organisasi dan arsitektur.

Dalam dunia komputasi, terdapat berbagai variasi produk yang berkisar mulai dari mikrokomputer dengan chip tunggal hingga superkomputer yang mampu memenuhi syarat untuk disebut sebagai komputer. Produk-produk ini beragam dalam hal harga, ukuran, kinerja, dan aplikasi yang ditawarkan. Perkembangan teknologi komputer yang pesat telah mengubah paradigma dari penggunaan teknologi sirkuit terpadu sebagai dasar dalam membangun komponenkomputer hingga peningkatan signifikan dalam penerapan konsep organisasi paralel dalam mengintegrasikan komponen-komponen tersebut.

Selain variasi dan kecepatan, dalam perubahan teknologi di bidang komputer, terdapat konsep-konsep dasar yang konsisten berlaku. Penerapan konsep-konsep ini disesuaikan

dengan tingkat teknologi yang tersedia serta tujuan harga dan kinerja yang diinginkan oleh perancang. Komponen klasik dalam komputer, seperti input, output, memori, jalur data, dan kontrol, dengan dua komponen terakhir disebut sebagai prosesor, tetap menjadi elemen-elemen inti. Organisasi komputer tidak selalu tergantung pada teknologi perangkat keras.



Gambar 1.1 Organisasi Komputer

Pada gambar 1.1 yaitu organisasi komputer yang menunjukkan lima komponen klasik. Prosesor mendapatkan

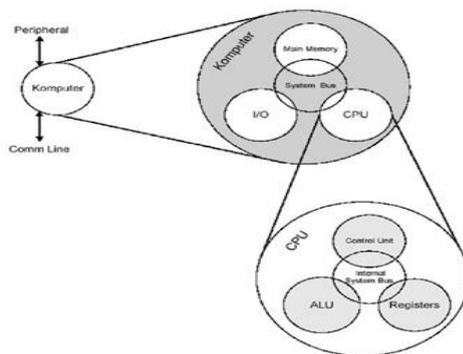
instruksi dan data dari memori. Input menulis (write) data ke memori, dan output membaca (read) data dari memori. Kontrol mengirimkan sinyal yang menentukan operasi jalur data, memori, input, dan output.

1.2 Struktur Komputer

Komputer adalah sebuah sistem yang berinteraksi dengan cara tertentu dengan dunia luar. Interaksi dengan dunia luar dilakukan melalui perangkat peripheral dan saluran komunikasi. Dalam buku ini akan banyak dikaji seputar struktur internal komputer. Perhatikan gambar 1.2, terdapat empat struktur utama :

- *Central Processing Unit* (CPU), berfungsi mengendalikan kerja komputer, pemrosesan data dan pusat pengolahan fungsi – fungsi komputer. CPU sering juga disebut sebagai *processor* (prosesor).
- *Memori Utama*, berfungsi sebagai penyimpan data yang akan atau baru saja diproses.
- *I/O (Input/Output)*, berfungsi memindahkan data antara komputer ke lingkungan luar atau perangkat lainnya.

-
- *System Interconnection*, yang lebih dikenal dengan istilah *bus* merupakan mekanisme yang menghubungkan komunikasi internal antara CPU, memori utama dan I/O.



Gambar 1.2. Struktur Dasar Komputer

Salah satu komponen yang paling kompleks dan merupakan ‘jantung’nya komputer adalah CPU. Struktur CPU terlihat pada gambar 1.2 dengan struktur utamanya adalah :

- *Control Unit*, berfungsi untuk mengontrol operasi CPU dan mengontrol komputer secara keseluruhan.

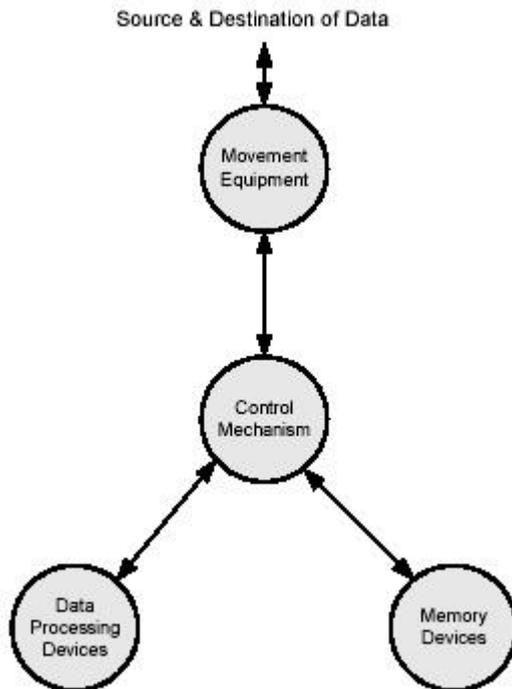
-
- *Arithmetic And Logic Unit (ALU)*, berfungsi untuk membentuk fungsi– fungsi pengolahan data komputer.
 - *Register*, berfungsi sebagai penyimpan internal bagi CPU. *CPU Interconnection*, berfungsi menghubungkan seluruh bagian dari CPU.

1.3 Fungsi Komputer

Fungsi dasar sistem komputer adalah sederhana seperti terlihat pada gambar 1.3. Pada prinsipnya terdapat empat buah fungsi operasi, yaitu :

- Fungsi Operasi Pengolahan Data, seperti penjumlahan, pengurangan, konversi terhadap data, dan lain sebagainya,
- Fungsi Operasi Penyimpanan Data, seperti penyimpanan data hasil pemrosesan, pengambilan data yang telah disimpan
- Fungsi Operasi Pemindahan Data, seperti pergerakan data internal dan pergerakan data eksternal,

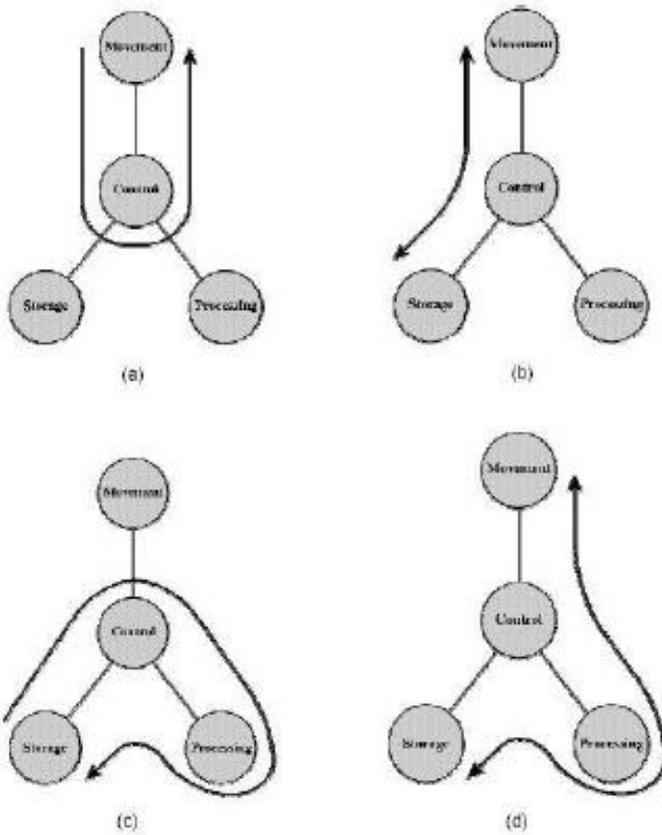
-
- Fungsi Operasi Kontrol, berfungsi mengendalikan ketiga fungsi diatas.



Gambar 1.3 Fungsi Dasar Komputer

Komputer harus dapat *memproses data*. Representasi data disini bermacam–macam, akan tetapi nantinya data harus disesuaikan dengan mesin pemrosesnya. Dalam pengolahan data, komputer memerlukan unit penyimpanan

sehingga diperlukan suatu mekanisme *penyimpanan data*. Walaupun hasil komputer digunakan saat itu, setidaknya komputer memerlukan media penyimpanan untuk data prosesnya. Dalam interaksi dengan dunia luar sebagai fungsi *pemindahan data* diperlukan antarmuka (*interface*), proses ini dilakukan oleh unit *Input/Output (I/O)* dan perangkatnya disebut *peripheral*. Saat interaksi dengan perpindahan data yang jauh atau dari remote device, komputer melakukan proses *komunikasi data*. Gambar 1.4 mengilustrasikan operasi-operasi komputer. Gambar 1.4a adalah operasi pemindahan data, gambar 1.4b adalah operasi penyimpanan data, gambar 1.4c adalah operasi pemrosesan data dan gambar 1.4d adalah operasi pengolahan data.



Gambar 1.4 Operasi-operasi komputer

BAB 2

EVOLUSI DAN KINERJA KOMPUTER

Dalam bab ini, akan dibahas sejarah singkat komputer yang dibagi menjadi beberapa generasi karena beberapa di antaranya merupakan dasar dari perkembangan komputer saat ini. Selain itu, juga akan dibahas berbagai teknik dan strategi yang digunakan untuk mencapai kinerja yang seimbang dan efisien. Terakhir, akan dibahas evolusi dua sistem yang sangat penting pada komputer saat ini, yaitu Pentium dan Power PC.

2.1 Komputer Primitif

Pada era awal perkembangan komputer, komputer primitif telah mencetak jejaknya. Pada tahun 1642, Blaise Pascal menciptakan mesin hitung pertama yang diberi nama Kalkulator Pascal. Kemudian, pada tahun 1672, ilmuwan Leibniz memperluas fungsi-fungsi mesin tersebut dan menghasilkan Kalkulator Leibniz. Sekitar 150 tahun setelah itu, seorang professor Matematika dari Universitas Cambridge, Charles Babbage (1791-1871), merancang sebuah mesin yang dikenal dengan nama Difference Engine pada tahun 1823. Mesin ini masih menggunakan komponen mekanik sederhana dan dapat menghasilkan tabel matematis.

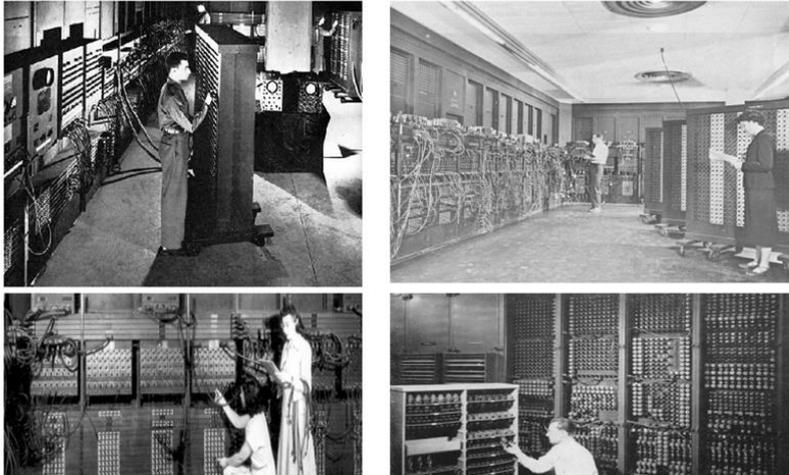
Sepuluh tahun setelah rancangan mesin pertama, yaitu tahun 1833, Babbage mengembangkan konsep mesin baru yang dikenal sebagai Analytic Engine. Mesin ini dapat dianggap sebagai konsep awal dari komputer serbaguna yang dapat digunakan untuk berbagai tujuan (Abduruohman, 2014).

Dalam satu dekade berikutnya, terjadi peralihan menuju awal generasi komputer yang signifikan. Perkembangan komputer pada masa itu tidak hanya digunakan untuk tujuan penelitian, tetapi juga memiliki peran penting dalam berbagai aspek selama Perang Dunia II. Pada tahun 1930-an, John Atanasoff, seorang ilmuwan dari Iowa State University, merancang mesin Linear Equation Solver (pemecah persamaan linear) yang menggunakan lebih dari 300 tabung sebagai teknologi dasar. Mesin ini memiliki kemampuan untuk menyelesaikan persamaan linear dan integral diferensial. Atanasoff-Berry Computer (1937-1942) menjadi komputer digital pertama yang mengimplementasikan perhitungan biner untuk menyelesaikan persamaan linear.

Pada saat yang hampir bersamaan, ilmuwan Jerman, Konrad Zuse, merancang Z3 (1941), sebuah komputer

elektrik-mekanik serbaguna yang dapat diprogram. Di Inggris, Tommy Flowers menciptakan Colossus (1944), sebuah komputer elektronik yang dapat diprogram. Selain itu, Howard Aiken bekerjasama dengan IBM sejak tahun 1939 untuk merancang Harvard Mark I (1944), yang juga dikenal sebagai IBM ASCC (Automatic Sequence Controlled Calculator). Harvard Mark I merupakan komputer digital otomatis pertama di Amerika (Abdurohman, 2014).

A. Generasi Pertama : Tabung Vakum (1945 – 1955)

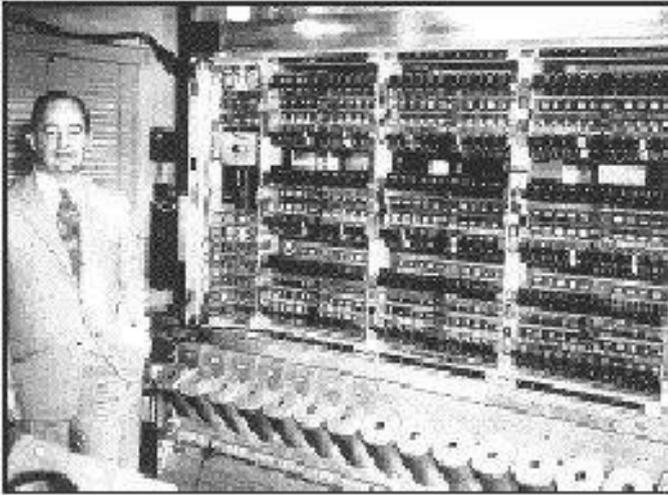


Pada Gambar 2.1, terlihat ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator), sebuah komputer digital

elektronik untuk kebutuhan umum pertama di dunia yang dirancang dan dibuat oleh John Mauchly dan John Presper Eckert di Universitas Pennsylvania pada tahun 1946. ENIAC merupakan sebuah proyek yang didanai oleh lembaga Army's Ballistics Research Laboratory (BRL), yang bertanggung jawab dalam pembuatan jarak dan tabel lintasan peluru kendali senjata baru. Sebelum adanya ENIAC, tugas ini memerlukan kurang lebih 200 orang personil yang menggunakan kalkulator untuk menyelesaikan persamaan matematis peluru kendali, yang memakan waktu lama.

ENIAC memiliki berat 30 ton, volume sekitar 15.000 kaki persegi, dan berisi lebih dari tabung vakum. Untuk daya listrik, ENIAC membutuhkan sekitar 140KW. Kecepatan operasinya mencapai 5.000 operasi penambahan per detik. Mesin ini masih menggunakan sistem desimal, dengan representasi data bilangan dalam bentuk desimal dan operasi aritmetik dilakukan dalam bentuk desimal. Memori ENIAC terdiri dari 20 akumulator, di mana setiap akumulator mampu menampung 10 digit desimal, dan setiap digit direpresentasikan oleh sepuluh tabung vakum.

Salah satu kekurangan utama ENIAC adalah proses pemrogramannya yang masih manual, dengan menyetel switch-switch dan memasang serta melepas kabel-kabelnya. ENIAC selesai dibangun pada tahun 1946 setelah proposal untuk proyek ini diajukan pada tahun 1943, yang menjadikan tahun 1946 sebagai awal era komputer elektronik. John Van Neumann, seorang ahli matematika yang berperan sebagai konsultan dalam pembuatan ENIAC pada tahun 1945, mencoba memperbaiki kekurangan tersebut dengan merancang komputer baru bernama EDVAC (Electronic Discrete Variable Computer) yang memperkenalkan konsep program tersimpan (stored-program concept).

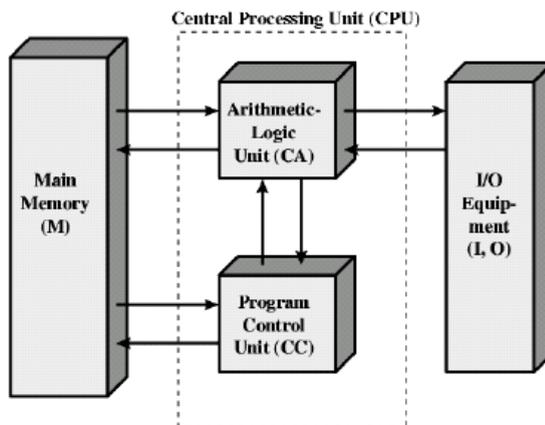


Gambar 2.2 John von Neumann

Pada tahun 1946, konsep komputer dengan stored-program pertama kali dipublikasikan, yang kemudian dikenal sebagai Komputer IAS (Computer of Institute for Advanced Studies). Struktur komputer IAS dapat dilihat pada Gambar 2.2. Komputer ini terdiri dari beberapa komponen utama:

- Memori Utama: Digunakan untuk menyimpan data dan instruksi yang akan diproses oleh komputer.
- Arithmetic Logic Unit (ALU): Bertanggung jawab untuk melakukan operasi matematika dan logika pada data dalam bentuk biner.

-
- Control Unit: Berfungsi untuk menginterpretasi instruksi-instruksi yang terdapat dalam memori dan mengatur eksekusi instruksi tersebut.
 - I/O (Input/Output): Berperan dalam berinteraksi dengan lingkungan luar, seperti menerima masukan dari pengguna dan mengirim keluaran kepada pengguna atau perangkat lain.



Gambar 2.3 Struktur Komputer IAS

Memori IAS memiliki struktur yang terdiri dari 1.000 lokasi penyimpanan yang disebut word. Setiap word terdiri dari 40 digit biner (bit). Dalam memori ini, baik data maupun instruksi disimpan, sehingga keduanya harus dikodekan

dalam format biner. Format memori ini dapat dilihat pada Gambar 2.2. Setiap bilangan dalam word terdiri dari sebuah bit tanda dan 39 bit nilai. Lebih lanjut, sebuah word juga terdiri dari 20 bit instruksi, yang terdiri dari 8 bit kode operasi (op code) dan 12 bit alamat.

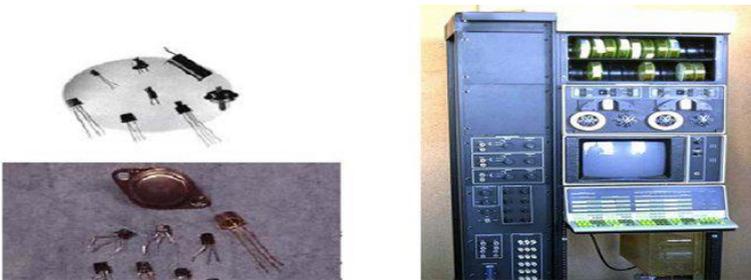
2.2 Komputer Komersial

Tahun 1950 dianggap sebagai tahun kelahiran industri komputer yang signifikan dengan munculnya dua perusahaan yang pada saat itu mendominasi pasar, yaitu Sperry dan IBM. Pada tahun 1947, Eckert dan Mauchly mendirikan Eckert-Mauchly Computer Corporation dengan tujuan memproduksi komputer secara komersial. Komputer pertama yang berhasil mereka hasilkan adalah UNIVAC I (Universal Automatic Computer). UNIVAC I memainkan peran penting dalam penghitungan sensus tahun 1950 di Amerika Serikat.

Pada tahun 1950, UNIVAC II diluncurkan dengan kapasitas memori yang lebih besar dan kinerja yang lebih baik. Sejak saat itu, perusahaan ini terus mengembangkan produk-produk baru yang kompatibel dengan yang sebelumnya, menjaga pangsa pasar konsumen mereka dengan

produk-produk berkualitas. Di sisi lain, IBM juga berkompetisi dengan mengeluarkan produk-produknya yang akhirnya mendominasi pasar bisnis saat ini. Seri pertama dari IBM, yaitu seri 701, diperkenalkan pada tahun 1953 dan terus berkembang menjadi lebih baik hingga saat ini.

B. Generasi Kedua : Transistor (1955 – 1965)



Gambar2.4 Ciri Transistor Generasi II

Perkembangan teknologi semi konduktor yang pesat, khususnya penemuan komponen transistor, membawa dampak besar pada dunia komputer. Era komputer ini ditandai dengan penggantian tabung vakum yang memerlukan daya operasional besar oleh komponen kecil yang dikenal sebagai transistor. Transistor ditemukan di Bell Labs pada tahun 1947 dan pada tahun 1950, penemuan ini meluncurkan revolusi dalam bidang elektronika modern. IBM

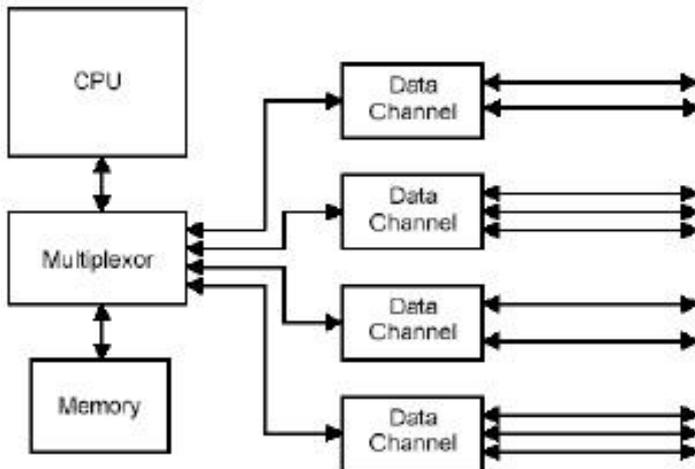
menjadi salah satu perusahaan pertama yang mengadopsi transistor dalam produk komputernya, yang mengamankan dominasinya dalam pangsa pasar komputer. Sementara itu, NCR dan RCA mengembangkan komputer berukuran kecil pada periode ini, diikuti oleh IBM dengan peluncuran seri 7000-nya.

Kehadiran transistor memberikan perangkat keras (hardware) komputer kemampuan untuk melakukan proses lebih cepat. Memori komputer menjadi lebih besar dalam kapasitasnya sambil tetap menjaga bentuk yang relatif kecil. Era generasi kedua ini juga ditandai oleh perkembangan yang kompleks pada Arithmetic Logic Unit (ALU), munculnya bahasa pemrograman tingkat tinggi, dan ketersediaan sistem operasi perangkat lunak (software). Pada periode generasi kedua ini juga terdapat munculnya perusahaan Digital Equipment Corporation (DEC) pada tahun 1957, yang meluncurkan komputer pertama mereka, yaitu PDP-1. PDP-1 menjadi sangat penting bagi perkembangan generasi komputer berikutnya, yaitu generasi ketiga.

- **IBM 7094**

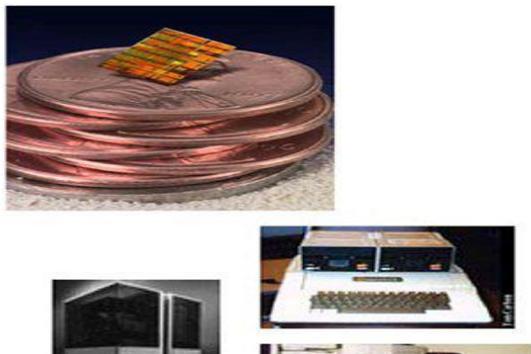
Pada tahun 1962, komputer IBM 7094 diluncurkan dengan beberapa kemajuan teknis yang signifikan. Salah satu inovasi utama adalah pengenalan Instruction Backup Register (IBR) yang berperan dalam mem-buffer instruksi berikutnya. Hal ini berdampak positif pada peningkatan kecepatan proses komputer. Unit kontrol (control unit) pada komputer ini mengambil dua word yang berdampingan dari memori untuk setiap pengambilan instruksi, kecuali dalam kasus percabangan.

Kemajuan lainnya pada IBM 7094 adalah adanya multiplexor yang digunakan untuk memultiplex saluran data (data channel). Multiplexor berfungsi sebagai switch sentral untuk mengarahkan data yang akan diproses dalam unit pemrosesan pusat CPU (Central Processing Unit). Konfigurasi IBM 7094 dapat dilihat pada Gambar 2.5..



Gambar 2.5 Konfigurasi IBM 7094

C. Generasi Ketiga : Integrated Circuits (1965 – 1980)



Gambar 2.6 Ciri komputer Generasi III

Pada tahun 1958, terjadi revolusi dalam bidang elektronika dengan penemuan integrated circuit (IC), yang merupakan penggabungan komponen-komponen elektronika dalam satu paket. Keberadaan IC ini mengakselerasi proses komputer, memungkinkan peningkatan kapasitas memori, dan mengurangi ukuran fisik komponen-komponen elektronik.

- **IBM System/360**

Pada tahun 1964, IBM memperkenalkan IBM System/360 yang telah mengadopsi teknologi integrated circuit (IC). Dalam kurun satu dekade, IBM berhasil mendominasi 70% pasar komputer. Sistem 360 adalah kelompok komputer pertama yang dirancang dengan perencanaan yang matang. Dalam arsitektur Sistem 360 ini, terdapat banyak model komputer yang saling kompatibel. Hal ini memberikan keuntungan besar bagi konsumen, karena mereka dapat memilih model yang sesuai dengan kebutuhan dan anggaran mereka. Kemampuan pengembangan (upgrading) juga dimungkinkan dalam komputer ini.

Beberapa karakteristik utama dari kelompok komputer ini meliputi:

- **Set Instruksi Mirip atau Identik:** Dalam kelompok komputer ini, berbagai model yang dikeluarkan menggunakan set instruksi yang sama, memungkinkan adanya kompatibilitas sistem dan perangkat keras.
- **Sistem Operasi Mirip atau Identik:** Keberadaan sistem operasi yang mirip atau identik menjadi salah satu fitur yang menguntungkan konsumen. Hal ini mempermudah proses penggantian komputer jika diperlukan, karena sistem operasinya tetap sama.
- **Kecepatan yang Meningkat:** Model-model yang ditawarkan memiliki berbagai tingkat kecepatan, mulai dari kecepatan rendah hingga tinggi, yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.
- **Ukuran Memori yang Lebih Besar:** Semakin tinggi modelnya, semakin besar kapasitas memori yang tersedia untuk digunakan.

- Harga yang Meningkat: Harga komputer meningkat seiring dengan peningkatan modelnya, sehingga semakin tinggi spesifikasi modelnya, semakin mahal harganya.

Tabel 2.1 Karakteristik Penting Kelompok Sistem /360

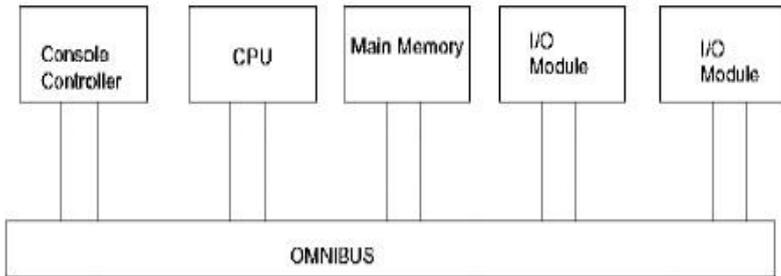
Karakteristik	Model	Model	Model	Model	Model
Ukuran memori(Kb)	64	256	256	512	512
Laju data dari memori (Mbytes/det)	0.5	0.8	2.0	8.0	16.0
Prosesor cycle time(μ detik)	1.0	0.625	0.5	0.25	0.2
Jumlah maksimum data channel	3	3	4	6	6
Data maks per channel(Kbps)	250	400	800	1250	1250

- **DEC PDP-8**

Pada tahun yang sama ketika IBM memperkenalkan System/360, Digital Equipment Corporation (DEC) meluncurkan DEC PDP-8. Salah satu keunggulan utama komputer ini adalah ukurannya yang kecil, menjadikannya sangat fleksibel dalam penggunaannya. PDP-8 juga memiliki berbagai varian dengan model-model yang serupa dengan IBM System/360, yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan. Kehadiran PDP-8 membawa DEC sebagai perusahaan penyedia komputer mini terkemuka, menjadikannya pabrik komputer terbesar kedua setelah IBM.

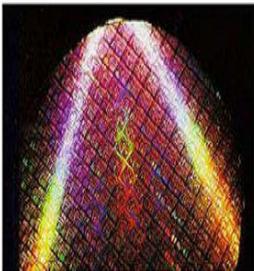
Arsitektur PDP-8 berbeda secara signifikan dengan IBM, terutama dalam hal struktur bus sistemnya. PDP-8 menggunakan sistem bus omni, yang terdiri dari 96 jalur sinyal terpisah yang digunakan untuk mengangkut sinyal-sinyal kontrol, alamat, dan data. Karena semua komponen terhubung melalui jalur bus ini, penggunaannya dikendalikan oleh CPU. Arsitektur bus seperti yang digunakan dalam PDP-8 kemudian menjadi cikal bakal untuk komputer-komputer

modern selanjutnya. Anda dapat melihat struktur bus PDP-8 pada Gambar 2.6.



Gambar 2.7 Struktur Bus PDP-8

D. Generasi Keempat : Very Large Scale Integration (1980 -sekarang)



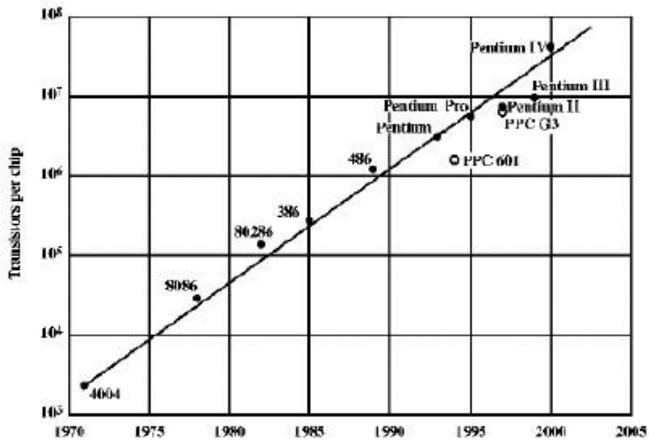
Komputer generasi ini dimulai dari IBM S/370, komputer pribadi seperti IBM untuk PowerPC, Intel, Sun dengan SuperSPARC, AMD, Hawlet Packard,dll.

Gambar 2.8 Ciri Computer Generasi IV

Era keempat perkembangan generasi komputer ditandai dengan kemunculan Very Large Scale Integration (VLSI). Paket VLSI mampu menampung lebih dari 10.000 komponen

per kepingnya dengan kecepatan operasi yang mencapai 100 juta operasi per detik. Gambar 2.7 mengilustrasikan evolusi mikroprosesor Pentium berdasarkan jumlah transistor per kepingnya.

Masa ini dimulai dengan peluncuran mikroprosesor Intel seri 4004. Meskipun primitif, mikroprosesor 4004 memiliki peran penting sebagai tonggak perkembangan mikroprosesor canggih yang kita kenal saat ini. Meskipun tidak ada ukuran pasti untuk menilai mikroprosesor, salah satu metrik penting adalah lebar bus data, yaitu jumlah bit data yang dapat dikirim dan diterima oleh mikroprosesor. Ukuran lain yang relevan adalah jumlah bit dalam register. Pada tahun 1972, diperkenalkan mikroprosesor 8008 yang merupakan mikroprosesor 8 bit. Meskipun instruksinya lebih kompleks, mikroprosesor ini memiliki kinerja yang lebih cepat daripada pendahulunya. Pada tahun 1981, Bells dan HP menciptakan mikroprosesor 32 bit, sementara Intel baru meluncurkan mikroprosesor 80386 pada tahun 1985.



Gambar 2.9. Grafik jumlah transistor dalam chips Pentium

BAB 3

SISTEM OPERASI

Pada bab ini, kami akan menjelaskan pengertian dan fungsi dari sistem operasi dalam konteks komputer. Hal ini akan membantu pembaca untuk lebih memahami berbagai pilihan sistem operasi berdasarkan kebutuhan mereka. Kami juga akan mengevaluasi beberapa keunggulan yang dimiliki oleh sistem operasi yang tersedia saat ini.

3.1. Definisi Sistem Operasi

Sistem operasi, pada dasarnya, adalah perangkat lunak yang memungkinkan pengguna untuk menjalankan berbagai aplikasi pada perangkat komputasi mereka. Meskipun ada kemungkinan bahwa suatu aplikasi dapat berinteraksi langsung dengan perangkat keras, sebagian besar aplikasi dirancang untuk berkomunikasi melalui sistem operasi. Ini memberikan aplikasi kemampuan untuk memanfaatkan berbagai perpustakaan (library) umum dan menghindari perlu memikirkan detail-detail perangkat keras yang digunakan.

Sistem operasi bertanggung jawab atas manajemen sumber daya perangkat keras pada komputer, termasuk perangkat masukan seperti keyboard dan mouse, perangkat keluaran seperti monitor, printer, dan scanner, serta perangkat

jaringan seperti modem dan router. Sistem operasi juga mengatur perangkat penyimpanan, seperti RAM dan harddisk, serta elemen-elemen lainnya. Selain itu, sistem operasi menyediakan layanan-layanan atau servis yang diperlukan untuk memfasilitasi operasi program aplikasi atau perangkat lunak. Ini digunakan untuk menjalankan perintah-perintah dan mengelola alokasi memori serta penggunaan waktu prosesor yang diperlukan..

3.2. Fungsi Sistem Operasi

Sistem operasi memiliki berbagai fungsi yang penting, namun tujuan utamanya adalah menyediakan antarmuka antara pengguna dan perangkat keras komputer. Ini berarti sistem operasi memberikan pengguna tempat atau tampilan yang memungkinkan mereka berinteraksi dengan sistem yang sebenarnya terdiri dari sirkuit-sirkuit elektronik. Di bawah ini, beberapa fungsi kunci dari sistem operasi:

a. Resources Manager (Manajemen Sumber Daya)

Sistem operasi juga sering disebut sebagai resources manager atau manajer sumber daya. Ini mengindikasikan bahwa sistem operasi bertanggung jawab untuk mengatur dan

mengelola semua sumber daya yang terhubung ke dalam sistem komputer. Sumber daya ini mencakup CPU, memori, harddisk, perangkat input seperti keyboard dan mouse, serta perangkat output seperti monitor dan printer.

b. Storage Management (Manajemen Penyimpanan)

Sistem operasi juga berfungsi sebagai manajemen penyimpanan. Fungsi ini memungkinkan sistem operasi untuk menyimpan dan mengakses file yang ada dalam sistem. Selain itu, sistem operasi memungkinkan pengguna untuk membuat, mengedit, membaca, menulis, dan menyalin file dari satu lokasi ke lokasi lain dalam sistem. Dengan kata lain, sistem operasi mengatur semua operasi penyimpanan dan akses file pada sistem.

c. Proses Manager (Manajemen Proses)

Sebagai proses manager, sistem operasi bertanggung jawab atas pengaturan seluruh proses yang berjalan dalam sistem. Ini mencakup proses yang dijalankan oleh pengguna maupun yang dijalankan oleh mesin itu sendiri. Sistem operasi membuat skala prioritas untuk proses-proses ini, menentukan cara proses dijalankan, dan mengatur urutan

berjalannya proses. Selain itu, sistem operasi juga dapat memecah proses yang besar menjadi proses-proses yang lebih kecil, yang sering disebut sebagai thread.

d. Memory Management (Manajemen Memori)

Sistem operasi juga berperan sebagai manajemen memori, yang mengatur penggunaan memori dalam seluruh sistem komputer. Ini berarti bahwa sistem operasi mengalokasikan memori kepada proses yang sedang berjalan dan mengelola realokasi memori dari proses yang tidak lagi membutuhkannya. Dengan demikian, sistem operasi mengoptimalkan penggunaan memori dalam sistem.

3.3. Jenis Sistem Operasi

Saat ini, pasar sistem operasi memiliki berbagai pilihan yang sangat beragam, dengan ribuan sistem operasi yang tersedia. Pada bagian ini, kita akan mengulas beberapa sistem operasi yang paling populer, termasuk Linux, Mac OS, Windows, dan Android.

a. Linux

Linux bermula pada tahun 1991 sebagai proyek yang digagas oleh Linus Torvalds ketika ia masih menjadi seorang

mahasiswa di Finlandia. Pada awalnya, Linus membagikan informasi tentang proyeknya kepada kelompok programmer dan rekan mahasiswa di bidang komputer. Dengan waktu, Linus mendapatkan dukungan penuh dan bantuan dari sukarelawan yang akhirnya berhasil menciptakan Kernel (inti sistem operasi) yang fungsional.

Linux sebenarnya mirip dengan pendahulunya, yaitu UNIX, tetapi dikembangkan sepenuhnya tanpa menggunakan kode UNIX. Karena menggunakan model lisensi terbuka, seluruh kode sumbernya tersedia untuk dipelajari dan dimodifikasi secara bebas. Hal ini membuat sistem operasi Linux dapat digunakan pada berbagai jenis perangkat, mulai dari yang paling kecil seperti jam tangan hingga superkomputer.

Meskipun pangsa pasar Linux di komputer desktop atau laptop hanya sekitar kurang dari 5% di seluruh dunia, sistem operasi ini sangat populer dalam domain server. Belakangan ini, Linux dan turunannya juga digunakan secara luas dalam sistem tersemat (embedded system), termasuk pada smartphone. Android, sebagai contohnya, sebenarnya

merupakan turunan dari Linux dan menggunakan sejumlah besar kode Linux sebagai dasar pembuatannya.



Gambar 3.1 interface Linux

Sumber : <https://teknogof.com/wp-content/uploads/2016/06/linux.png>

b. Macintosh / Mac OS

Macintosh, yang sekarang dikenal sebagai Mac OS, adalah salah satu sistem operasi desktop yang sangat populer di kalangan pengguna komputer. Awalnya, sistem ini dikenal dengan nama Macintosh dan kemudian berganti nama menjadi Mac OS. Apple Incorporation adalah pengembang utama dari Mac OS, yang dirancang sebagai sistem operasi berbasis antarmuka grafis (GUI) dengan tujuan memudahkan pengguna dalam berinteraksi dengan komputer.

Ketika pertama kali diperkenalkan pada tahun 1984, Mac OS membedakan dirinya dari kompetitor-kompetitor lain yang masih menggunakan antarmuka berbasis baris perintah (command line) pada sistem operasi mereka. Pada tahun 2001, nama Macintosh diganti menjadi Mac OS sebagai bagian dari evolusinya yang terus berkembang.



Gambar 3.2 interface Mac OS

Sumber :

https://www.imore.com/sites/imore.com/files/styles/xlarge_wm_blw/public/field/image/2016/09/mac-os-sierra-review-hero.jpg?itok=aX7XstCD

c. Windows

Siapa yang tidak mengenal sistem operasi ini? Kita dapat memastikan hampir semua orang mengenalnya. Windows adalah sistem operasi yang sangat umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Mulai dari komputer pribadi, laptop, warnet, hingga di laboratorium di kampus atau sekolah, Windows hadir di mana-mana. Sistem operasi Windows, yang dikembangkan oleh Microsoft pada tahun 1985, merupakan salah satu sistem operasi berbasis grafis yang paling dikenal dan digunakan hingga saat ini. Windows terus memimpin dalam hal penggunaan di seluruh dunia.



Gambar 3.3 Interface Windows

Sumber :

<https://img.purch.com/o/aHR0cDovL3d3dy5sYXB0b3BtYWcuY29tL2ltYWdlcy93cC9wdXJjaC1hcGkvaW5jb250ZW50LzIwMTUvMDcvSW50ZXJmYWNIU3RhcncQucG5n>

d. Android

Android, kata yang sangat akrab di telinga kita, telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari kita. Seiring dengan perubahan zaman, kita cenderung lebih sering membawa Android daripada dompet kita. Hal ini terjadi karena hampir semua aspek kehidupan saat ini telah

beralih ke era digital, termasuk pembayaran digital, identitas digital, dan berbagai hal lainnya. Sistem operasi ini adalah salah satu sistem operasi mobile yang paling populer digunakan oleh masyarakat di seluruh dunia.

Android awalnya dikembangkan oleh Android Inc., yang kemudian mendapat dukungan finansial dari Google pada tahun 2005. Sistem operasi ini berbasis Linux dan dirancang khusus untuk perangkat yang memiliki antarmuka layar sentuh, seperti tablet komputer dan smartphone..



Gambar 3. Logo Android

Sumber :

<https://www.android.com/static/2016/img/share/andy-lg.png>

3.4 Closed Source / Proprietary

Dalam dunia komputer dan teknologi informasi, istilah "closed source" atau "proprietary" merujuk pada suatu teknologi atau produk yang dimiliki secara eksklusif oleh perusahaan yang menciptakannya. Istilah "closed source" digunakan karena perusahaan pembuat teknologi atau sistem operasi ini menjaga kerahasiaan tentang cara kerja dan komponen internal produk mereka. Beberapa produk dengan sifat "proprietary" hanya dapat berfungsi atau berinteraksi dengan produk lain yang juga dimiliki oleh perusahaan yang sama. Sebagai contoh, perusahaan Apple memiliki sistem operasi yang disebut Mac OS dan perangkat keras seperti i-Mac dan MacBook yang hanya berfungsi secara optimal dalam ekosistem Apple yang tertutup.

Mac OS sebenarnya hanya dapat diinstal pada perangkat keras yang juga diproduksi oleh perusahaan Apple. Oleh karena itu, secara umum, jika kita mencoba menginstal Mac OS pada komputer yang bukan produk Apple, hal itu tidak akan berjalan dengan lancar, kecuali jika kita menggunakan trik atau metode tertentu. Contoh lain dari perusahaan

"proprietary" adalah Microsoft, yang dipimpin oleh tokoh terkenal, Bill Gates. Sistem operasi yang dikembangkan oleh Bill Gates dan perusahaannya, yaitu Windows, telah menjadi sangat umum dan banyak digunakan oleh masyarakat. Windows XP, Windows Vista, Windows 8, hingga Windows 10 yang paling baru, semuanya hadir di komputer dan laptop kita. Meskipun di Indonesia masih terdapat banyak kasus penggunaan ilegal dari sistem operasi Windows ini.

Pada tahun 2018, pangsa pasar Windows menduduki posisi teratas sebagai sistem operasi berbasis desktop yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Ini menunjukkan bahwa sistem operasi yang bersifat "proprietary" masih memiliki daya tarik yang kuat di kalangan masyarakat secara umum. Ada beberapa alasan mengapa masyarakat cenderung lebih suka menggunakan sistem operasi "proprietary" daripada yang bersifat open source atau gratis.

Salah satu faktornya adalah user interface pada sistem operasi "proprietary" dianggap lebih sederhana dan lebih mudah digunakan dibandingkan dengan sistem operasi open source. Faktor lainnya adalah dukungan yang lebih kuat

untuk driver perangkat keras yang secara rutin diperbarui dalam sistem operasi "proprietary". Ini terjadi karena adanya kemitraan antara pembuat perangkat keras dengan pembuat perangkat lunak, yang membuat lebih mudah untuk menemukan dan menginstal driver perangkat keras pada sistem operasi "proprietary." Sementara itu, pada sistem operasi open source, mencari dan menginstal driver bisa lebih rumit.

Perlu diakui bahwa faktor jumlah pengguna juga memiliki peran penting. Manusia secara alami cenderung memilih untuk bergabung dengan kelompok yang lebih besar, dan hal ini juga berlaku dalam penggunaan teknologi. Sebagai contoh, di sekolah-sekolah dan tempat rental komputer seperti warnet dan game center, banyak yang menggunakan sistem operasi "proprietary" seperti Windows. Akibatnya, pengguna menjadi terbiasa dengan fitur-fitur dan antarmuka yang ditawarkan oleh perangkat lunak berbayar atau "proprietary."

3.5 Berdasarkan Fungsi

a. Sistem Operasi Server

Sistem operasi server, yang sering disebut sebagai server OS, adalah jenis sistem operasi yang dirancang khusus untuk digunakan pada server. Server OS digunakan dalam server yang bertindak sebagai pusat untuk melayani permintaan dari komputer-komputer client dalam suatu jaringan. Sistem operasi pada server berfungsi sebagai lapisan perangkat lunak teratas yang mengatur berbagai aplikasi dan layanan yang dapat berjalan di atas hardware server tersebut.

Fungsi utama dari sistem operasi server adalah untuk mengaktifkan dan memfasilitasi berbagai jenis server yang ada, seperti web server, mail server, file server, database server, application server, dan print server. Beberapa contoh sistem operasi server yang populer meliputi Windows Server, Red Hat Enterprise, Linux Debian, dan banyak lagi.

ketergantungan pada server. Meskipun demikian, sistem operasi ini juga memiliki kemampuan untuk terhubung ke jaringan, sehingga bisa berperan sebagai client dalam suatu lingkungan komputer client-server. Contoh-contoh sistem operasi standalone yang sering digunakan meliputi Windows, Mac OS, Linux, dan berbagai sistem operasi lainnya. Dengan fitur yang dimilikinya, sistem operasi ini dapat digunakan secara mandiri untuk berbagai keperluan, termasuk pekerjaan sehari-hari dan hiburan, namun juga dapat terhubung ke internet atau jaringan lokal jika diperlukan.



Gambar 3.6 Interface Sistem Operasi Standalone

Sumber : <https://www.technotification.com/wp-content/uploads/2018/05/Windows-XP-2018-Edition-concept.jpg>

BAB 4

GERBANG LOGIKA DASAR DAN ALJABAR BOOLEANAN

Dalam bab ini, kita akan menjelaskan pengertian dasar tentang komputer, mengidentifikasi perbedaan antara organisasi dan arsitektur komputer, serta membahas fungsi dan struktur dasar yang menjadi elemen penting dalam dunia komputer..

4.1 Tabel Kebenaran (Truth Table)

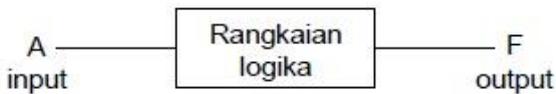
Tabel kebenaran merupakan tabel yang menunjukkan pengaruh pemberian level logika pada input suatu rangkaian logika terhadap keadaan level logika outputnya. Melalui tabel kebenaran dapat diketahui watak atau karakteristik suatu rangkaian logika. Oleh karena itu, tabel kebenaran mencerminkan watak atau karakteristik suatu rangkaian logika.

Tabel kebenaran harus memuat seluruh kemungkinan keadaan input tergantung pada jumlah variabel input atau jumlah saluran input dari suatu rangkaian logika, dan mengikuti rumus :

Jumlah seluruh kemungkinan input = 2^n , dengan n merupakan jumlah variabel atau saluran input rangkaian .

Contoh :

- Rangkaian logika dengan 1 variabel input, maka jumlah seluruh kemungkinan input = $2^1 = 2$



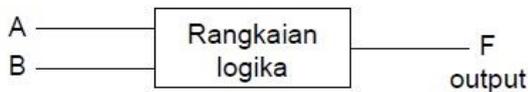
Gambar 4.1 Diagram blok rangkaian logika satu variabel input

Tabel kebenaran:

Tabel 4.1. Tabel kebenaran rangkaian logika satu variabel input

Input (A)	Output (F)	Input (A)
0	0
1	1

- Rangkaian logika dengan 2 variabel input, maka jumlah seluruh kemungkinan input = $2^2 = 4$



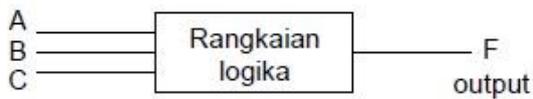
Gambar 4.2. Diagram blok rangkaian logika dua variabel input

Tabel kebenaran:

Tabel 4.2. Tabel kebenaran rangkaian logika dua variabel input

Input		Output
A	B	F
0	0	.....
0	1	.....
1	0	.....
1	1	.....

- Rangkaian logika dengan 3 variabel input, maka jumlah seluruh kemungkinan input = $2^3 = 8$



Gambar 4.3. Diagram blok rangkaian logika tiga variabel input

Tabel kebenaran:

Tabel 4.3. Tabel kebenaran rangkaian logika tiga variabel
input

Input			Output
A	B	C	F
0	0	0	.....
0	0	1	.....
0	1	0	.....
0	1	1	.....
1	0	0	.....
1	0	1	.....
1	1	0	.....

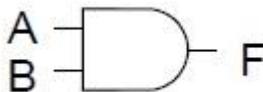
3.2 Gerbang Logika Dasar

Gerbang-gerbang dasar logika merupakan elemen rangkaian digital dan rangkaian digital merupakan kesatuan dari gerbang-gerbang logika dasar yang membentuk fungsi pemrosesan sinyal digital. Gerbang dasar logika terdiri dari 3 gerbang utama, yaitu AND Gate, OR Gate, dan NOT Gate. Gerbang lainnya seperti NAND Gate, NOR Gate, EX-OR

Gate dan EX-NOR Gate merupakan kombinasi dari 3 gerbang logika utama tersebut.

A. AND Gate

Gerbang AND merupakan salah satu gerbang logika dasar yang memiliki 2 buah saluran masukan (input) atau lebih dan sebuah saluran keluaran (output). Suatu gerbang AND akan menghasilkan sebuah keluaran biner tergantung dari kondisi masukan dan fungsinya. Prinsip kerja dari gerbang AND adalah kondisi keluaran (output) akan berlogic 1 bila semua saluran masukan (input) berlogic 1. Selain itu output akan berlogic 0. Simbol gerbang logika AND 2 input :



Gambar 4.4. Simbol Gerbang AND dengan persamaan Booleanan fungsi AND adalah $F = A.B$ (dibaca $F = A$ AND B).

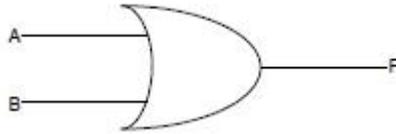
Tabel kebenaran:

Tabel 4.4. Tabel kebenaran gerbang AND 2 input

Input		Output
A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

B. OR Gate

Gerbang OR merupakan salah satu gerbang logika dasar yang memiliki 2 buah saluran masukan (input) atau lebih dan sebuah saluran keluaran (output). Berapapun jumlah saluran masukan yang dimiliki oleh sebuah gerbang OR, maka tetap memiliki prinsip kerja yang sama dimana kondisi keluarannya akan berlogik 1 bila salah satu atau semua saluran masukannya berlogik 1. Selain itu output berlogik 0. Simbol gerbang logika OR 2 input :



Gambar 4.5. Simbol Gerbang OR

dengan persamaan Booleanan fungsi OR adalah $F = A+B$
(dibaca $F = A$ OR B).

Tabel kebenaran:

Tabel 4.5. Tabel kebenaran Gerbang OR 2 input

Input		Output
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

C. NOT Gate

Gerbang NOT sering disebut dengan gerbang inverter. Gerbang ini merupakan gerbang logika yang paling mudah diingat. Gerbang NOT memiliki 1 buah saluran masukan (input) dan 1 buah saluran keluaran (output). Gerbang NOT

akan selalu menghasilkan nilai logika yang berlawanan dengan kondisi logika pada saluran masukannya. Bila pada saluran masukannya berlogik 1 maka pada saluran keluarannya akan berlogik 0 dan sebaliknya. Simbol gerbang logika NOT :



Gambar 4.6. Simbol Gerbang NOT

Tabel kebenaran:

Tabel 4.6. Tabel kebenaran Gerbang NOT 2 input

Input (A)	Output (F)	Input (A)
0	1	0
1	0	1

D. NAND Gate

Gerbang NAND merupakan kombinasi dari gerbang AND dengan gerbang NOT dimana keluaran gerbang AND dihubungkan ke saluran masukan dari gerbang NOT. Karena keluaran dari gerbang AND di”NOT”kan maka prinsip kerja dari gerbang NAND merupakan kebalikan dari gerbang

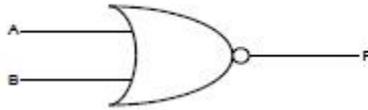
AND. Outputnya merupakan komplemen atau kebalikan dari gerbang AND, yakni memberikan keadaan level logic 0 pada outputnya jika dan hanya jika keadaan semua inputnya berlogika 1. Simbol gerbang logika NAND 2 input :



Gambar 4.7. Simbol Gerbang NAND

E. NOR Gate

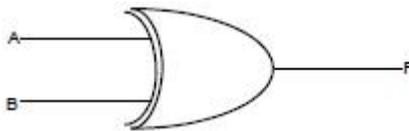
Sama halnya dengan NAND Gate, gerbang NOR merupakan kombinasi dari gerbang OR dengan gerbang NOT dimana keluaran gerbang OR dihubungkan ke saluran masukan dari gerbang NOT. Karena keluaran dari gerbang OR di"NOT"kan maka prinsip kerja dari gerbang NOR merupakan kebalikan dari gerbang OR. Outputnya merupakan komplemen atau kebalikan dari gerbang OR, yakni memberikan keadaan level logic 0 pada outputnya jika salah satu atau lebih inputnya berlogika 1. Simbol gerbang logika NOR 2 input :



Gambar 4.8. Simbol Gerbang NOR

F. EX-OR Gate

EX-OR singkatan dari Exclusive OR dimana jika input berlogic sama maka output akan berlogic 0 dan sebaliknya jika input berlogic beda maka output akan berlogic 1. Simbol gerbang logika EX-OR 2 input :



Gambar 4.9. Simbol Gerbang EXOR

G. EX-NOR

EX-NOR gate adalah kebalikan dari EX-OR gate dimana jika input berlogic sama maka output akan berlogic 1 dan sebaliknya jika input berlogic beda maka output akan berlogic 0. Simbol gerbang logika EX-NOR 2 input :



Gambar 4.10. Simbol Gerbang EX-NOR

3.3 Teorema Aljabar Boolean

Aljabar Boolean sangat penting peranannya di dalam proses perancangan maupun analisis rangkaian logika. Untuk memperoleh hasil rancangan yang berupa persamaan logika yang siap diimplementasikan, diperlukan tahap pemberlakuan kaidah-kaidah perancangan. Salah satu alat yang diperlukan di dalam tahap pemberlakuan kaidah-kaidah perancangan adalah aljabar Boolean. Demikian juga untuk proses analisis rangkaian logika, aljabar Boolean juga diperlukan sebagai alat untuk mengevaluasi output rangkaian logika. Terdapat dua jenis teorema dalam aljabar Boolean yaitu teorema variabel tunggal dan teorema variabel jamak. Masing-masing teorema tersebut memiliki teorema rangkapnya.

1. Teorema Variabel Tunggal

Teorema variabel tunggal aljabar Boolean diturunkan dari operasi logika dasar OR, AND dan NOT. Teorema pada operasi AND dapat diperoleh melalui teorema pada operasi OR dan sebaliknya. Untuk memperoleh suatu teorema dari teorema yang diketahui, dapat dilakukan dengan cara :

- ✓ mengubah tanda + menjadi dot (.) atau sebaliknya
- ✓ mengubah 1 menjadi 0 atau sebaliknya

Berdasarkan dengan cara tersebut diatas, dapat diambil contoh misalnya terdapat teorema (1) : $A+1 = 1$, maka menghasilkan teorema (2) : $A.0 = 0$.

Dari penjelasan diatas dapat dituliskan teorema-teorema aljabar Boolean untuk variabel tunggal seperti tersaji pada tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7. Teorema-teorema Aljabar Boolean untuk variabel tunggal

Teorema	Ekspresi	Sifat Rangkap
Satu dan Nol	Teorema (1): $A+1=1$	Teorema (2): $A.0=0$
Identitas	Teorema (3): $A+0=A$	Teorema (4): $A.1=A$
Idempoten	Teorema (5): $A+A=A$	Teorema (6): $A.A=A$
Komplemen	Teorema (7): $A+A=1$	Teorema (8): $A.A=0$
Involusi	Teorema (9): $A = A$	

2. Teorema Variabel Jamak

Teorema-teorema variabel jamak aljabar Boolean umumnya sama dengan teorema-teorema pada aljabar biasa. Seperti pada aljabar biasa, pada aljabar Boolean juga terdapat teori komutatif, asosiatif, dan distributif. Tabel 4.8 berikut menunjukkan teorema-teorema variabel jamak pada aljabar Booleanan.

Tabel 4.8. Teorema-teorema Aljabar Boolean Untuk Variabel Jamak

Teorema	Ekspresi	Sifat Rangkap
Komutatif	Teorema (10): $A+B=B+A$	Teorema (11): $AB=BA$
Asosiatif	Teorema (12): $A+(B+C)=(A+B)+C$	Teorema (13): $A(BC)=(AB)C$
Distributif	Teorema (14): $A+BC=(A+B)(A+C)$	Teorema (15): $A(B+C)=AB+AC$
Absorpsi	Teorema (16): $A+AB=A$ Teorema (18): $A+AB=A+B$	Teorema (17): $A(A+B)=A$ Teorema (19): $A(A+B)=AB$
De Morgan	Teorema (20): $A+B+\dots=A \cdot B \cdot \dots$	Teorema (21): $A \cdot B \cdot \dots=A + B + \dots$

BAB 5

CENTRAL PROCESSING UNIT

Pada bab ini akan dibahas tentang salah satu komponen penting dalam sistem komputer yaitu CPU (Central Processing Unit). Seperti telah dijelaskan pada bagian pengantar, bahwa komputer digital terdiri dari sistem prosesor atau sering disebut CPU, memori–memori, dan piranti masukan/keluaran yang saling berhubungan dan saling mendukung mewujudkan fungsi operasi komputer secara keseluruhan. CPU merupakan komponen yang mengolah data berdasarkan instruksi-instruksi yang diberikan padanya. Di bagian ini akan dipelajari mengenai komponen utama CPU, fungsi utama CPU yang meliputi siklus fetch and execution, dan fungsi interrupt.

5.1 Komponen Utama CPU

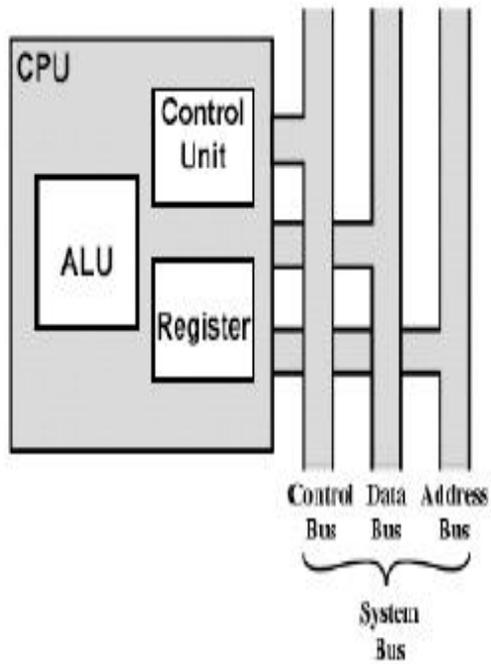
CPU merupakan komponen terpenting dari sistem komputer. CPU berfungsi mengolah data berdasarkan instruksi–instruksi yang diberikan kepadanya. Dalam mewujudkan fungsi dan tugasnya, CPU tersusun atas beberapa komponen sebagai bagian dari struktur CPU, seperti terlihat pada gambar 5.1 dan struktur detail internal CPU

terlihat pada gambar 5.2. CPU tersusun atas beberapa komponen, yaitu :

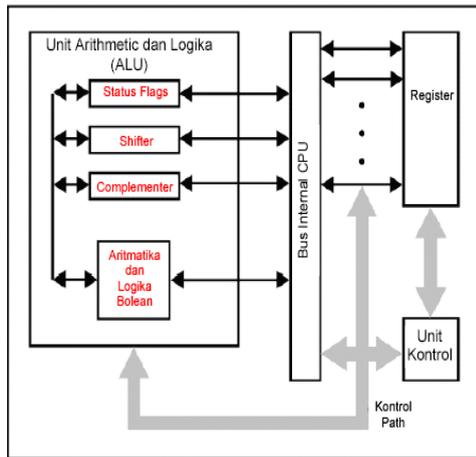
- *Arithmetic and Logic Unit* (ALU), bertugas membentuk fungsi–fungsi pengolahan data komputer. ALU sering disebut *mesin bahasa* (*machine language*) karena bagian ini mengerjakan instruksi–instruksi bahasa mesin yang diberikan padanya. Seperti istilahnya, ALU terdiri dari dua bagian, yaitu unit aritmetika dan unit logika Booleanan, yang masing–masing memiliki spesifikasi tugas tersendiri.
- *Control Unit*, bertugas mengontrol operasi CPU dan secara keseluruhan mengontrol komputer sehingga terjadi sinkronisasi kerja antar komponen dalam menjalankan fungsi–fungsi operasinya. Termasuk dalam tanggung jawab unit control adalah mengambil instruksi–instruksi dari memori utama dan menentukan jenis instruksi tersebut.
- *Registers*, adalah media penyimpan internal CPU yang digunakan saat proses pengolahan data. Memori ini bersifat sementara, biasanya digunakan untuk

menyimpan data saat diolah atau pun data untuk pengolahan selanjutnya.

- *CPU Interconnections*, adalah sistem koneksi dan bus yang menghubungkan komponen internal CPU, yaitu ALU, unit control dan register–register dan juga dengan bus–bus eksternal CPU yang menghubungkan dengan sistem lainnya, seperti memori utama, piranti masukan/keluaran.



Gambar 5.1 Komponen internal CPU

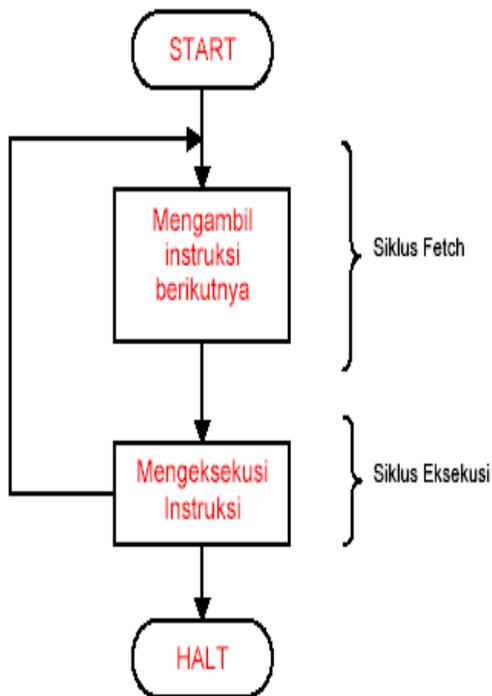


Gambar 5.2 Struktur detail internal CPU

5.2 Fungsi CPU

Fungsi CPU adalah menjalankan program-program yang disimpan dalam memori utama dengan cara mengambil instruksi-instruksi, menguji instruksi tersebut dan mengeksekusinya satu persatu sesuai alur perintah. Untuk memahami fungsi CPU dan caranya berinteraksi dengan komponen lain, perlu kita tinjau lebih jauh proses eksekusi program. Pandangan paling sederhana proses eksekusi program adalah dengan mengambil pengolahan instruksi yang terdiri dari dua langkah, yaitu: operasi pembacaan

instruksi (*fetch*) dan operasi pelaksanaan instruksi (*execute*). *Siklus instruksi* yang terdiri dari siklus fetch dan siklus eksekusi diperlihatkan pada gambar 4.3 berikut.



Gambar 5.3 Siklus instruksi dasar

5.3 Siklus Fetch - Eksekusi

Pada setiap siklus instruksi, CPU awalnya akan membaca instruksi dari memori. Terdapat register dalam

CPU yang berfungsi mengawasi dan menghitung instruksi selanjutnya, yang disebut *Program Counter (PC)*. PC akan menambah satu hitungannya setiap kali CPU membaca instruksi.

Instruksi–instruksi yang dibaca akan dibuat dalam register instruksi (IR). Instruksi–instruksi ini dalam bentuk kode–kode biner yang dapat diinterpretasikan oleh CPU kemudian dilakukan aksi yang diperlukan. Aksi– aksi ini dikelompokkan menjadi empat kategori, yaitu :

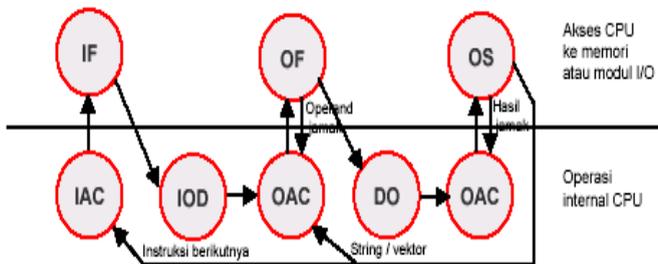
- *CPU – Memori*, perpindahan data dari CPU ke memori dan sebaliknya.
- *CPU – I/O*, perpindahan data dari CPU ke modul I/O dan sebaliknya.
- *Pengolahan Data*, CPU membentuk sejumlah operasi aritmatika dan logika terhadap data.
- *Kontrol*, merupakan instruksi untuk pengontrolan fungsi atau kerja. Misalnya instruksi pengubahan urusan eksekusi.

Perlu diketahui bahwa siklus eksekusi untuk suatu instruksi dapat melibatkan lebih dari sebuah referensi ke

memori. Disamping itu juga, suatu instruksi dapat menentukan suatu operasi I/O. Perhatikan gambar 4.4 yang merupakan detail siklus operasi pada gambar 4.3, yaitu :

- *Instruction Address Calculation (IAC)*, yaitu mengkalkulasi atau menentukan alamat instruksi berikutnya yang akan dieksekusi. Biasanya melibatkan penambahan bilangan tetap kealamat instruksi sebelumnya. Misalnya, bila panjang setiap instruksi 16 bit padahal memori memiliki panjang 8 bit, maka tambahkan 2 ke alamat sebelumnya.
- *Instruction Fetch (IF)*, yaitu membaca atau mengambil instruksi dari lokasi memorinya ke CPU.
- *Instruction Operation Decoding (IOD)*, yaitu menganalisa instruksi untuk menentukan jenis operasi yang akan dibentuk dan operand yang akan digunakan.
- *Operand Address Calculation (OAC)*, yaitu menentukan alamat operand, hal ini dilakukan apabila melibatkan referensi operand pada memori.

- *Operand Fetch (OF)*, adalah mengambil operand dari memori atau dari modul I/O.
- *Data Operation (DO)*, yaitu membentuk operasi yang diperintahkan dalam instruksi.
- *Operand store (OS)*, yaitu menyimpan hasil eksekusi dalam memori.



Gambar 4.4 Diagram siklus instruksi

5.4 Fungsi Interrupt

Fungsi interupsi adalah mekanisme penghentian atau pengalihan pengolahan instruksi dalam CPU kepada routine interupsi. Hampir semua modul (memori dan I/O) memiliki mekanisme yang dapat menginterupsi kerja CPU.

Tujuan interupsi secara umum untuk manajemen pengekseskuan routine instruksi agar efektif dan efisien antar

CPU dan modul–modul I/O maupun memori. Setiap komponen komputer dapat menjalankan tugasnya secara bersamaan, tetapi kendali terletak pada CPU disamping itu kecepatan eksekusi masing–masing modul berbeda sehingga dengan adanya fungsi interupsi ini dapat sebagai sinkronisasi kerja antar modul. Macam–macam kelas sinyal interupsi:

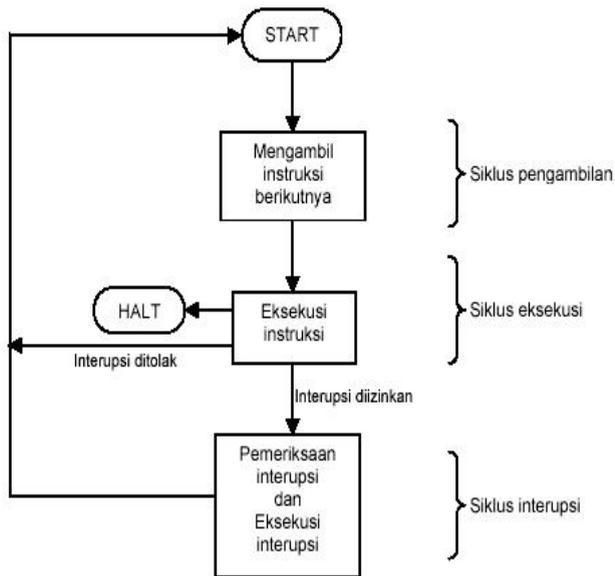
- *Program*, yaitu interupsi yang dibangkitkan dengan beberapa kondisi yang terjadi pada hasil eksekusi program. Contohnya: arimatika over flow, pembagian nol, operasi ilegal.
- *Timer*, adalah interupsi yang dibangkitkan pewaktuan dalam prosesor. Sinyal ini memungkinkan sistem operasi menjalankan fungsi tertentu secara reguler.
- *I/O*, sinyal interupsi yang dibangkitkan oleh modul I/O sehubungan pemberitahuan kondisi error dan penyelesaian suatu operasi.
- *Hardware failure*, adalah interupsi yang dibangkitkan oleh kegagalan daya atau kesalahan paritas memori.

Dengan adanya mekanisme interupsi, prosesor dapat digunakan untuk mengeksekusi instruksi– instruksi lain. Saat

suatu modul telah selesai menjalankan tugasnya dan siap menerima tugas berikutnya maka modul ini akan mengirimkan permintaan interupsi ke prosesor. Kemudian prosesor akan menghentikan eksekusi yang dijalankannya untuk menhandel routine interupsi. Setelah program interupsi selesai maka prosesor akan melanjutkan eksekusi programnya kembali. Saat sinyal interupsi diterima prosesor ada dua kemungkinan tindakan, yaitu interupsi diterima/ditangguhkan dan interupsi ditolak. Apabila interupsi ditangguhkan, prosesor akan melakukan hal– hal dibawah ini:

1. Prosesor menangguhkan eksekusi program yang dijalankan dan menyimpan konteksnya. Tindakan ini adalah menyimpan alamat instruksi berikutnya yang akan dieksekusi dan data lain yang relevan.
2. Prosesor menyetel program counter (PC) kealamat awal routine *interrupthandler*.

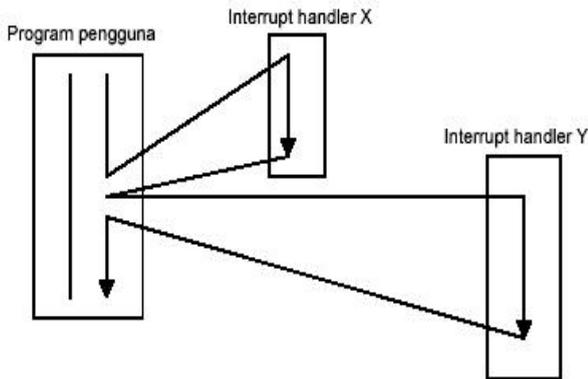
Gambar 4.5 berikut menjelaskan siklus eksekusi oleh prosesor dengan adanya fungsi interupsi.



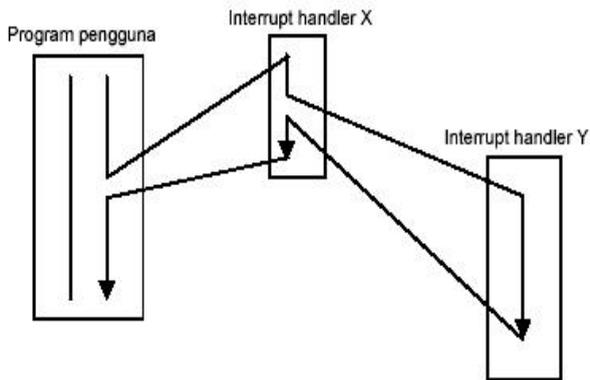
Gambar 5.5 Siklus eksekusi instruksi dengan interrupt

Untuk sistem operasi yang kompleks sangat dimungkinkan adanya interupsi ganda (*multiple interrupt*). Misalnya suatu komputer akan menerima permintaan interupsi saat proses pencetakan dengan printer selesai, disamping itu dimungkinkan dari saluran komunikasi akan mengirimkan permintaan interupsi setiap kali data tiba. Dalam hal ini prosesor harus menangani interupsi ganda. Dapat diambil dua buah pendekatan untuk menangani

interupsi ganda ini. Pertama adalah menolak atau tidak mengizinkan interupsi lain saat suatu interupsi ditangani prosesor. Kemudian setelah prosesor selesai menangani suatu interupsi maka interupsi lain baru ditangani. Pendekatan ini disebut *pengolahan interupsi berurutan/sekuensial*. Pendekatan ini cukup baik dan sederhana karena interupsi ditangani dalam urutan yang cukup ketat. Kelemahan pendekatan ini adalah metode ini tidak memperhitungkan prioritas interupsi. Pendekatan ini diperlihatkan pada gambar 5.6a.



(a) Pengolahan interupsi sekuensial



(b) Pengolahan interupsi bersarang

Gambar 5.6 Transfer pengendalian pada interupsi ganda
Pendekatan kedua adalah dengan mendefinisikan prioritas bagi interupsi dan *interrupt handler* mengizinkan interupsi

berprioritas lebih tinggi ditangani terlebih dahulu. Pendekatan ini disebut *pengolahan interupsi bersarang*. Metode ini digambarkan pada gambar 7.6b.

Sebagai contoh untuk pendekatan bersarang, misalnya suatu sistem memiliki tiga perangkat I/O: printer, disk, dan saluran komunikasi, masing-masing prioritasnya 2, 4 dan 5. Pada awal sistem melakukan pencetakan dengan printer, saat itu terdapat pengiriman data pada saluran komunikasi sehingga modul komunikasi meminta interupsi. Proses selanjutnya adalah pengalihan eksekusi interupsi modul komunikasi, sedangkan interupsi printer ditangguhkan. Saat pengekseskuan modul komunikasi terjadi interupsi disk, namun karena prioritasnya lebih rendah maka interupsi disk ditangguhkan. Setelah interupsi modul komunikasi selesai akan dilanjutkan interupsi yang memiliki prioritas lebih tinggi, yaitu disk. Bila interupsi disk selesai dilanjutkan eksekusi interupsi printer. Selanjutnya dilanjutkan eksekusi program utama.

Dalam bab ini, akan dijelaskan topik-topik seperti operasi sel memori, karakteristik sistem memori, keandalan memori, satuan memori, memori utama semikonduktor, dan cache memori yang semuanya berkaitan dengan memori internal. Penting untuk dipahami bahwa tanpa adanya memori sebagai tempat untuk menyimpan informasi yang dapat dibaca dan ditulis oleh prosesor, komputer-komputer digital dengan sistem penyimpanan program tidak akan ada. Memori sendiri dapat dibagi menjadi dua jenis utama, yaitu memori internal (atau memori utama) dan memori eksternal (atau memori sekunder).

6.1 Operasi Sel Memori

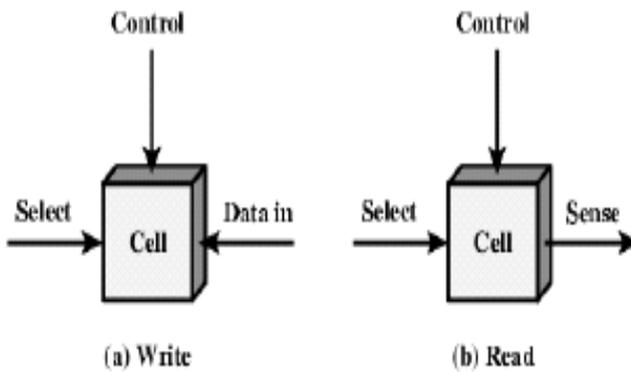
Memori, dalam konteks komputer, berfungsi sebagai tempat penyimpanan program-program dan data-data. Beberapa pakar komputer, terutama yang berasal dari Inggris, sering menggunakan istilah "store" atau "storage" untuk merujuk pada memori, meskipun kata "storage" kadang-kadang digunakan untuk merujuk pada penyimpanan disket. Meskipun konsepnya sederhana, memori komputer memiliki berbagai jenis, teknologi, organisasi, kinerja, dan harganya

yang beragam. Memori dapat dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu memori internal (atau memori utama) dan memori eksternal (atau memori sekunder). Memori internal adalah jenis memori yang dapat diakses langsung oleh prosesor. Terdapat beberapa jenis memori internal, termasuk register yang terletak dalam prosesor, cache memori, dan memori utama yang berada di luar prosesor. Di sisi lain, memori eksternal adalah jenis memori yang diakses oleh prosesor melalui perangkat I/O, seperti disket dan hardisk. Sel memori merupakan elemen dasar dari semua jenis memori, meskipun mereka menggunakan berbagai teknologi elektronik, mereka memiliki sifat-sifat tertentu:

- Sel memori memiliki dua keadaan stabil (atau semi-stabil) yang dapat digunakan untuk merepresentasikan bilangan biner 1 atau 0.
- Sel memori memiliki kemampuan untuk ditulisi, setidaknya satu kali.
- Sel memori memiliki kemampuan untuk dibaca.

Gambar 5.1 menjelaskan operasi sel memori. Umumnya, sel memori memiliki tiga terminal fungsi yang mampu

membawa sinyal listrik. Terminal select berfungsi memilih operasi tulis atau baca. Untuk penulisan, terminal lainnya menyediakan sinyal listrik yang mengatur keadaan sel menjadi bernilai 1 atau 0, sedangkan untuk operasi pembacaan, terminal ini digunakan sebagai keluaran.



Gambar 6.1. Operasi Sel Memori

6.2 Karakteristik Sistem Memori

Agar dapat memahami sistem memori secara menyeluruh, penting untuk mengetahui karakteristik-karakteristik kuncinya. Tabel 6.1 berikut ini menyajikan karakteristik penting dari sistem memori:

Tabel 6.1 Karakteristik penting sistem memori computer

Karakteristik	Macam/Keterangan
Lokasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. CPU 2. Internal(main) 3. External(secondary)
Kapasitas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ukuran word 2. Jumlah word
Satuan transfer	<ol style="list-style-type: none"> 1. Word 2. Block
Metode akses	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sequential access 2. Direct access 3. Random access 4. Associative access
Kinerja	<ol style="list-style-type: none"> 1. Accesstime 2. Cycletime 3. Transferrate
Tipe fisik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Semi konduktor 2. Magnetik
Karakteristik fisik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Volatile/nonvolatile 2. Erasable/nonerasable

Jika kita memandang dari segi lokasi, terdapat beberapa jenis memori yang dapat dibedakan, yaitu register, memori internal, dan memori eksternal. Register adalah bagian dari chip prosesor, dan prosesor dapat mengaksesnya secara langsung saat menjalankan operasinya. Register berfungsi sebagai memori sementara yang digunakan dalam

perhitungan dan pengolahan data di dalam prosesor. Sementara itu, memori internal adalah jenis memori yang terletak di luar chip prosesor, namun masih dapat diakses langsung oleh prosesor. Memori internal dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu memori utama dan cache memori. Memori eksternal, di sisi lain, dapat diakses oleh prosesor melalui perangkat I/O, dan jenis memori ini dapat berupa disk atau pita.

Karakteristik lain yang perlu diperhatikan adalah kapasitas memori. Kapasitas memori, baik internal maupun eksternal, biasanya diukur dalam bentuk byte (1 byte = 8 bit) atau word. Panjang word umumnya adalah 8, 16, atau 32 bit. Memori eksternal biasanya memiliki kapasitas yang lebih besar daripada memori internal, hal ini disebabkan oleh perbedaan dalam teknologi dan sifat penggunaannya.

Selanjutnya, karakteristik penting adalah satuan transfer. Untuk memori internal, satuan transfer sejajar dengan jumlah saluran data yang masuk dan keluar dari modul memori. Jumlah saluran ini seringkali sesuai dengan panjang word,

meskipun ada kemungkinan perbedaan. Terdapat tiga konsep yang terkait dengan satuan transfer:

- Word, sebagai satuan "alami" dalam organisasi memori, memiliki ukuran yang biasanya sama dengan jumlah bit yang digunakan untuk merepresentasikan bilangan dan panjang instruksi.
- Addressable sistem units, dalam beberapa sistem, satuan yang dapat diakses adalah word. Namun, terdapat sistem yang tidak mengenal satuan byte. Dalam semua kasus, hubungan antara panjang A dari alamat dan jumlah unit yang dapat diakses adalah $2^A = N$.
- Unit of transfer, adalah jumlah bit yang dibaca atau ditulis ke dalam memori pada satu waktu tertentu. Pada memori eksternal, transfer data biasanya lebih besar daripada satu word dan disebut sebagai block.

Perbedaan yang mencolok di antara jenis-jenis memori adalah metode aksesnya, yang dapat dikelompokkan menjadi empat macam metode:

Sequential access, di mana memori diatur dalam unit-unit data yang disebut record. Akses harus dilakukan dalam urutan linier yang tertentu. Informasi alamat digunakan untuk memisahkan dan mencari record-record, dan ada mekanisme bersama untuk membaca/menulis data dalam memori. Metode ini digunakan dalam pita magnetik.

Direct access, mirip dengan sequential access dengan memiliki mekanisme bersama untuk membaca/menulis. Setiap blok dan record memiliki alamat unik berdasarkan lokasi fisiknya. Akses dilakukan langsung pada alamat memori. Disk adalah jenis memori direct access.

Random access, di mana setiap lokasi memori dapat diakses dan dialamatkan secara acak. Contoh dari jenis ini adalah memori utama komputer.

Associative access, adalah bentuk random access yang memungkinkan pencocokan lokasi bit yang diinginkan untuk mencari data berdasarkan isinya, bukan alamatnya dalam memori. Cache memori adalah contoh dari jenis ini dan akan dibahas lebih lanjut di bab selanjutnya.

Berdasarkan karakteristik unjuk kerja, terdapat tiga parameter utama yang digunakan untuk mengukur unjuk kerja, yaitu:

- Access time, yang pada random access memory adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan operasi baca atau tulis. Sedangkan pada memori non-random access, ini adalah waktu yang dibutuhkan untuk mekanisme baca atau tulis pada lokasi tertentu.
- Memory cycle time, yang digunakan dalam random access memory dan mencakup access time ditambah dengan waktu yang diperlukan untuk transien agar hilang pada saluran sinyal.
- Transfer rate, adalah kecepatan transfer data ke atau dari unit memori. Pada random access memory, ini sama dengan 1 dibagi dengan cycle time. Sedangkan pada memori non-random access, kecepatan transfer dihitung dengan rumus lain:

$$T_N = T_A + \frac{N}{R}$$

T_N = waktu rata – rata untuk membaca atau menulis N bit

T_A = waktu akses rata – rata

N = jumlah bit

R = kecepatan transfer dalam bit perdetik (bps)

Jenis memori fisik yang digunakan saat ini adalah memori semikonduktor dengan teknologi VLSI (Very Large Scale Integration) dan memori berbasis permukaan magnetik, seperti yang digunakan dalam disk dan pita magnetik. Berdasarkan karakteristik fisiknya, media penyimpanan dapat dibedakan menjadi volatile (yang kehilangan informasi saat daya listrik dimatikan) dan non-volatile (yang tetap menyimpan informasi meskipun daya listrik dimatikan).

Memori permukaan magnetik adalah contoh dari non-volatile memory, sementara memori semikonduktor dapat memiliki jenis yang volatile dan non-volatile.

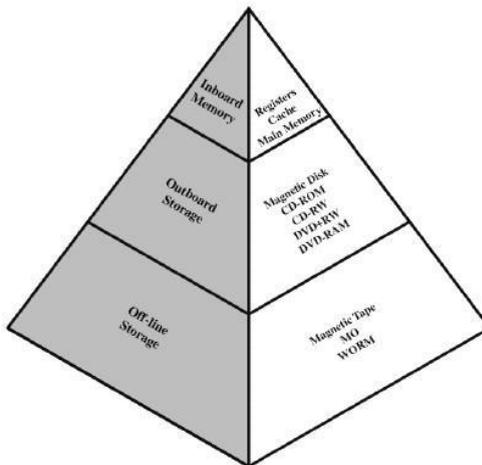
Ada jenis memori semikonduktor yang tidak dapat dihapus kecuali dengan menghancurkan unit penyimpanannya, yang dikenal sebagai ROM (Read Only Memory).

6.3 Keandalan Memori.

Para perancang memperhadapkan dilema di mana mereka ingin menggunakan teknologi dengan kapasitas memori yang besar untuk mengurangi harga per bit, namun,

dibatasi oleh kemampuan teknologi dalam mencapai waktu akses yang cepat. Salah satu pendekatan untuk mengatasi dilema ini adalah dengan mengadopsi hirarki memori. Seperti yang terlihat pada Gambar 8.2, semakin rendah dalam hirarki memori, maka hal-hal berikut terjadi:

- Harga per bit menurun.
- Kapasitas meningkat.
- Waktu akses meningkat.
- Frekuensi akses memori oleh CPU menurun.



Gambar 6.2 Hirarki memori

Tipe memori	Teknologi	Ukuran	Waktu akses
Cache Memory	Semikonduktor RAM	128 – 512 KB	10 ns
Memori Utama	Semikonduktor RAM	4 – 128 MB	50 ns
Disk magnetik	Hard Disk	Gigabyte	10 ms, 10MB/det
Disk Optik	CD-ROM	Gigabyte	300ms, 600KB/det

Kunci keberhasilan hirarki ini terletak pada penurunan frekuensi aksesnya. Semakin lambat memori, semakin jarang CPU harus mengaksesnya. Ini memungkinkan sistem komputer tetap beroperasi dengan kecepatan tinggi sementara memenuhi kebutuhan kapasitas memori yang besar. Anda dapat melihat detail spesifikasi memori dalam Tabel 8.2.

6.4 Satuan Memori

Satuan dasar dalam memori adalah bit, yaitu digit biner yang dapat berisi nilai 0 atau 1. Bit merupakan satuan paling sederhana dalam representasi data. Memori juga dapat diukur dalam byte, di mana 1 byte setara dengan 8 bit. Kumpulan byte ini kemudian disebut sebagai word. Panjang word yang umum digunakan adalah 8, 16, atau 32 bit.

Tabel 6.3 Tingkatan satuan memori

Symbol			Numberofbytes
Kilobytes	Kb	2e10	1024
Megabyte	Mb	2e20	1,048,576
Gigabyte	Gb	2e30	1,073,741,824
Terabyte	Tb	2e40	1,099,511,627,776

Pada komputer lama, bentuk umum dari memori utama yang menggunakan random access memory adalah sebuah piringan ferromagnetik yang berlubang, dikenal dengan istilah "core," sebuah istilah yang masih digunakan hingga saat ini.

6.5 Jenis Memori Random Akses

Semua jenis memori yang dibahas dalam bagian ini adalah tipe random akses, yang berarti data dapat diakses langsung melalui logika pengalamatan yang terkoneksi. Tabel 8.4 berisi daftar jenis memori semikonduktor utama. Salah satu ciri khas dari RAM (Random Access Memory) adalah kemampuannya untuk membaca dan menulis data ke dalam memori dengan cepat dan mudah. Aspek lain yang membedakan RAM adalah sifat volatilnya, yang berarti RAM hanya dapat menyimpan data sementara.

Saat ini, ada dua teknologi utama yang berkembang dalam RAM: statis dan dinamis. RAM dinamis menggunakan sel-sel yang menyimpan data dalam bentuk muatan listrik pada kapasitor. Karena kapasitor memiliki kecenderungan alami untuk kehilangan muatan, RAM dinamis memerlukan pengisian muatan listrik secara berkala untuk menjaga penyimpanan data. Sementara itu, RAM statik menyimpan data menggunakan konfigurasi gate logika flip-flop tradisional dan dapat menyimpan data selama ada pasokan daya listrik.

RAM statik dan dinamik adalah jenis memori volatile, artinya data dalam RAM akan hilang ketika daya listrik terputus. RAM dinamik lebih sederhana dan ekonomis dibandingkan dengan RAM statik, sehingga lebih cocok digunakan untuk kapasitas memori yang besar. Namun, RAM statik umumnya lebih cepat dalam aksesnya. Read-only memory (ROM), seperti namanya, berbeda secara fundamental dengan RAM. ROM berisi pola data permanen yang tidak dapat diubah. Keuntungan ROM adalah kemampuan untuk menyimpan data yang perlu keamanan dan

tidak boleh diubah, seperti sistem operasi. Namun, kerugian dari ROM adalah bahwa data tidak dapat diubah jika terjadi kesalahan atau perubahan yang diperlukan.

Untuk mengatasi kerugian ini, jenis ROM yang dapat diprogram, yang disebut PROM (Programmable Read-Only Memory), dikembangkan. ROM dan PROM bersifat non-volatile, yang berarti data dalamnya tetap ada bahkan tanpa daya listrik. Proses penulisan PROM melibatkan penggunaan peralatan khusus. Jenis ROM lainnya adalah read-mostly memory, yang sangat cocok untuk aplikasi di mana operasi pembacaan jauh lebih sering daripada operasi penulisan. Terdapat tiga jenis utama: EPROM, EEPROM, dan flash memory.

EEPROM (electrically erasable programmable read-only memory) adalah jenis memori yang dapat ditulis ulang tanpa menghapus isi sebelumnya. EEPROM menggabungkan keuntungan dari sifat non-volatile dengan kemampuan fleksibel untuk di-update. Memori semikonduktor terbaru adalah flash memory, diperkenalkan pada tahun 1980-an, yang memiliki keunggulan dalam kecepatan penulisan

program. Flash memory menggunakan teknologi penghapusan dan penulisan elektrik. Seperti EPROM, flash memory hanya memerlukan satu transistor per byte, sehingga dapat mencapai tingkat kepadatan tinggi.

Dalam bab ini, kami akan membahas bagaimana komponen sistem komputer terhubung satu sama lain untuk menjalankan fungsinya. Kami akan menjelajahi konsep interkoneksi bus dan pertimbangan perancangan yang terkait. Selain itu, kami akan memberikan contoh-contoh dari bus yang sedang berkembang dalam konteks komputer saat ini.

7.1 BUS

Dalam konteks arsitektur komputer, sebuah bus adalah sebuah sistem komunikasi yang berfungsi untuk mengirimkan data antara berbagai komponen yang ada dalam sebuah komputer atau bahkan antara komputer dengan komputer lainnya. Bus ini mencakup seluruh perangkat keras yang terlibat dalam proses komunikasi, termasuk kabel, serat optik, serta perangkat lunak yang mencakup protokol komunikasi komputer. Pada awalnya, bus terdiri dari sejumlah kabel listrik yang diatur secara paralel untuk menghubungkan berbagai perangkat keras. Namun, komputer modern menggunakan berbagai jenis koneksi, baik yang paralel maupun serial, dan dapat diatur dalam berbagai topologi yang berbeda. Secara umum, bus dapat

dikelompokkan menjadi dua kategori utama, yaitu bus internal dan eksternal.

7.2 BUS INTERNAL

Bus Internal, yang sering dikenal sebagai data bus, memori bus, system bus, atau front side bus, berperan dalam menghubungkan semua komponen internal dalam sebuah komputer, seperti CPU dan memori, dengan motherboard. Terkadang, bus internal ini juga disebut sebagai bus lokal karena digunakan untuk menghubungkan perangkat-perangkat lokal. Salah satu karakteristik utama dari bus internal adalah kecepatannya yang relatif tinggi, dan ia beroperasi secara independen dari operasi komputer lainnya.

7.3. BUS EKSTERNAL

Bus eksternal, yang juga dikenal sebagai ekspansi bus, adalah jalur elektronik yang menghubungkan berbagai perangkat eksternal, seperti printer, scanner, speaker, dan perangkat lainnya, ke dalam komputer.

7.4. SISTEM BUS

Sistem bus adalah sekelompok jalur yang terdiri dari kabel dan konektor yang digunakan untuk mengirimkan data

antara prosesor dalam sebuah komputer ke dan dari memori utama. Bus ini menyediakan jalur komunikasi untuk data dan sinyal kontrol yang bergerak antara komponen-komponen utama dalam sebuah sistem komputer. Sistem bus ini menggabungkan fungsi dari tiga bus utama, yaitu data bus, address bus, dan control bus. Setiap bus memiliki fungsi dan karakteristik yang berbeda. Berikut adalah penjelasan masing-masing bus tersebut:

a. Data Bus

Data Bus adalah jalur yang digunakan untuk mengirim data dalam sistem komputer. Misalnya, ketika kita ingin menyimpan sebuah variabel dalam program, data tersebut akan dikirim melalui data bus ke perangkat penyimpanan atau memori komputer. Sebagai contoh yang lebih konkret, ketika kita mengetik teks dalam perangkat pemrosesan kata, teks tersebut akan dikirim melalui data bus ke memori komputer.

b. Address Bus

Address Bus digunakan untuk menandai lokasi sumber dan tujuan dalam proses transfer data. Contoh penggunaan

address bus adalah ketika kita ingin mengetahui atau menandai lokasi di mana data tersimpan dalam memori. Misalnya, jika data teks yang kita ketik harus disimpan, address bus akan digunakan untuk menandai lokasi penyimpanan teks tersebut dalam memori komputer.

c. Control Bus

Control bus adalah bus yang digunakan untuk mengontrol penggunaan dan hak akses dari address bus. Bus ini memiliki peran yang sangat penting di antara semua bus lainnya, karena digunakan untuk mengontrol data bus, address bus, dan semua modul dalam komputer. Control bus mengirimkan sinyal-sinyal kontrol yang diperlukan untuk pengolahan data oleh komputer. Sebagai contoh, dalam kasus penyimpanan teks yang kita tulis, ketika data bus membawa data dan address bus ingin menyimpan data tersebut di alamat tertentu, kedua bus tersebut memerlukan izin dari control bus untuk melakukan penyimpanan data di alamat yang ditentukan.

BAB

8

PERALATAN PENYIMPANAN DATA

Dalam bab ini, kita akan mengulas topik mengenai memori sekunder atau memori eksternal. Materi ini akan membahas berbagai jenis memori eksternal yang dikelompokkan berdasarkan jenisnya, seperti magnetic disk, RAID, optical disk, dan pita magnetik. Kita akan memahami bahwa hanya mengandalkan memori utama saja tidak akan cukup untuk kebutuhan penyimpanan data yang lebih besar dan portabilitas data. Oleh karena itu, diperlukan perangkat tambahan untuk menyimpan data yang lebih besar dan dapat dibawa ke berbagai tempat. Namun, perlu diingat bahwa semakin besar perangkat penyimpanan yang digunakan, akan berdampak pada waktu yang diperlukan untuk memproses data. Oleh karena itu, kita akan menjelaskan beberapa perangkat penyimpanan yang relevan dalam bab ini.

8.1 Magnetik Disk

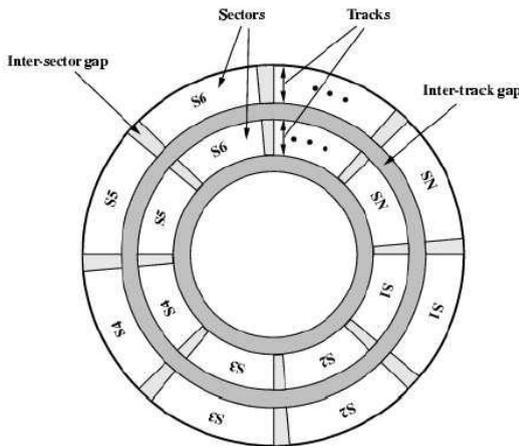
Disk adalah perangkat penyimpanan berbentuk piringan bundar yang terbuat dari bahan khusus, seperti logam atau plastik, dengan permukaannya dilapisi material yang dapat di-magnetisasi. Mekanisme baca dan tulis pada disk menggunakan sebuah komponen yang disebut head, yang

pada dasarnya adalah sebuah kumparan penghantar (conducting coil). Dalam desain fisiknya, head bersifat statis, sementara piringan disk berputar sesuai dengan kendali yang diberikan. Tata letak data pada disk dijelaskan dalam Gambar 8.1 dan Gambar 8.2.

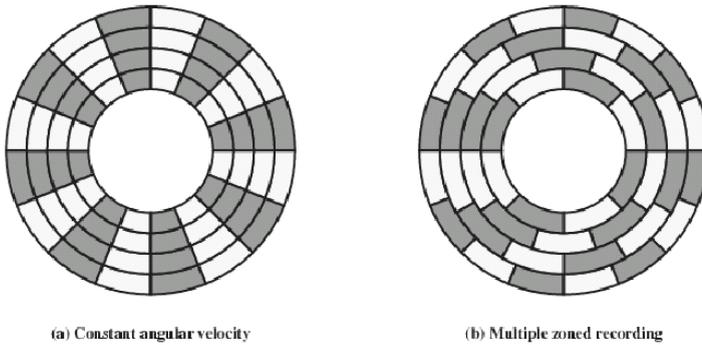
Data pada disk diatur dalam dua metode tata letak yang umum digunakan, yaitu "constant angular velocity" dan "multiple zoned recording." Disk dibagi menjadi cincin-cincin konsentris yang disebut track, dengan setiap track dipisahkan oleh gap. Gap ini berfungsi untuk mencegah atau mengurangi kesalahan pembacaan dan penulisan yang mungkin terjadi akibat pergeseran head atau interferensi medan magnet. Data yang memiliki nilai bit yang sama akan ditempatkan pada sejumlah track yang tersedia. Seiring pergerakan menuju bagian dalam disk, kerapatan data akan meningkat.

Data dikirim ke dan dari disk dalam bentuk blok data, yang biasanya memiliki kapasitas lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas sebuah track. Blok-blok data tersebut disimpan dalam bagian disk yang disebut sebagai sector.

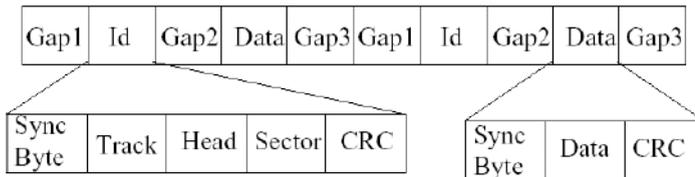
Oleh karena itu, satu track biasanya terdiri dari beberapa sector, dengan jumlahnya berkisar antara 10 hingga 100 sector per track. Pertanyaannya adalah bagaimana mekanisme pembacaan dan penulisan data pada disk bekerja? Untuk melakukan ini, head harus mampu mengidentifikasi titik awal atau posisi sector dan track dari suatu data. Caranya adalah dengan menambahkan header data tambahan ke dalam data yang disimpan. Header data tambahan ini berisi informasi tentang lokasi sector dan track dari data tersebut. Perlu dicatat bahwa informasi header ini hanya digunakan oleh sistem drive disk dan tidak dapat diakses oleh pengguna.



Gambar 8.1 Layout data disk



Gambar 7.2 Metode layuot data disk



Gambar 8.3 Format data pada track disk

Gambar 8.3 di atas memberikan gambaran tentang bagaimana data pada disk diformat. Field ID, yang berperan sebagai header data, digunakan oleh drive disk untuk menentukan posisi sector dan track. Byte SYNCH adalah pola bit yang berfungsi sebagai penanda awal dari field data.

8.2 Karakteristik Magnetik Disk

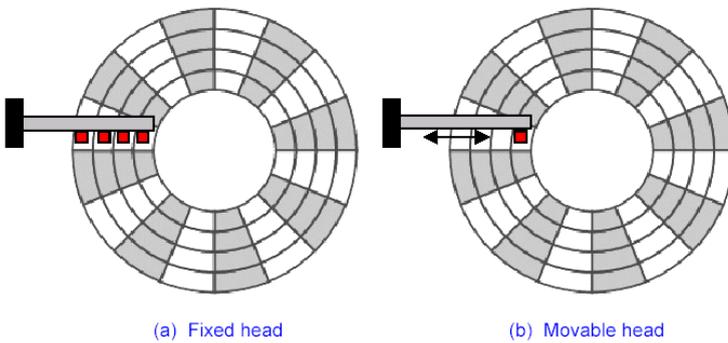
Saat ini, berbagai jenis disk magnetik telah beredar di pasaran, masing-masing memiliki spesifikasi yang sesuai dengan kebutuhan penggunaannya. Tabel 8.1 menghadirkan daftar karakteristik utama dari berbagai jenis disk tersebut

Tabel 8.1 Karakteristik magnetik disk

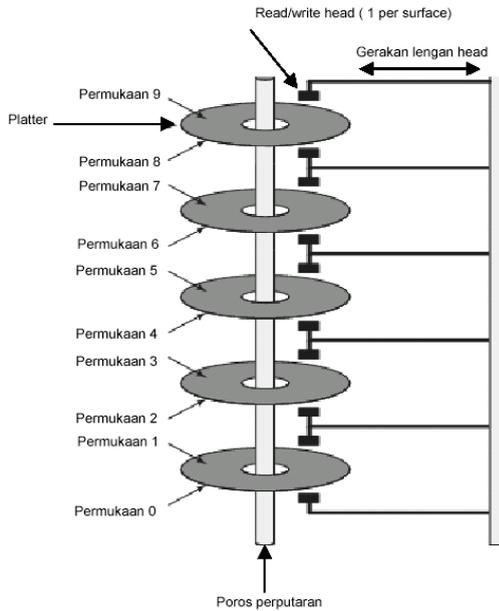
Karakteristik Macam	Karakteristik Macam
Gerakan head 1. Fixed head (satu per track)	Gerakan head 1. Fixed head (satu per track)
2. Movable head (satu per surface)	2. Movable head (satu per surface)
Portabilitas disk 1. Nonremovable disk	Portabilitas disk 1. Nonremovable disk
2. Removable disk	2. Removable disk
Sides 1. Single-sided	Sides 1. Single-sided

Jenis-jenis head dalam konteks gerakan head dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu head tetap (fixed head) dan head bergerak (movable head), seperti yang terlihat pada Gambar 8.4. Pada head tetap, setiap track memiliki kepala head sendiri, sedangkan pada head bergerak, satu kepala head digunakan untuk beberapa track dalam satu muka disk. Mekanisme dalam head bergerak melibatkan pergerakan

lengan head untuk menuju track yang diinginkan, yang dikendalikan oleh perintah dari drive disk-nya.



Gambar 8.4 Macam disk berdasar gerakan head



Gambar 8.5 Disk piringan banyak (*multiple platters disk*)
Berdasarkan portabilitasnya, karakteristik disk dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu disk yang tetap (*nonremovable disk*) dan disk yang dapat dipindah (*removable disk*). Keuntungan dari penggunaan disk yang dapat dipindah adalah fleksibilitas yang lebih besar dan kapasitas disk yang tidak terbatas.

Selain itu, karakteristik disk dapat pula dilihat berdasarkan jumlah sisi atau muka sisinya, yaitu ada yang hanya memiliki satu sisi (single sides) dan ada yang memiliki dua sisi (double sides). Selanjutnya, berdasarkan jumlah piringannya (platters), disk dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu disk dengan satu piringan (single platter) dan disk dengan banyak piringan (multiple platter). Gambaran visual tentang disk dengan banyak piringan dapat ditemukan dalam gambar 8.5.

Terakhir, mekanisme head juga memainkan peran penting dalam karakteristik disk. Terdapat tiga jenis mekanisme head, yaitu head yang bersentuhan langsung dengan disk (contact), seperti pada floppy disk. Ada juga head yang memiliki celah yang dapat bergerak atau tidak bergerak tergantung pada medan magnetnya. Jarak antara head dan disk disesuaikan dengan kepadatan data yang ada di disk. Semakin padat data, semakin dekat jarak head dengan disk, tetapi ini juga meningkatkan risiko kesalahan baca. IBM mengembangkan teknologi Winchester yang mengatasi masalah celah head dengan memperkenalkan model head

aerodinamis. Head ini berbentuk lembaran timah yang berada di permukaan disk ketika tidak ada pergerakan. Saat disk berputar, head akan mengangkat dirinya sendiri. Istilah "Winchester" pertama kali diperkenalkan oleh IBM pada model disk 3340 mereka. Model ini adalah removable disk pack yang menggunakan rancangan head aerodinamis. Saat ini, istilah "Winchester" digunakan secara umum untuk mengacu pada disk drive yang menggunakan pack dan memiliki desain head aerodinamis

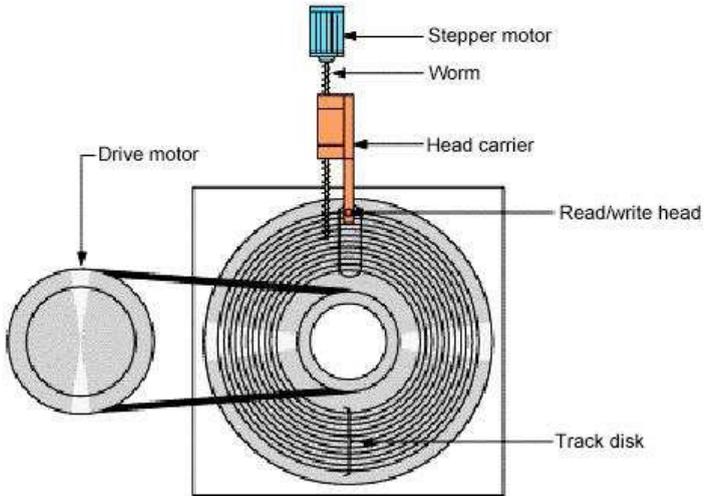
Disk drive beroperasi pada kecepatan yang konstan. Agar dapat melakukan operasi membaca dan menulis data, head perlu berada di trek yang diinginkan dan di awal sektor yang sesuai. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai trek yang diinginkan ini disebut sebagai seek time. Setelah mencapai trek yang diinginkan, disk memerlukan waktu tambahan untuk menghadapkan sektor yang dituju dengan headnya, yang dikenal sebagai rotational latency. Kombinasi dari seek time dan rotational latency ini dikenal sebagai access time. Dengan kata lain, access time adalah waktu yang dibutuhkan oleh disk untuk berada dalam posisi siap

membaca atau menulis data. Selanjutnya, akan dijelaskan beberapa jenis memori eksternal yang menggunakan teknologi magnetik disk, seperti floppy disk (disket), harddisk model IDE, dan harddisk model SCSI.

8.3 Floppy Disk (Disket)

Dengan perkembangan komputer pribadi, kebutuhan akan media penyimpanan untuk mendistribusikan perangkat lunak dan pertukaran data menjadi semakin mendesak. Sebagai solusinya, IBM memperkenalkan disket atau floppy disk. Karakteristik utama dari disket ini adalah head yang bersentuhan langsung dengan permukaan disk saat membaca dan menulis data. Sayangnya, hal ini membuat disket memiliki umur yang relatif singkat dan rentan terhadap kerusakan.

Untuk mengatasi masalah tersebut, diciptakan mekanisme penarikan head dan penghentian rotasi disk saat head tidak aktif dalam operasi membaca atau menulis data. Namun, dampak dari perbaikan ini adalah peningkatan waktu akses yang dibutuhkan oleh disket. Anda dapat melihat bentuk fisik dari floppy disk dalam Gambar 8.6.



Gambar 8.6 Floppy disk

Tabel 8.2 Karakteristik berbagai macam disket

Parameter	LD 5,25"	HD 5,25"	LD 3,5"	HD 3,5
Ukuran (inchies)	5,25	5,25	3,5	3,5
Kapasitas (byte)	360K	1,2M	720K	1,44M
Tracks	40	80	80	80
Sectors/track	9	15	9	18
Heads	2	2	2	2
Rotasi/min	300	500	300	300
Data rate (kbps)	250	500	250	500
Type	flexible	flexible	rigid	rigid

Tersedia dua ukuran disket yang umum digunakan, yaitu 5,25 inci dan 3,5 inci, dengan masing-masing memiliki versi low density (LD) dan high density (HD). Disket berukuran 5,25 inci kini sudah tidak lagi populer karena ukurannya yang besar, kapasitas penyimpanan yang terbatas, dan ketahanan selubung pembungkusnya yang rendah. Untuk informasi lebih lanjut mengenai karakteristik model disket yang tersedia saat ini, Anda dapat merujuk ke Tabel 8.2.

8.4 IDE Disk (Harddisk)

Pada masa pengembangan PC XT oleh IBM, mereka menggunakan sebuah hardisk Seagate dengan kapasitas 10 MB untuk menyimpan program dan data. Hardisk ini dilengkapi dengan 4 head, 306 silinder, dan 17 sektor per trek, yang dikendalikan oleh pengontrol disk Xebec yang terdapat pada sebuah kartu plug-in. Seiring dengan perkembangan teknologi yang pesat, terjadi perubahan signifikan dalam pengendalian disk, yang awalnya terpisah-pisah, menjadi satu paket terintegrasi. Perkembangan ini dimulai dengan munculnya teknologi drive IDE (Integrated Drive Electronics) pada pertengahan tahun 1980-an.

Pada tahap awalnya, teknologi IDE hanya mampu mengatasi disk dengan kapasitas maksimal 528 MB dan mengendalikan 2 disk secara simultan. Namun, seiring dengan tuntutan akan kapasitas penyimpanan yang lebih besar, teknologi IDE berkembang menjadi EIDE (Extended Integrated Drive Electronics). EIDE memiliki kemampuan untuk mengatasi harddisk dengan kapasitas lebih dari 528 MB dan mendukung pengalamatan LBA (Logical Block Addressing), yaitu metode pengalamatan yang hanya memberikan nomor pada sektor-sektor mulai dari 0 hingga maksimal $2^{24}-1$. Dalam metode ini, pengontrol harus memiliki kemampuan untuk mengonversi alamat LBA menjadi alamat head, sektor, dan silinder yang sesuai. Selain itu, terdapat peningkatan kinerja lainnya, termasuk peningkatan kecepatan transfer data, kemampuan untuk mengendalikan hingga 4 disk secara bersamaan, dan kemampuan untuk mengontrol drive CD-ROM.

8.5 SCSI Disk (Harddisk)

Disk SCSI (Small Computer System Interface) memiliki kemiripan dengan IDE dalam hal pengorganisasian

pengalamatan disk. Namun, perbedaan utama terletak pada kemampuan antarmukanya yang dapat mentransfer data dengan kecepatan tinggi. Versi-versi dari disk SCSI dapat ditemukan dalam Tabel 8.3. Berkat kecepatan transfer yang tinggi ini, disk SCSI telah menjadi standar yang penting dalam dunia komputer, terutama untuk sistem UNIX yang digunakan oleh perusahaan seperti Sun Microsystems, HP, SGI, Macintosh, Intel, terutama untuk komputer server jaringan, dan berbagai vendor lainnya.

Penting untuk dicatat bahwa SCSI bukan hanya sebuah antarmuka untuk harddisk, melainkan juga sebuah bus yang mampu mengendalikan hingga 7 perangkat berbeda, termasuk harddisk, CD-ROM, perekam CD, pemindai, dan perangkat lainnya. Setiap perangkat ini diberikan ID unik yang digunakan oleh SCSI sebagai cara untuk mengidentifikasinya.

Tabel 8.3 Versi disk SCSI

Nama	Data bits	Bus MHz	MB/det
SCSI-1	8	5	5
Fast SCSI	8	10	10
Wide Fast SCSI	16	10	20
Ultra SCS	8	20	20

Wide Ultra SCSI	16	20	40
Ultra-2 SCSI	8	40	40
Wide Ultra-2 SCSI	16	40	80

8.6 RAID

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, salah satu tantangan utama dalam sistem memori adalah menyeimbangkan laju kecepatan CPU. Untuk mengatasi masalah ini, berbagai teknologi telah diuji coba dan dikembangkan, salah satunya adalah menggunakan konsep akses paralel pada disk. RAID (Redundancy Array of Independent Disk) merupakan sebuah struktur organisasi dari disk memori yang mampu mengelola sejumlah disk dengan sistem akses paralel, serta menambahkan tingkat redundansi untuk meningkatkan kehandalan. Melalui kerja paralel ini, hasilnya adalah peningkatan signifikan dalam kecepatan akses ke disk. Dalam konteks model disk ini, teknologi basis data memainkan peran yang sangat penting karena pengontrol disk harus mendistribusikan data ke sejumlah disk dan juga melakukan pembacaan kembali data tersebut. Berikut adalah beberapa karakteristik umum dari disk RAID:

-
- RAID adalah kumpulan dari beberapa disk drive yang diperlakukan sebagai satu sistem disk tunggal.
 - Data didistribusikan ke drive fisik dalam array RAID.
 - Kapasitas dari disk redundant digunakan untuk menyimpan informasi paritas, yang bertujuan untuk memastikan kemampuan pemulihan data ketika terjadi masalah atau kegagalan pada salah satu disk.

Dengan demikian, RAID merupakan salah satu solusi untuk mengatasi masalah ketidaksesuaian kecepatan antara disk memori dan CPU dengan menggantikan satu disk besar dengan sejumlah disk kecil dan mendistribusikan data secara efisien di antara disk-disk tersebut sehingga data dapat diakses dengan lebih cepat dan handal.

8.7 Optical Disk

Pada tahun 1980, Philips dan Sony bersama-sama mengembangkan Compact Disk (CD). Rincian teknis mengenai produk ini diresmikan sebagai standar internasional pada tahun 1983 yang dikenal dengan sebutan "red book." CD merupakan jenis disk yang tidak dapat dihapus dan mampu menyimpan sekitar 60 menit informasi audio di salah

satu sisinya. Kesuksesan komersial CD, yang mampu menyimpan data dalam jumlah besar, menjadikannya media penyimpanan yang sangat fleksibel dan digunakan secara luas di berbagai peralatan seperti komputer, kamera video, pemutar MP3, dan banyak lagi.

Sejak pertama kali dipublikasikan hingga saat ini, berbagai variasi CD telah dikembangkan sesuai dengan berbagai keperluan dan kemajuan teknologi. Di bawah ini terdapat tabel yang memuat berbagai produk optical disk yang telah ada:

Tabel 8.4 Produk – produk optical disk

CD	<i>Compact Disk</i> . Suatu disk yang tidak dapat dihapus yang menyimpan
CD - ROM	<i>Compact Disk Read-Only Memory</i> . Disk yang tidak dapat dihapus untuk
CD – R	<i>Compact Disk Recordables</i> . Merupakan CD untuk penggunaan khusus,
CD – RW	<i>Digital Video Rewritables</i> . Merupakan generasi CD yang dapat ditulis
DVD	<i>Digital Versatile Disk</i> . Salah satu jenis CD yang memiliki pit data lebih

8.8 CD ROM

Compact Disk - Read Only Memory (CD-ROM) adalah generasi CD yang digunakan sebagai media penyimpanan data komputer. Ini pertama kali diperkenalkan oleh Phillips dan Sony pada tahun 1984 dalam standar yang dikenal sebagai "Yellow Book." Perbedaan utamanya dibandingkan dengan CD biasa adalah bahwa pemutar CD-ROM lebih canggih dan dilengkapi dengan perangkat pengoreksi kesalahan, yang bertujuan untuk memastikan keakuratan transfer data ke komputer. Secara fisik, keduanya dibuat dengan cara yang sama, yaitu menggunakan resin seperti polikarbonat dan dilapisi dengan permukaan yang sangat reflektif, seperti aluminium.

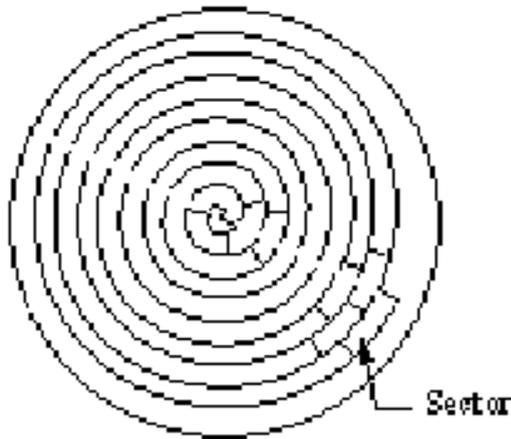
Proses penulisan pada CD-ROM melibatkan pembuatan lubang mikroskopik sebagai representasi data dengan menggunakan laser berintensitas tinggi. Saat membaca, laser berintensitas rendah digunakan untuk menerjemahkan lubang mikroskopik ini menjadi data yang dapat dikenali oleh komputer. Ketika laser melewati lubang mikroskopik, intensitas sinar laser akan berubah-ubah. Perubahan intensitas

ini dideteksi oleh fotosensor dan dikonversi menjadi sinyal digital.

Karena CD-ROM berbentuk lingkaran, muncul masalah kecepatan saat proses baca dan tulis. Ketika membaca data di bagian dekat pusat CD-ROM, diperlukan putaran rendah karena padatnya data. Namun, jika data berada di bagian luar CD-ROM, diperlukan kecepatan yang lebih tinggi. Masalah ini diatasi dengan berbagai metode, salah satunya adalah sistem Constant Angular Velocity (CAV), di mana bit-bit informasi direkam dengan kerapatan yang bervariasi sehingga putaran CD-ROM tetap sama. Metode ini biasanya diterapkan pada disk magnetik, meskipun dengan konsekuensi kapasitas disk yang berkurang.

Metode lain yang sering digunakan pada CD-ROM adalah Constant Linear Velocity (CLV), di mana kecepatan putaran CD-ROM disesuaikan dengan kerapatan data yang dikendalikan oleh drive CD-ROM itu sendiri. Keuntungan dari metode ini adalah kapasitas disk yang besar, meskipun waktu akses keseluruhan cenderung lebih lambat daripada

metode CAV. Anda dapat melihat tata letak fisik dari CD-ROM dengan metode CLV dalam gambar 8.7.



Gambar 8.7 Layout disk CLV

Data pada CD-ROM diatur dalam bentuk sekuensial blok-blok tertentu. Struktur blok yang umum digunakan dapat dilihat dalam gambar 8.8. Format ini terdiri dari beberapa field berikut:

- Sync (Sinkronisasi): Field sinkronisasi digunakan untuk mengidentifikasi awal dari suatu blok data. Field ini terdiri dari sejumlah byte, termasuk byte awal yang seluruhnya bernilai nol, 10 byte

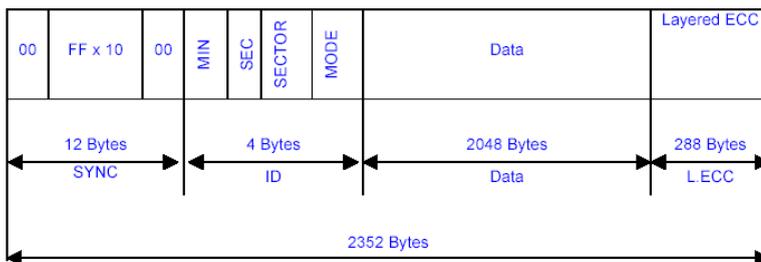
selanjutnya yang seluruhnya bernilai satu, dan sebuah byte penutup yang kembali bernilai nol.

- **Header (Kepala):** Bagian kepala berisi alamat blok dan mode byte. Mode nol menunjukkan bahwa field data kosong; mode satu menunjukkan penggunaan kode koreksi kesalahan dan 2048 byte data; mode dua menunjukkan 2336 byte data pengguna tanpa kode koreksi kesalahan.
- **Data (Data):** Ini adalah bagian yang berisi data pengguna.
- **Auxiliary (Tambahan):** Field tambahan untuk data pengguna dalam mode dua. Dalam mode satu, field ini berisi kode koreksi kesalahan sebanyak 288 byte.

Agar data pada CD-ROM dapat digunakan oleh berbagai sistem operasi, diperlukan adanya sistem file CD-ROM yang memiliki standar. Para produsen CD-ROM melakukan pertemuan untuk membahas standar ini di wilayah High Sierras (perbatasan California-Nevada), yang kemudian dikenal dengan nama standar sistem file CD-ROM High

Sierra (IS 9660). Standar ini mencakup tiga tingkat. Tingkat pertama (Level 1) termasuk:

- Nama file dengan maksimal 8 karakter, yang opsionalnya dapat diikuti oleh ekstensi nama file dengan maksimal 3 karakter (sesuai dengan sistem operasi MS-DOS). Pada tingkat kedua (Level 2), panjang nama file bisa mencapai 32 karakter.
- Nama-nama file hanya boleh terdiri dari huruf kapital, angka, dan beberapa karakter tambahan tertentu.
- Direktori dapat dibuat hingga mencapai 8 tingkat tanpa memuat karakter ekstensi.



Gambar 8.8 Format blok CD-ROM

8.9 CD – R

Compact Disk Recordable (CD-R) adalah jenis CD yang secara fisik memiliki polikarbonat berdiameter 120 mm,

sama seperti CD-ROM. Perbedaannya terletak pada adanya alur-alur yang digunakan untuk mengarahkan laser selama proses penulisan. Awalnya, CD-R dilapisi dengan lapisan emas sebagai lapisan reflektifnya. Lapisan reflektif pada lapisan emas ini tidak memiliki depresi atau lekukan fisik seperti yang terdapat pada lapisan aluminium, sehingga harus dibuat tiruan lekukan antara pit (lubang) dan land (permukaan datar) yang ada. Cara untuk mencapai ini adalah dengan menambahkan lapisan pewarna di antara polikarbonat dan lapisan emas. Pewarna ini seringkali berupa cyanine yang berwarna hijau atau pthalocyanine yang berwarna oranye hingga kuning keemasan. Pewarna ini mirip dengan yang digunakan dalam film fotografi, sehingga membuat Kodak dan Fuji menjadi produsen utama CD-R.

Sebelum digunakan, pewarna bersifat transparan sehingga sinar laser berdaya tinggi dapat menembus hingga ke lapisan emas selama proses penulisan. Ketika sinar laser mengenai titik pewarna, sinar tersebut memanaskannya, sehingga pewarna terurai dan melepaskan ikatan kimianya, membentuk noda. Noda-noda inilah yang berfungsi sebagai

representasi data yang kemudian dapat dikenali oleh fotodetektor ketika disinari dengan laser berdaya rendah selama proses pembacaan.

Seperti jenis CD lainnya, CD-R juga memiliki spesifikasi teknis yang diatur dalam sebuah buku tersendiri yang dikenal sebagai Orange Book. Buku ini pertama kali dipublikasikan pada tahun 1989. Ada juga format pengembangan yang memungkinkan penulisan CD-R secara bertahap (incremental), yang meningkatkan fleksibilitas produk ini. Hal ini dimungkinkan karena sistem CD-R memiliki beberapa track dengan Volume Table of Content (VOTC) masing-masing. Ini berbeda dengan model CD-ROM sebelumnya yang hanya memiliki satu VOTC pada awal disk.

8.10 CD – RW

Compact Disk Rewritable (CD-RW) adalah jenis CD yang memungkinkan untuk penulisan ulang berulang kali, sehingga memiliki nilai kompetitif dibandingkan dengan jenis CD lainnya. Namun, CD-RW belum banyak tersebar di pasar karena masih memiliki harga yang relatif mahal. Secara

fisik, CD-RW berbeda dengan CD-R. CD-RW tidak menggunakan lapisan pewarna, melainkan menggunakan paduan logam yang terdiri dari perak, indium, antimon, dan tellurium.

Proses penulisan pada CD-RW drive melibatkan penggunaan laser dengan tiga tingkat daya yang berbeda. Laser berdaya tinggi digunakan untuk melelehkan paduan logam sehingga mengubahnya dari kondisi kristalin yang memiliki reflektivitas tinggi menjadi kondisi amorf yang memiliki reflektivitas rendah, sehingga menyerupai pit. Laser berdaya sedang digunakan untuk mengubah logam paduan kembali menjadi kondisi kristalin alamiah yang berfungsi sebagai representasi dari land. Sedangkan laser berdaya rendah hanya digunakan dalam proses pembacaan data.

Saat ini, CD-RW masih belum mampu menggantikan penggunaan CD-R, baik karena harganya yang masih tinggi dibandingkan CD-R, maupun karena CD-R yang tidak dapat dihapus masih dianggap sebagai metode terbaik untuk membuat cadangan data.

8.11DVD

Digital Versatile Disk (DVD), yang awalnya dikenal sebagai Digital Video Disk, adalah pengembangan dari teknologi CD yang diciptakan untuk memenuhi permintaan pasar akan kapasitas penyimpanan yang lebih besar. Desain DVD mirip dengan CD konvensional, terbuat dari polikarbonat berketebalan 1,2 mm yang berisi pit (lubang) dan land (datar), yang kemudian dibaca dengan menggunakan dioda laser dan foto-detektor. Yang membedakan DVD adalah:

- Ukuran pit yang lebih kecil (0,4 mikron, setengah dari ukuran pit pada CD biasa).
- Spiral yang lebih rapat (0,74 mikron, sedangkan pada CD biasa 1,6 mikron).
- Penggunaan teknologi laser merah dengan panjang gelombang 0,65 mikron, sedangkan pada CD biasa panjang gelombangnya adalah 0,78 mikron.

Perbedaan-perbedaan ini memungkinkan DVD memiliki kapasitas yang jauh lebih besar. Untuk DVD dengan satu sisi dan satu lapisan, kapasitasnya mencapai 4,7 GB, sementara

DVD dengan lapisan ganda atau sisi ganda memiliki kapasitas yang lebih besar lagi. Kecepatan transfer data pada DVD drive sekitar 1,4 MB per detik, sedangkan pada CD biasa hanya sekitar 150 KB per detik. Karena perbedaan teknologi laser, DVD awalnya memiliki sedikit masalah dalam hal kompatibilitas dengan teknologi CD dan CD-ROM. Namun, sejumlah produsen sekarang telah mengatasi masalah ini dengan menggunakan teknologi laser ganda dan metode lain yang memungkinkan DVD dan CD untuk saling kompatibel.

Saat ini, terdapat empat format DVD yang berkembang, yaitu:

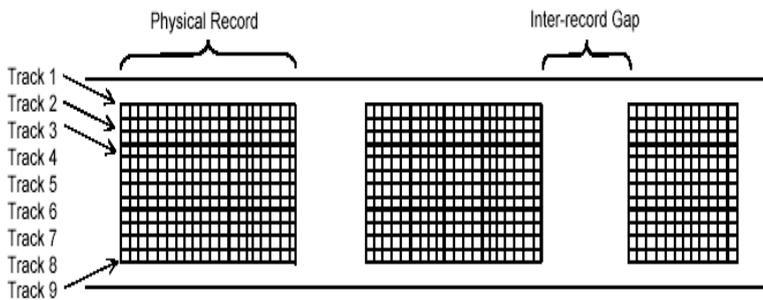
- DVD bersisi tunggal dengan satu lapisan (kapasitas 4,7 GB).
- DVD bersisi tunggal dengan dua lapisan (kapasitas 8,5 GB).
- DVD bersisi ganda dengan satu lapisan (kapasitas 9,4 GB).
- DVD bersisi ganda dengan dua lapisan (kapasitas 17 GB).

Piringan DVD berlapis ganda memiliki satu lapisan reflektif pada bagian bawahnya, yang ditutupi oleh lapisan semireflektif. Lapisan bagian bawah ini memiliki pit dan land yang lebih lebar agar dapat dibaca dengan akurasi, sehingga kapasitasnya lebih kecil daripada lapisan atasnya. Pada DVD bersisi ganda, dua sisi disk ditempatkan secara berdampingan untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan.

8.12 Pita Magnetik

Sistem pita magnetik menggunakan teknik pembacaan dan penulisan yang sama dengan sistem disk magnetik. Media pita magnetik memiliki bentuk track-track paralel. Dalam sistem pita yang lebih lama, terdapat sembilan track yang memungkinkan penyimpanan satu byte per operasi dengan satu bit paritas yang disimpan pada salah satu track sisanya. Sedangkan dalam sistem pita yang lebih baru, terdapat 18 atau 36 track untuk menyesuaikan lebar word dalam format digital. Seperti pada disk, pita magnetik dibaca dan ditulisi dalam bentuk blok-blok yang bersambungan, yang disebut physical record. Setiap blok dipisahkan oleh gap

yang disebut inter-record gap. Format fisik pita magnetik dijelaskan lebih lanjut dalam Gambar 8.9.



Gambar 8.9 Format fisik pita magnetic

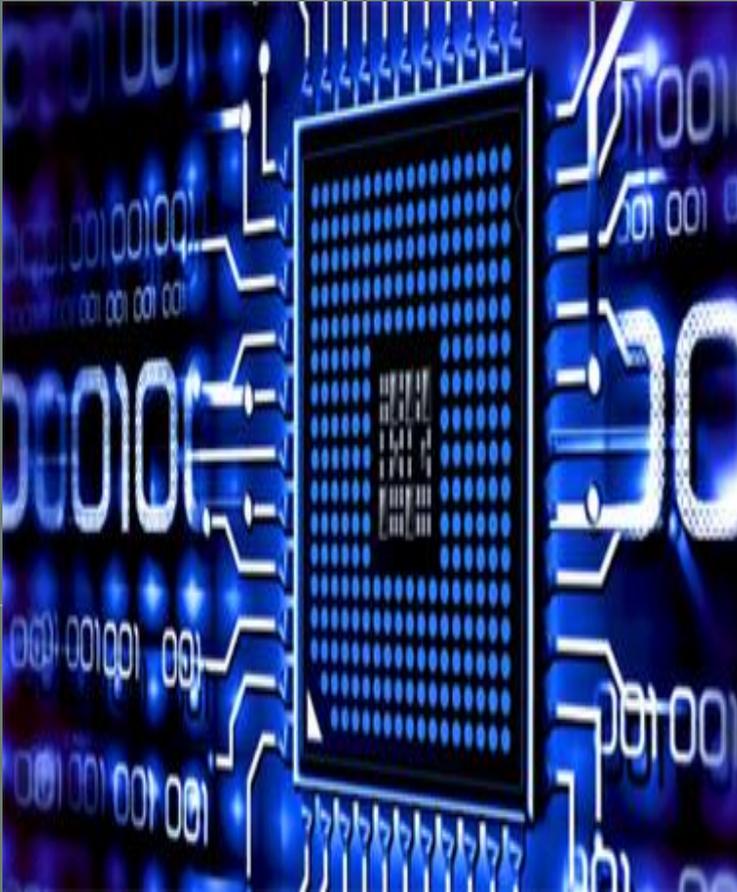
Head pada pita magnetik adalah perangkat sequential access yang memerlukan penyesuaian posisi untuk membaca atau menulis data. Jika head berada di posisi yang lebih tinggi dari record yang diinginkan, maka pita harus digerakkan mundur sebelum proses pembacaan yang dilakukan dengan arah maju dapat dimulai. Ini merupakan perbedaan mendasar dengan teknologi disk yang menggunakan metode direct access, di mana proses akses data dapat dilakukan secara langsung tanpa perlu penyesuaian posisi yang sama. Kecepatan putaran pita magnetik cenderung rendah, sehingga mengakibatkan transfer data yang lambat. Saat ini, pita

magnetik mulai ditinggalkan dan digantikan oleh berbagai jenis produk CD dan media penyimpanan yang lebih modern.

DAFTAR PUSTAKA

- Kadir Abdul dan Terra Ch.Triwahyuni, Pengenalan Teknologi Informasi, Andi Riyanto Yogyakarta : 2005.
- Stallings William, Organisasi & Arsitektur Komputer Edisi 6, 2004, PT.INDEKS Kelompok GRAMEDIA.
- Naskan, S.Kom. Pertemuan II – Evolusi dan Kinerja Komputer, Organisasi & Arsitektur Komputer, 2009

BUKU BAHAN AJAR



ORGANISASI DAN ARSITEKTUR KOMPUTER