

PENGENALAN ARSITEKTUR KOMPUTER

1.1 TIPE KOMPUTER

Suatu komputer kontemporer adalah mesin hitung elektronik cepat yang menerima informasi input terdigitalisasi, mengolahnya sesuai dengan daftar instruksi yang tersimpan secara internal dan memberikan informasi output hasil. Daftar instruksi itu disebut program komputer, dan penyimpanan internalnya disebut memori komputer. Terdapat banyak tipe komputer yang sangat bervariasi. Komputer yang paling umum dari komputer desktop adalah personal computer. Workstation dengan kemampuan input/output grafts resolusi tinggi, sekalipun masih tetap memakai dimensi komputer desktop, namun memiliki daya komputasi yang lebih signifikan daripada personal computer. Workstation seringkali digunakan dalam aplikasi engineering, terutama untuk pekerjaan desain interaktif.

Supercomputer digunakan untuk perhitungan numerik skala besar seperti perkiraan cuaca dan desain dan simulasi pesawat terbang. Dalam sistem enterprise, server, dan superkomputer, unit fungsionalnya, yang meliputi banyak prosesor, dapat terdiri dari sejumlah unit besar dan seringkali terpisah.

1.2 UNIT FUNGSIONAL

Suatu komputer terdiri dari lima bagian utama yang mandiri secara fungsional : Unit input, memori, aritmatika dan logika, output, dan kontrol. Unit input menerima informasi terkode dari operator manusia. Informasi yang diterima disimpan dalam memori komputer untuk referensi selanjutnya sesuai dengan yang diinginkan. Akhirnya, hasil dikirim kembali melalui unit output. Daftar instruksi yang melakukan suatu tugas disebut program. Biasanya program tersebut disimpan dalam memori. Data adalah angka dan karakter ter-encode yang digunakan sebagai operand oleh instruksi. Namun lebih sering digunakan untuk menyebut informasi digital. Informasi yang ditangani komputer harus diencode dalam format yang sesuai. Kebanyakan hardware saat ini menggunakan sirkuit digital yang hanya memiliki dua kondisi stabil, ON dan OFF. Tiap karakter di - encode sebagai string bitter (bit). Kadang-kadang digunakan format BCD dimana tiap digit desimal diencode menjadi 4 bit. Karakter alfanumerik telah dikembangkan menjadi beberapa skema pengkodean dan Yang paling sering digunakan adalah ASCII (7 bit) dan EBCDIC (8 bit).

1.2.1 UNIT INPUT

Komputer menerima informasi terkodekan melalui unit input, yang membaca data tersebut. Peralatan input yang paling terkenal adalah keyboard.

Kapanpun suatu tombol ditekan, huruf atau digit yang sesuai secara otomatis ditranslasikankan menjadi kode biner yang tepat dan ditransmisikan melalui suatu kabel ke memori atau ke prosesor.

Tersedia banyak jenis peralatan input lain, termasuk joystick, trackball, dan mouse. Peralatan tersebut seringkali digunakan sebagai peralatan input grafik dalam hubungan dengan display. Mikrofon dapat digunakan untuk menangkap Input audio yang kemudian disample dan dikonversi menjadi kode digital untuk Penyimpanan dan pengolahan.

1.2.2 UNIT MEMORI

Fungsi unit memori adalah untuk menyimpan program dan data. Terdapat dua kelas penyimpanan, primer dan sekunder. Penyimpanan primer adalah memori cepat yang beroperasi pada kecepatan elektronik. Program harus disimpan dalam memori tersebut pada saat dieksekusi. Sel-sel tersebut jarang dibaca atau ditulis sebagai sel individual tetapi sebaliknya diolah dalam kelompok dengan ukuran tetap yang disebut word. Memori tersebut terorganisasi sedemikian sehingga isi satu word, yang terdiri dari n bit, dapat disimpan atau diambil dalam satu operasi dasar. Panjang word biasanya berkisar dari 16 hingga 64 bit. Memori yang tiap lokasinya dapat dicapai dalam waktu cepat dan tertentu setelah ditetapkan alamatnya disebut *random access memory* (RAM). Waktu yang diperlukan untuk mengakses satu word disebut *memory access time* (waktu akses memori). Biasanya berkisar dari beberapa nanosecond (ns) hingga sekitar 100 ns untuk unit RAM modern. Unit RAM yang cepat dan kecil disebut cache. Penyimpanan primer cenderung mahal. Jadi penyimpanan sekunder tambahan yang lebih murah lebih banyak digunakan untuk menyimpan data dalam jumlah besar. Terdapat banyak pilihan peralatan penyimpanan sekunder, salah satunya CDROM.

1.2.3 UNIT ARITMATIKA DAN LOGIKA

Kebanyakan operasi komputer dieksekusi dalam unit aritmatika dan logika (ALU : arithme~o and logic unit) pada prosesor.

Operasi aritmatika diawali dengan membawa operand yang diperlukan ke prosesor, di mana operasi tersebut dilakukan oleh ALU. Pada saat operand dibawa ke prosesor, operand tersebut disimpan dalam elemen

Penyimpanan kecepatan tinggi yang disebut register. Tiap register dapat menyimpan satu word data. Waktu akses ke register lebih cepat daripada waktu akses ke unit cache tercepat dalam hierarki memori.

Unit kontrol dan unit aritmatika dan logika jauh lebih cepat daripada peralatan lain yang terhubung ke sistem komputer. Jadi memungkinkan satu prosesor tunggal mengendalikan sejumlah peralatan eksternal seperti keyboard, display, disk magnetik dan optikal, sensor, dan kontroler mekanik.

1.2.4 UNIT OUTPUT

Unit output adalah pasangan unit input. Fungsinya untuk mengirimkan hasil yang telah diproses ke dunia luar.

Contoh yang paling umum dari peralatan tersebut adalah printer. Printer menggunakan mechanical head impact, inkjet stream, atau teknik fotokopi, seperti dalam printer laser. untuk melakukan pencetakan.

Sangat mungkin untuk menghasilkan tinta yang dapat mencetak sebanyak 10.000 baris per menit. Kecepatan ini luar biasa untuk peralatan mekanik Tetapi masih sangat lambat jika dibandingkan dengan kecepatan elektron pada unit prosesor.

Beberapa unit, seperti display grafik, menyediakau fungsi output dan fungsi input. Peranar ganda unit tersebut merupakan alasan penggunaan istilah tunggal unit I/O dalam banyak hal.

1.2.5 UNIT KONTROL

Unit memori, aritmatika dan logika, dan input dan output menyimpan dan mengolah informasi dan melakukan operasi input dan output. Operasi unit-unit tersebut harus dikoordinasi dengan beberapa cara. Koordinasi adalah tugas dari unit kontrol.

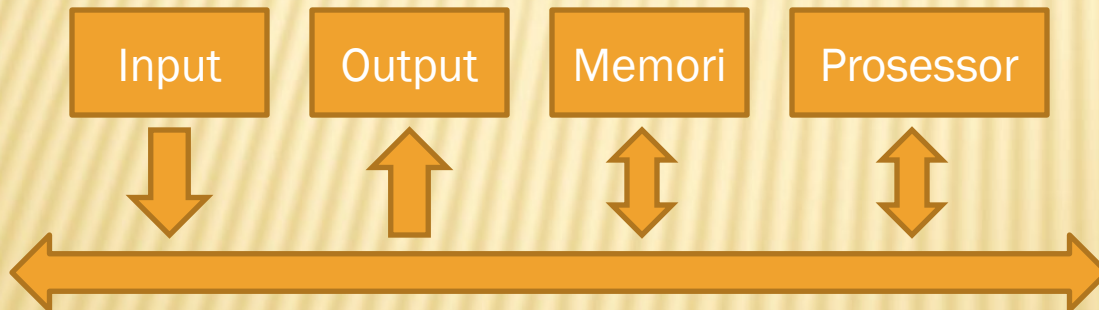
Transfer I/O yang terdiri dari operasi input dan output, dikontrol oleh instruksi program I/O yang mengidentifikasi peralatan yang terlibat dan informasi yang ditransfer. Transfer data antara proses set dan memori juga dikontrol oleh unit kontrol melalui sinyal timing. Sinyal timing adalah sinyal yang menentukan kapan suatu aksi tertentu dilakukan.

Operasi suatu komputer dapat diringkas sebagai berikut:

- ❑ Komputer menerima informasi dalam bentuk program dan data melalui unit input dan menyimpannya dalam memori.
- ❑ Informasi yang disimpan dalam memori diambil, di bawah kontrol program, ke unit aritmatika dan logika, di mana informasi tersebut diproses.
- ❑ Informasi yang terproses meninggalkan komputer melalui unit output.
- ❑ Semua kegiatan di dalam mesin tersebut diarahkan oleh unit kontrol.

1.3 STRUKTUR BUS

Struktur bus adalah sekelompok jalur yang berfungsi sebagai jalan penghubung dari beberapa peralatan yang digunakan untuk mentransfer bit secara paralel dalam menjalankan operasi komputer. Karena bus tersebut hanya dapat digunakan untuk satu transfer pada satu waktu, maka hanya dua unit yang dapat secara aktif menggunakan bus tersebut pada tiap waktu tertentu. Sifat utama struktur bus tunggal adalah biaya rendah dan fleksibilitasnya pada pemasangan peralatan periferal.



1.4 SOFTWARE

Software sistem adalah kumpulan program yang dieksekusi seperlunya untuk menjalankan fungsi seperti :

- ❑ Menerima dan menginterpretasikan perintah user.
- ❑ Memasukkan dan mengedit program aplikasi dan menyimpannya.
- ❑ Mengatur penyimpanan dan pengambilan file dalam penyimpanan sekunder.
- ❑ Menjalankan program aplikasi standar seperti word processor, spreadsheet, atau game, dengan data yang disediakan oleh user.
- ❑ Mengontrol unit I/O untuk menerima input dan menghasilkan output.
- ❑ Mentranslasikan program dari bentuk source yang disediakan oleh user menjadi bentuk objek yang berisi instruksi mesin.
- ❑ Menghubungkan dan menjalankan program aplikasi userwritten dengan rutin library standar yang ada.

Program aplikasi biasanya ditulis dalam bahasa pemrograman tingkat tinggi seperti C, C++, Java, atau Fortran, di mana programmer yang menentukan operasi matematis atau pengolahan teksnya.

Komponen software yang paling utama adalah sistem operasi (OS : Operating System). Ini adalah program yang besar, atau sebenarnya kumpulan rutin, yang digunakan untuk mengontrol pembagian dan interaksi di antara berbagai unit komputer pada saat mereka mengeksekusi program aplikasi. Rutin OS menjalankan tugas yang diperlukan untuk menetapkan resource komputer bagi program aplikasi individu. Tugas-tugas tersebut termasuk menetapkan ruang memori dan disk magnetik untuk program dan file data.

Garis besar sistem operasi dasar adalah sebagai berikut, langkah pertama adalah mentransfer file tersebut ke dalam memori. Setelah transfer selesai, eksekusi program dimulai. Pada saat eksekusi program mencapai titik dimana file data diperlukan, maka program meminta sistem operasi untuk mentransfer file data dari disk ke memori. OS menjalankan tugas ini dan mengembalikan kontrol eksekusi ke program aplikasi, yang kemudian melanjutkan melakukan komputasi yang diminta. Pada saat komputasi telah selesai dan hasilnya telah siap dioutputkan.

1.5 PERFORMA

Pengukuran performa komputer yang paling penting adalah seberapa cepat komputer tersebut dapat mengeksekusi program. Kecepatan komputer mengeksekusi program dipengaruhi oleh desain hardware dan instruksi bahasa mesinnya. Performa juga dipengaruhi oleh compiler yang mentranslasikan program ke dalam bahasa mesin. Untuk performa terbaik, desain compiler, set instruksi mesin, dan hardware harus secara terkoordinasi.

Untuk eksekusi program tergantung pada semua unit dalam sistem komputer, maka waktu prosesor tergantung pada hardware yang terlibat dalam eksekusi instruksi mesin individu. Hardware tersebut meliputi prosesor dan memori.

Pada awal eksekusi, semua instruksi program dan data yang diperlukan disimpan di memori utama. Selama eksekusi berjalan, instruksi diambil satu demi satu melalui bus ke dalam prosesor, dan copyannya diletakkan di cache. Selanjutnya, jika instruksi atau item data yang sama diperlukan untuk kedua kalinya, maka akan langsung dibaca dari cache. Suatu program akan dieksekusi lebih cepat jika perpindahan instruksi dan data antara memori utama dan prosesor diminimalisasi, yang dicapai dengan menggunakan cache.

1.5.1 CLOCK PROSESSOR

Sirkuit prosesor dikontrol oleh sinyal timing yang disebut clock. Clock menetapkan interval, waktu reguler, yang disebut siklus clock. Untuk mengeksekusi instruksi mesin, prosesor membagi tindakan yang akan dilakukan ke dalam rangkaian langkah dasar, sehingga tiap langkah dapat diselesaikan dalam satu siklus clock. Panjang P dari satu siklus clock adalah parameter penting yang mempengaruhi performa prosesor. Kebalikannya adalah clock rate, $R = 1/P$, yang diukur dalam siklus per detik. Prosesor yang digunakan dalam personal computer dan Workstation saat ini memiliki clock rate yang berada dalam rentang beberapa ratus juta hingga lebih dari milyaran siklus per detik. Dalam terminologi teknik elektro standar, istilah "siklus per detik" disebut hertz (Hz). Istilah "juta" ditunjukkan oleh awalan Mega (M). Dan "milyar" ditunjukkan oleh awalan Giga (G). Karena itu 500 juta siklus per detik biasanya disingkat menjadi 500 Megahertz (MHz), dan 1250 juta siklus per detik disingkat menjadi 1,25 Gigahertz (GHz). Periode clock yang sesuai masing-masing adalah 2 dan 0,8 nanosecond (ns).

1.5.2 PERSAMAAN PERFORMA DASAR

Misalkan T adalah waktu prosesor yang diperlukan untuk mengeksekusi suatu program yang telah dipersiapkan dalam beberapa bahasa tingkat tinggi.

Asumsikan bahwa eksekusi lengkap dari program memerlukan N instruksi bahasa mesin. Jumlah N adalah jumlah aktual eksekusi instruksi, misalkan Jumlah langkah dasar rata-rata yang diperlukan untuk mengeksekusi satu instruksi mesin adalah S , di mana tiap langkah dasar diselesaikan dalam satu siklus clock. Jika clock rate adalah R siklus per detik, maka waktu eksekusi program dinyatakan sebagai berikut :

$$T = N \times S / R$$

Untuk mencapai performa tinggi, desainer komputer harus mencari cara untuk mengurangi nilai T , yang berarti mengurangi N dan S , dan meningkatkan R . Nilai N berkurang jika program source dikompilasi menjadi instruksi mesin yang lebih sedikit. Nilai S berkurang jika instruksi memiliki jumlah langkah dasar yang lebih kecil untuk dilaksanakan atau jika eksekusi instruksi ditumpangtindihkan.

1.5.3 OPERASI PIPELINING DAN SUPERSCALAR

Peningkatan yang substansial pada performa dapat dicapai dengan menumpang tindihkan eksekusi instruksi yang berurutan, menggunakan teknik yang disebut pipelining. Pada kasus ideal, jika semua instruksi ditumpangtindihkan ke derajat maksimum yang mungkin, maka eksekusi dilanjutkan pada kecepatan penyelesaian satu instruksi dalam tiap siklus clock. Instruksi individual masih memerlukan beberapa siklus clock untuk penyelesaian. Derajat konkurensi yang lebih tinggi dapat dicapai jika banyak pipeline instruksi diterapkan pada prosesor. Hal ini berarti digunakannya banyak unit fungsional, menciptakan jalur paralel di mana berbagai instruksi yang berbeda dapat dieksekusi secara paralel. Dengan pengaturan tersebut, maka dimungkinkan untuk memulai beberapa instruksi pada tiap siklus clock. Mode operasi ini disebut eksekusi superscalar. Tentu saja, eksekusi paralel harus mempertahankan kebenaran logika program, sehingga hasil yang diperoleh harus sama dengan hasil dari eksekusi serial instruksi program. Banyak dari prosesor performa tinggi saat ini didesain untuk bekerja dengan cara tersebut.

1.5.4 CLOCK RATE

Terdapat dua kemungkinan untuk meningkatkan clock rate, R . Pertama, meningkatkan teknologi integrated-circuit (IC) menjadikan sirkuit logika yang lebih cepat, sehingga mengurangi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu langkah dasar. Hal ini memungkinkan periode clock, P , dikurangi dan clock rate, R , ditingkatkan. Kedua, mengurangi periode clock, P . Akan tetapi jika tindakan yang harus dilakukan oleh suatu instruksi tetap sama, maka jumlah langkah dasar yang diperlukan dapat bertambah. Peningkatan nilai R yang sepenuhnya disebabkan oleh peningkatan teknologi IC mempengaruhi secara seimbang seluruh aspek operasi prosesor dengan pengecualian pada waktu yang diperlukan untuk mengakses memori utama. Dengan adanya cache, persentase akses ke memori utama menjadi kecil. Karena itu kebanyakan peningkatan performa yang diharapkan dari penggunaan teknologi yang lebih cepat dapat direalisasikan. Nilai T akan berkurang dengan faktor yang sama dengan peningkatan nilai R karena S dan N tidak terpengaruh. Pengaruh pada performa dari perubahan cara pembagian instruksi menjadi langkah dasar lebih sulit untuk diperkirakan.

1.5.5 SET INSTRUKSI : CISC DAN RISC

Instruksi sederhana memerlukan eksekusi sejumlah kecil langkah dasar. Instruksi kompleks melibatkan sejumlah besar langkah. Untuk prosesor yang hanya memiliki instruksi sederhana, sejumlah besar instruksi mungkin diperlukan untuk menjalankan suatu tugas pemrograman tertentu. Hal ini dapat menuju pada nilai N yang besar dan nilai S yang kecil. Sebaliknya, jika instruksi individu melaksanakan operasi yang lebih kompleks, maka diperlukan instruksi yang lebih sedikit, menuju pada nilai N yang lebih rendah dan nilai S yang lebih besar.

Manfaat relatif prosesor dengan instruksi sederhana dan prosesor dengan instruksi yang lebih kompleks telah dipelajari secara luas. Pendahulunya Disebut *Reduced Instruction Set Computers* (RISC), dan yang terbaru disebut *Complex Instruction Set Computers* (CISC). Sekalipun menggunakan istilah RISC dan CISC agar kompatibel dengan deskripsi kontemporer.

1.5.6 COMPILER

Compiler mentranslasikan bahasa pemrograman tingkat tinggi menjadi rangkaian instruksi mesin.

Compiler dapat menata ulang instruksi program untuk mencapai performa yang lebih baik.

Tentu saja, perubahan semacam itu tidak harus mempengaruhi hasil komputasi.

Dari luar, compiler tampak sebagai entitas terpisah dari prosesor yang digunakannya dan mungkin bahkan berasal dari vendor yang berbeda. Akan tetapi, compiler kualitas tinggi harus dihubungkan dengan erat pada arsitektur prosesor.

Compiler dan prosesor seringkali didesain pada waktu yang sama, dengan banyak interaksi antara desainer untuk mencapai hasil terbaik. Tujuan akhirnya adalah untuk mengurangi jumlah total siklus clock yang diperlukan untuk melakukan tugas pemrograman yang diminta.

1.5.7 PENGUKURAN PERFORMA

Pengukuran perfonna adalah waktu yang diperlukan suatu komputer untuk mengeksekusi benchmark tertentu. Praktek yang diterima saat ini adalah menggunakan pilihan program aplikasi riil yang disetujui untuk mengevaluasi performa. Suatu organisasi nirlaba yang disebut System Performance Evaluation Corporation (SPEC) memilih dan mempublikasikan program aplikasi yang representatif untuk domain aplikasi yang berbeda. Program benchmark dikompilasi untuk computer under test, dan dilakukan pengukuran running timenya pada komputer riil. SPEC rating dihitung sebagai berikut :

Keseluruhan SPEC rating untuk komputer tersebut dinyatakan

Dimana n adalah jumlah program dalam kelompok tersebut. Karena waktu Eksekusi aktual adalah terukur, maka SPEC rating adalah ukuran dari efek gabungan semua faktor yang mempengaruhi performa, termasuk compiler, system operasi, prosessor, dan memori computer yang sedang diuji.

1.6 MULTIPROSESOR DAN MULTIKOMPUTER

Sistem komputer besar dapat berisi sejumlah unit prosesor, yang disebut sistem multiprosesor. Sistem tersebut mengeksekusi sejumlah tugas eksekusi yang berbeda dan sub tugas dari suatu tugas besar tunggal secara paralel. Semua prosesor biasanya memiliki akses ke semua memori dalam sistem semacam itu, dan istilah sistem multiprosesor *sharedmemory* sering digunakan untuk memperjelas sistem ini. Performa tinggi sistem tersebut muncul bersama dengan peningkatan kompleksitas dan biaya. Selain banyak prosesor dan unit memori, biaya meningkat krn adanya kebutuhan jaringan interkoneksi yang lebih kompleks. Berbeda dengan sistem multiprosesor, dimungkinkan penggunaan kelompok komputer lengkap yang terinterkoneksi untuk mencapai daya komputasi total yang tinggi. Komputer tersebut biasanya hanya memiliki akses ke unit memorinya sendiri. Pada saat tugas yang dieksekusinya perlu untuk mengkomunikasikan data, maka komputer tersebut melakukannya dengan mengirimkan pesan melalui jaringan komunikasi. Sifat ini membedakannya dari multiprosesor *sharedmemory*, dengan nama multikomputer *messagepassing*.