

PT. Elektronika FT UNY

Organisasi Sistem Komputer

OSK 1 – Sejarah komputer

Muh. Izzuddin Mahali, M.Cs.

PENDAHULUAN



TIK :

Mahasiswa mampu memahami pengertian dari organisasi dan arsitektur komputer serta struktur dan fungsi komputer.

Komputer sebagai sebuah sistem yang berhirarki
Komputer dapat dianggap sebagai struktur sejumlah komponen
berserta fungsinya yang dijelaskan sebagai fungsi kolektif struktur dan
fungsi internalnya



ORGANISASI & ARSITEKTUR



- ❖ **Organisasi** → Bagaimana suatu perangkat diimplementasikan
 - ➔ Sinyal kontrol, interface dan memori
 - ➔ Contoh:
 - ⇒ penambahan hardware baru atau penambahan hardware secara berulang.
 - ⇒ Apakah instruksi perkalian diimplementasikan secara hardware, ataukah dikerjakan dengan penambahan secara berulang?
- ❖ **Arsitektur** → Atribut yang berhubungan dengan programmer
 - ➔ Kumpulan bit, jumlah bit yang digunakan untuk representasi data, mekanisme I/O, teknik pengalamatan
 - ➔ Contoh: apakah tersedia instruksi untuk perkalian?





- ❖ Arsitektur sama, organisasi dapat berbeda
- ❖ Arsitektur bertahan lama, organisasi menyesuaikan perkembangan teknologi
 - ➔ Semua keluarga Intel x86 mempunyai dasar arsitektur yang sama
 - ➔ Semua keluarga IBM system/370 mempunyai dasar arsitektur yang sama
 - ➔ Memberikan kompatibilitas kode
 - ➔ Organisasi berbeda jika versi berbeda

FUNGSI DAN STRUKTUR



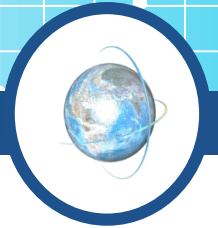
- ❖ Fungsi merupakan operasi dari masing-masing komponen sebagai bagian dari struktur
- ❖ Struktur adalah bagaimana masing-masing komponen saling berhubungan satu sama lain





- ❖ Semua komputer berfungsi untuk:
 - Pengolahan data (Data processing)
 - Penyimpanan data (Data storage)
 - Pemindahan data (Data movement)
 - Control





Komputer dilihat dari sudut pandang fungsi

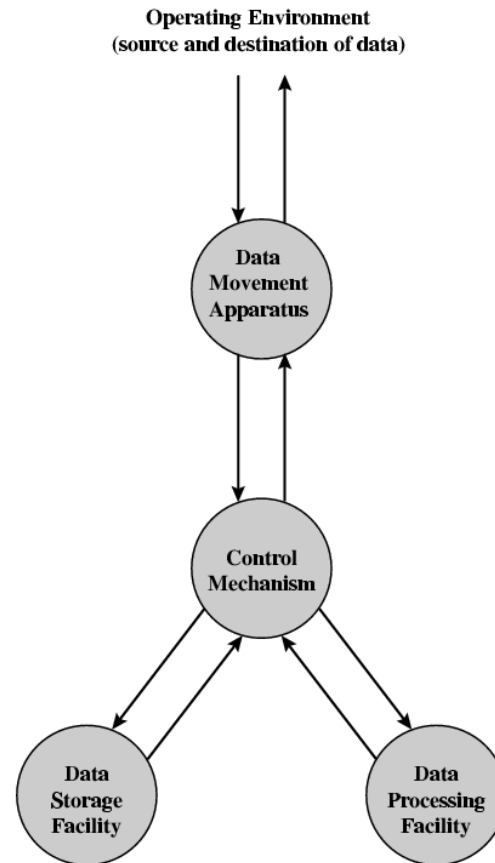
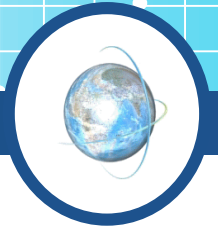


Figure 1.1 A Functional View of the Computer



Contoh:
dari keyboard ke layar
monitor

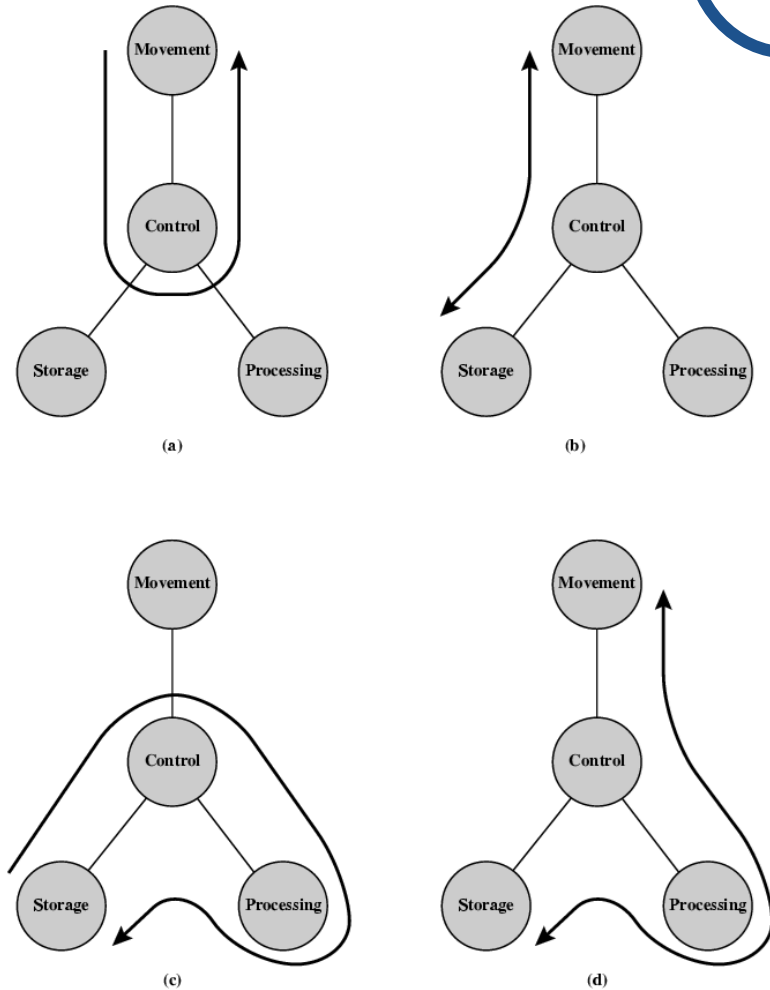


Figure 1.2 Possible Computer Operations

PENYIMPANAN DATA



Contoh:
download dari internet

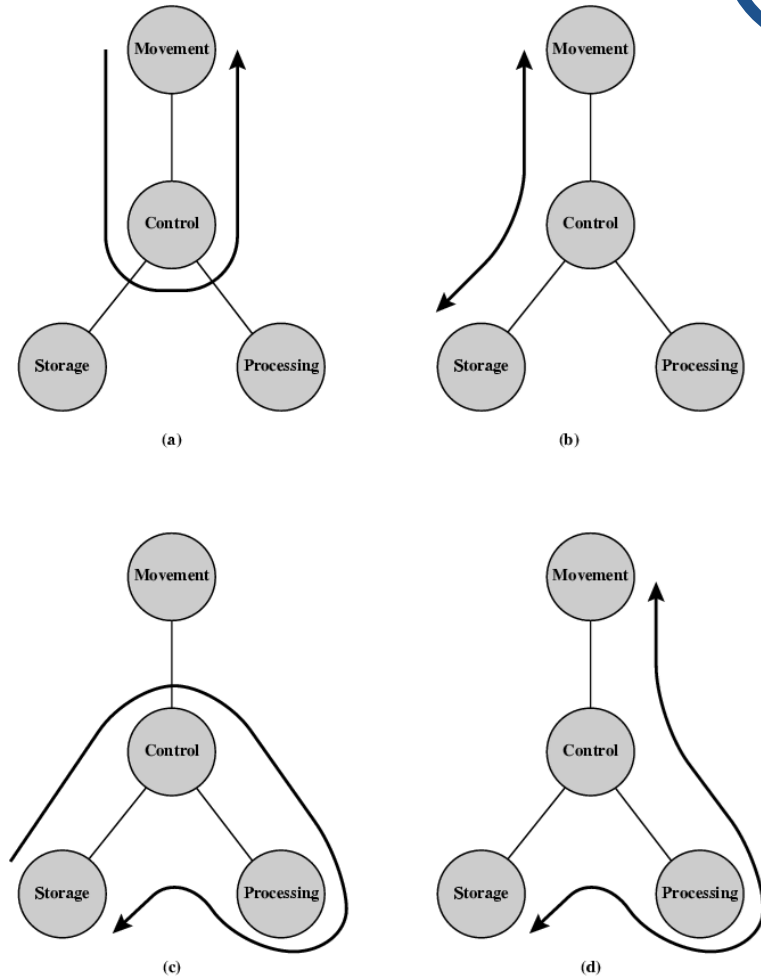


Figure 1.2 Possible Computer Operations





Contoh:
updating bank statement

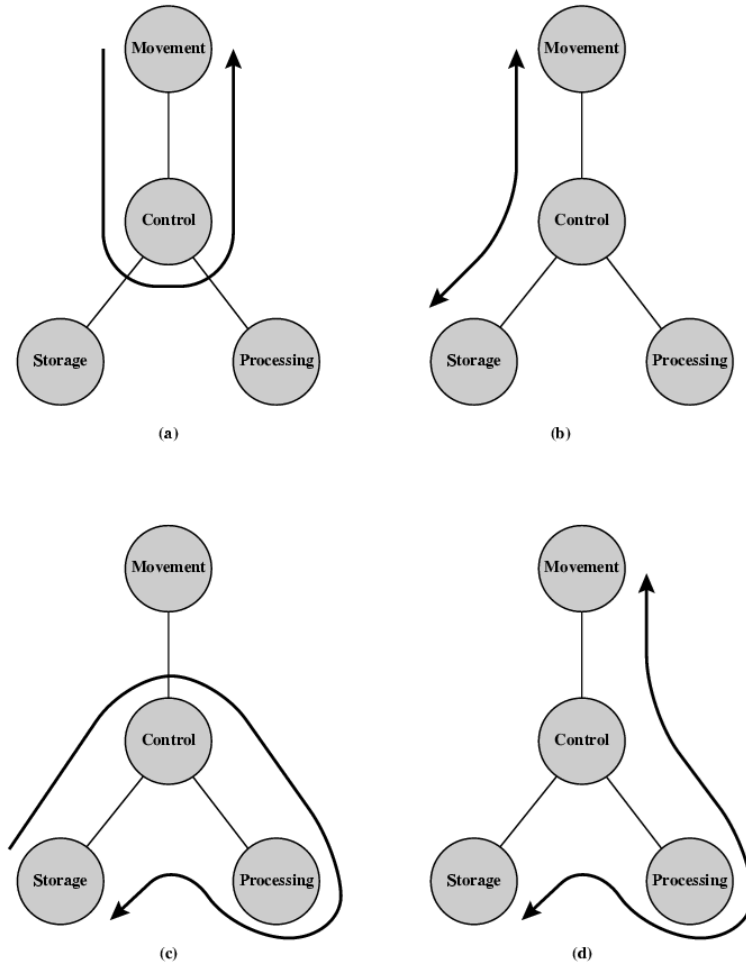


Figure 1.2 Possible Computer Operations



Contoh: pencetakan bank statement

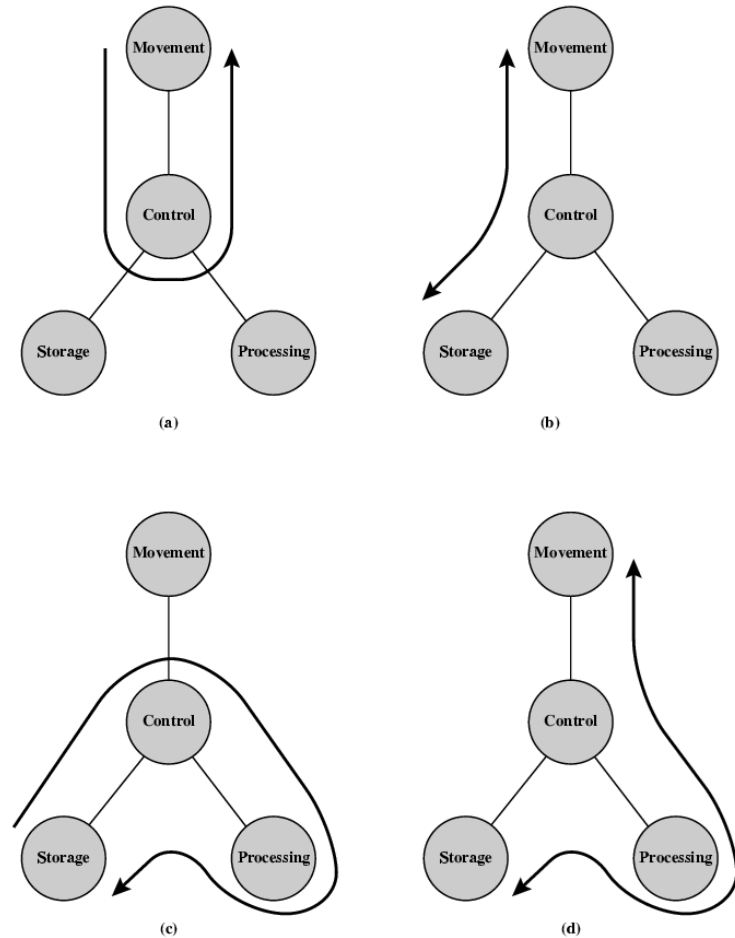
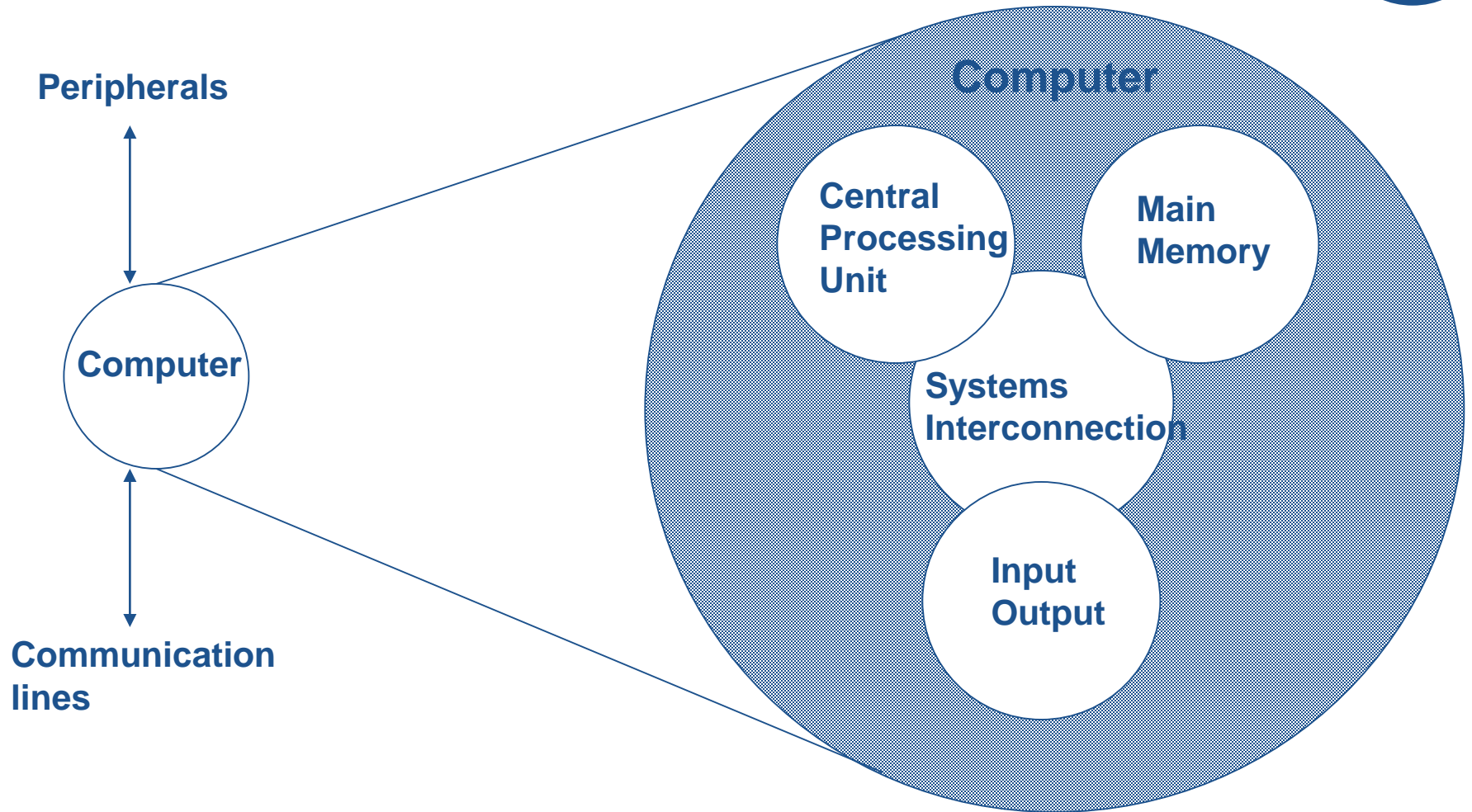


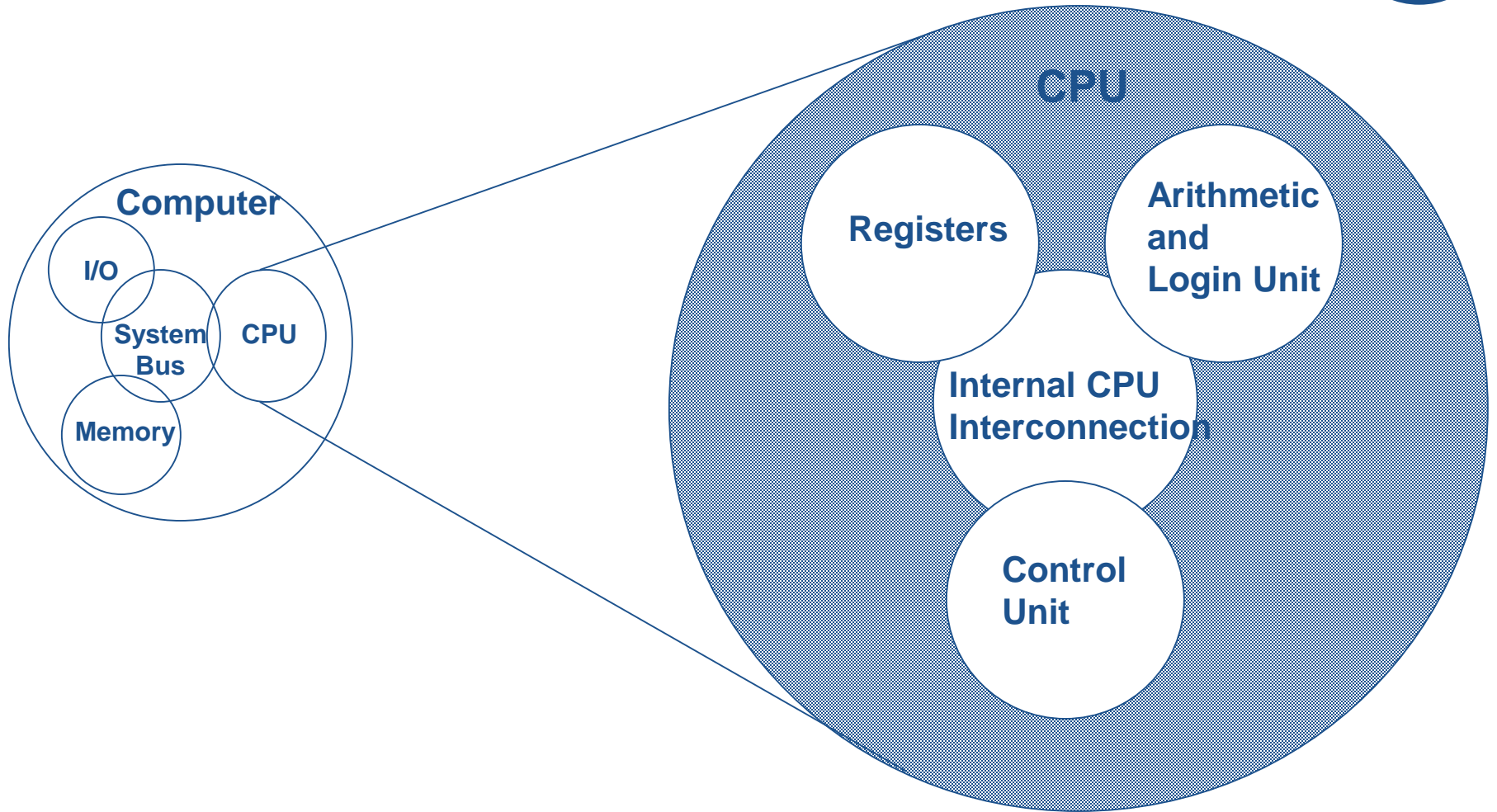
Figure 1.2 Possible Computer Operations



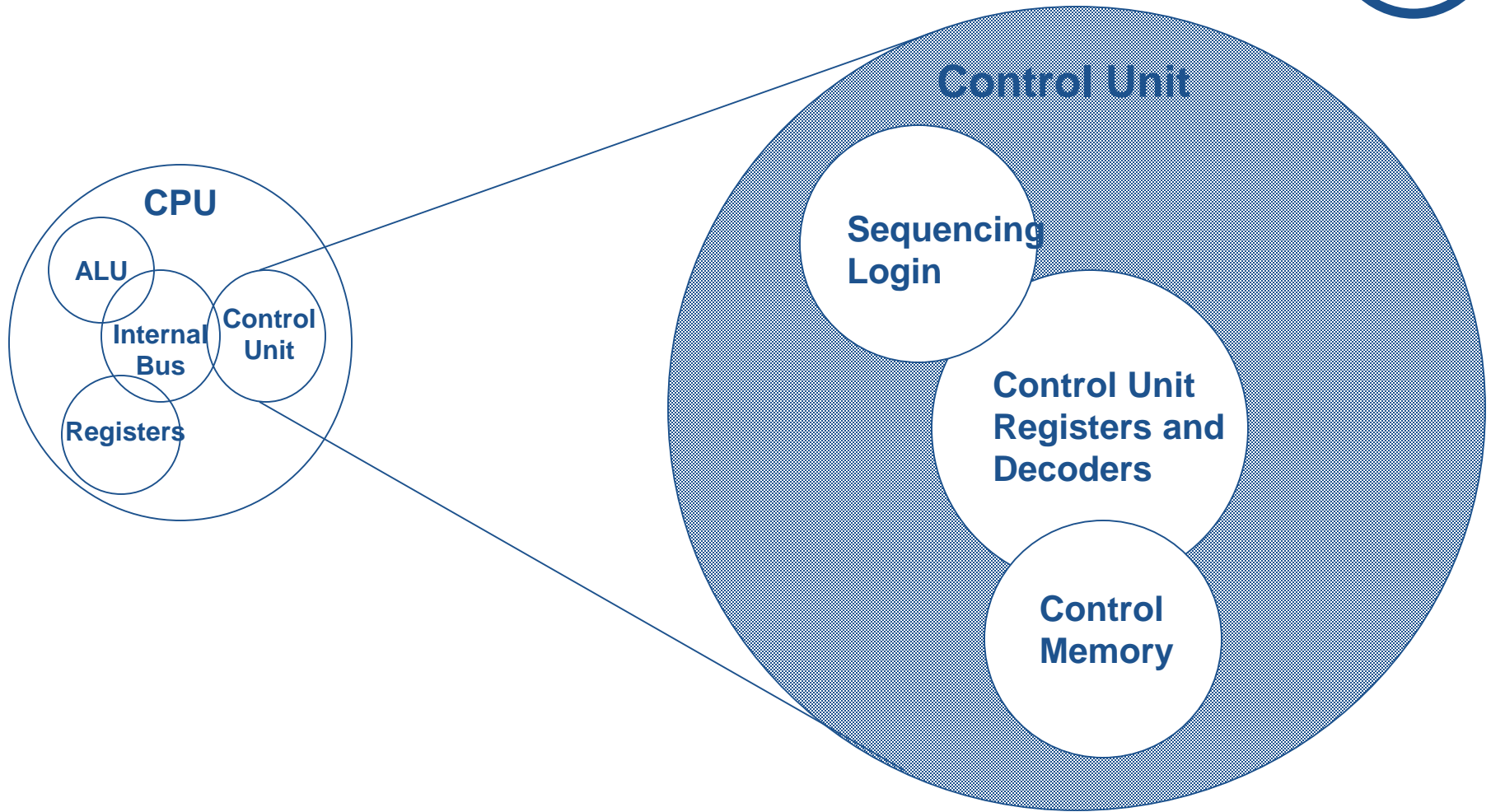
STRUKTUR – TOP LEVEL



STRUKTUR - CPU



STRUKTUR – KONTROL UNIT

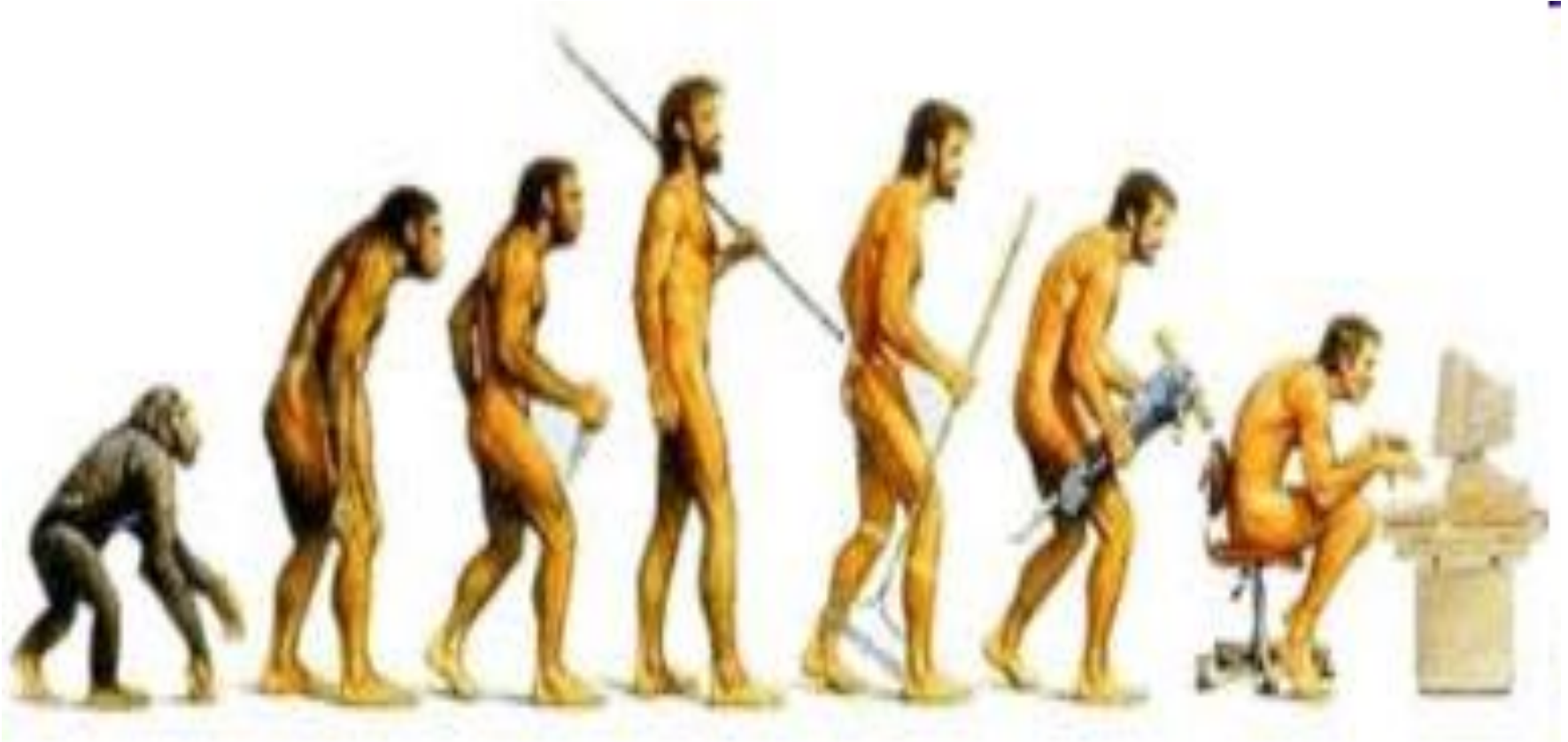


Yang Dipelajari



- ❖ Evolusi dan Kinerja Komputer
- ❖ Struktur Interkoneksi
- ❖ Internal Memory
- ❖ External Memory
- ❖ Input/Output
- ❖ Dukungan Sistem Operasi
- ❖ Aritmatika Komputer
- ❖ Set Instruksi
- ❖ Struktur dan fungsi CPU
- ❖ Reduced Instruction Set Computers (RISC)
- ❖ Prosesor Superscalar
- ❖ Operasi Control Unit
- ❖ Microprogrammed Control
- ❖ Multiprocessors and Vector Processing
- ❖ Digital Logic





EVOLUSI DAN KINERJA KOMPUTER



TIK :

Mahasiswa mengetahui sejarah perkembangan komputer

Better, Faster, Cheaper?



Latar Belakang - ENIAC



- ❖ Electronic Numerical Integrator And Computer
- ❖ Eckert and Mauchly
- ❖ University of Pennsylvania
- ❖ Tabel lintasan peluru
- ❖ Mulai dibuat 1943
- ❖ Selesai 1946
 - Sangat terlambat untuk digunakan dalam PD-II
- ❖ Digunakan sampai 1955





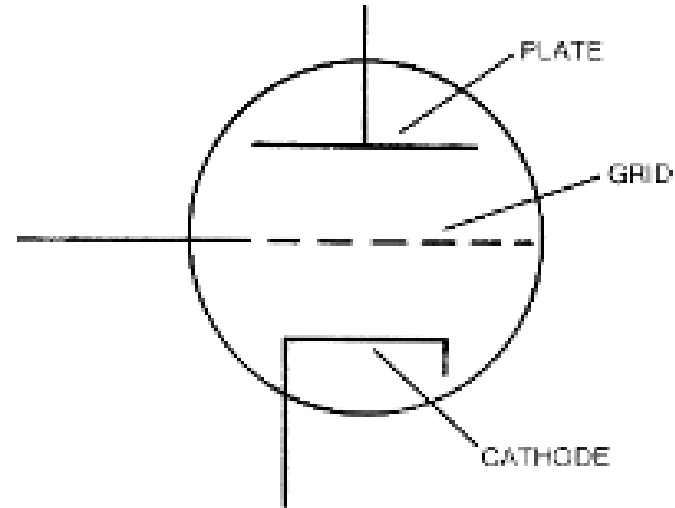
- ❖ Desimal (bukan biner)
- ❖ Memiliki 20 akumulator untuk 10 digit
- ❖ Diprogram manual dengan switch (sakelar)
- ❖ 18.000 tabung vakum
- ❖ Berat 30 ton
- ❖ Luas 15,000 square feet
- ❖ Konsumsi daya 140 kW

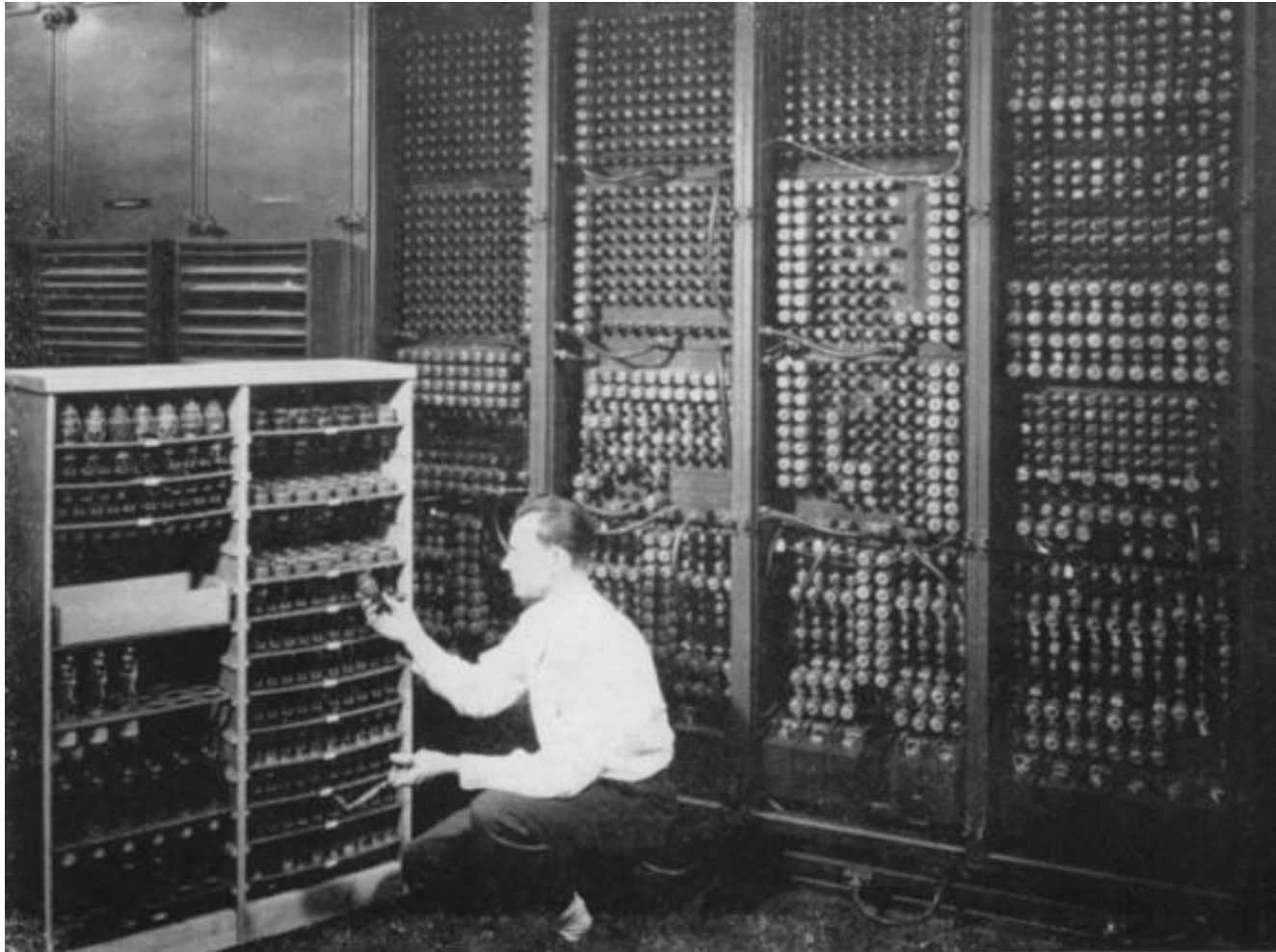


Tabung Vakum



vacuum tube
from the early
1900's





Replacing a bad tube meant checking among ENIAC's 19,000 possibilities.



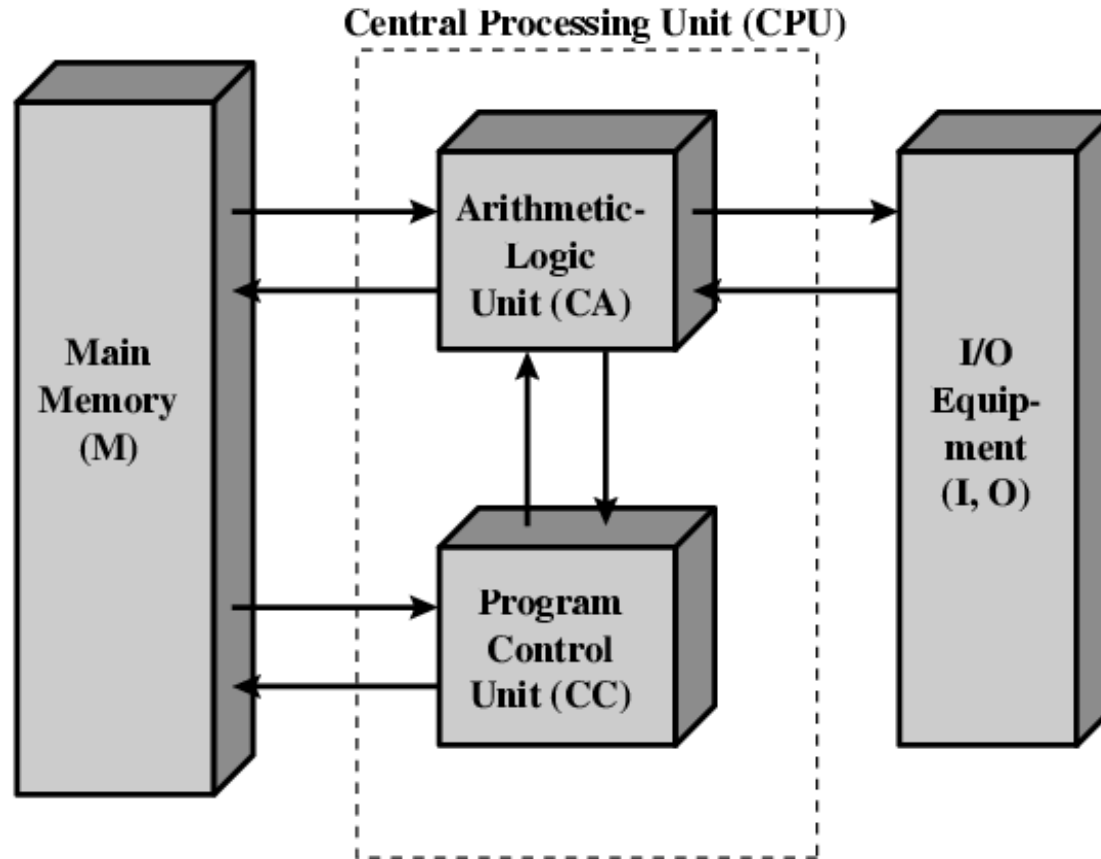
Von neumann / Turing



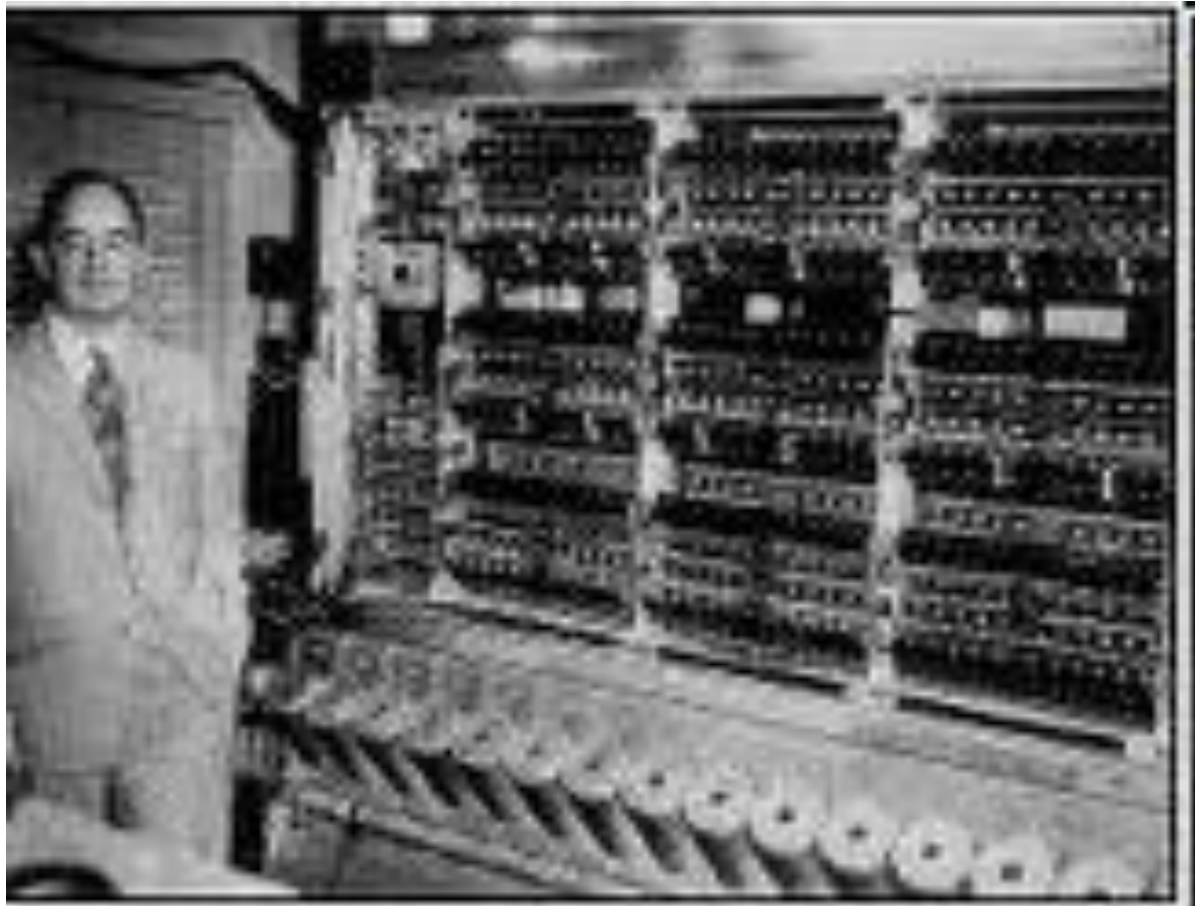
- ❖ Konsep → Penyimpanan program komputer
- ❖ Memori → Menyimpan data dan program
- ❖ ALU → operasi data biner
- ❖ Unit Kontrol → Menginterpretasikan instruksi dari memori dan mengeksekusi
- ❖ Perangkat I/O dikendalikan oleh Unit Kontrol
- ❖ Princeton Institute for Advanced Studies
 - IAS
- ❖ Selesai 1952



Struktur Mesin Von Neumann



Mesin Von Neumann

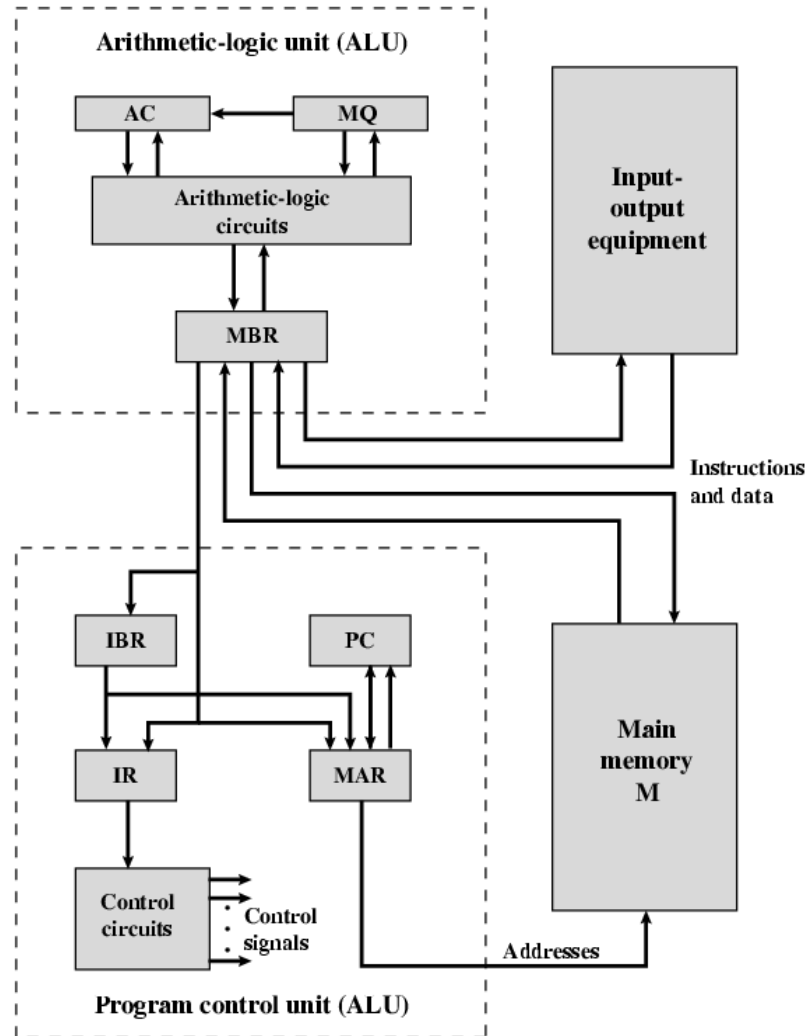




- ❖ Kapasitas memori: 1000 x 40 bit words
 - Menggunakan sistem bilangan Biner
 - Panjang instruksi 20 bit (1 word = 2 instruksi)
- ❖ Register-register dalam CPU
 - MBR (Memory Buffer Register)
 - MAR (Memory Address Register)
 - IR (Instruction Register)
 - IBR (Instruction Buffer Register)
 - PC (Program Counter)
 - AC (Accumulator)
 - MQ (Multiplier Quotient)



Struktur IAS





- ❖ 1947 - Eckert-Mauchly Computer Corporation
 - ➔ UNIVAC I (Universal Automatic Computer)
 - ➔ Untuk kalkulasi sensus 1950 oleh US Bureau of Census
- ❖ Menjadi divisi dari Sperry-Rand Corporation
- ❖ UNIVAC II dipasarkan akhir th. 1950-an
 - ➔ Lebih cepat
 - ➔ Kapasitas memori



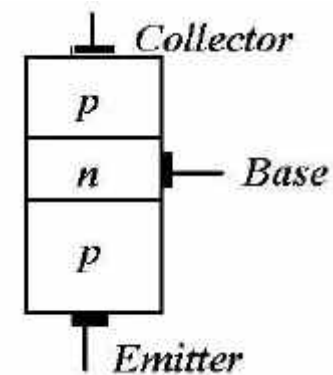


- ❖ Pabrik peralatan Punched-card
- ❖ 1953 – IBM-701
 - ➔ Komputer pertama IBM (stored program computer)
 - ➔ Untuk keperluan aplikasi Scientific
- ❖ 1955 – IBM- 702
 - ➔ Untuk aplikasi bisnis
- ❖ Merupakan awal dari seri 700/7000 yang membuat IBM menjadi pabrik komputer





- ❖ Menggantikan vacuum tubes
- ❖ Lebih kecil
- ❖ Lebih murah
- ❖ Disipasi panas sedikit
- ❖ Merupakan komponen Solid State
- ❖ Dibuat dari Silicon (Sand)
- ❖ Ditemukan pada th 1947 di laboratorium Bell
- ❖ Oleh William Shockley dkk.



Komputer Berbasis Prosesor



- ❖ Mesin generasi II
- ❖ NCR & RCA menghasilkan *small transistor machines*
- ❖ IBM 7000
- ❖ DEC - 1957
 - Membuat PDP-1





- ❖ Secara harafiah berarti “elektronika kecil”
- ❖ Sebuah computer dibuat dari gerbang logika (*gate*), sel memori dan interkoneksi
- ❖ Sejumlah gate dikemas dalam satu keping semikonduktor
- ❖ silicon wafer



Generasi Komputer



- ❖ Vacuum tube - 1946-1957
- ❖ Transistor - 1958-1964
- ❖ Small scale integration - 1965
 - ➔ Sampai dengan 100 komponen dalam 1 IC (chip)
- ❖ Medium scale integration - sampai 1971
 - ➔ 100-3.000 komponen dalam 1 IC
- ❖ Large scale integration - 1971-1977
 - ➔ 3.000 – 100.000 komponen dalam 1 IC
- ❖ Very large scale integration - 1978 -1991
 - ➔ 100.000 – 100.000,000 komponen dalam 1 IC
- ❖ Ultra large scale integration – 1991 -
 - ➔ Lebih dari 100.000.000 komponen dalam 1 IC



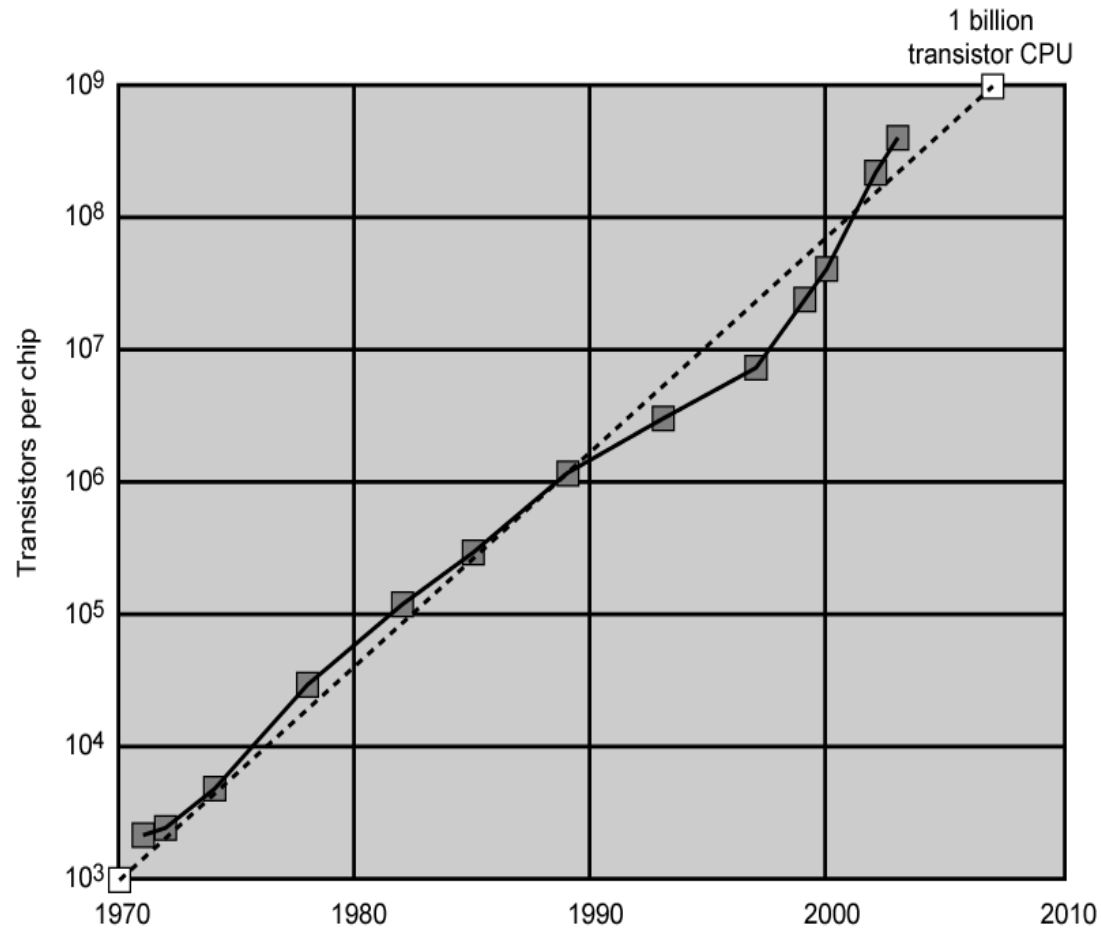
Hukum Moore



- ❖ Gordon Moore - cofounder of Intel
- ❖ Meningkatkan kerapatan komponen dalam chip
- ❖ Jumlah transistors/chip meningkat 2 x lipat per tahun
- ❖ Sejak 1970 pengembangan agak lambat
 - ➡ Jumlah transistors 2 x lipat setiap 18 bulan
- ❖ Harga suatu chip tetap / hampir tidak berubah
- ❖ Kerapatan tinggi berarti jalur pendek, menghasilkan kinerja yang meningkat
- ❖ Ukuran semakin kecil, fleksibilitas meningkat
- ❖ Daya listrik lebih hemat, panas menurun
- ❖ Sambungan sedikit berarti semakin handal / reliable



Pertumbuhan Jumlah Transistor Dalam CPU





- ❖ 1964
- ❖ Mengganti (& tdk kompatibel dengan) seri 7000
- ❖ Pelopor munculnya “*family*” komputer
 - Sama atau identik → Instruksinya
 - Sama atau identik → O/S
 - Bertambahnya kecepatan
 - Bertambahnya jumlah port I/O
 - Bertambahnya ukuran memori
 - Harga meningkat
- ❖ Multiplexed switch structure





- ❖ 1964
- ❖ Minikomputer pertama
- ❖ Tidak mengharuskan ruangan ber AC
- ❖ Ukuran kecil
- ❖ Harga \$16.000
 - ➔ \$100k+ for IBM 360
- ❖ Embedded applications & OEM
- ❖ Struktur → BUS



DEC – PDP 8 → Struktur BUS

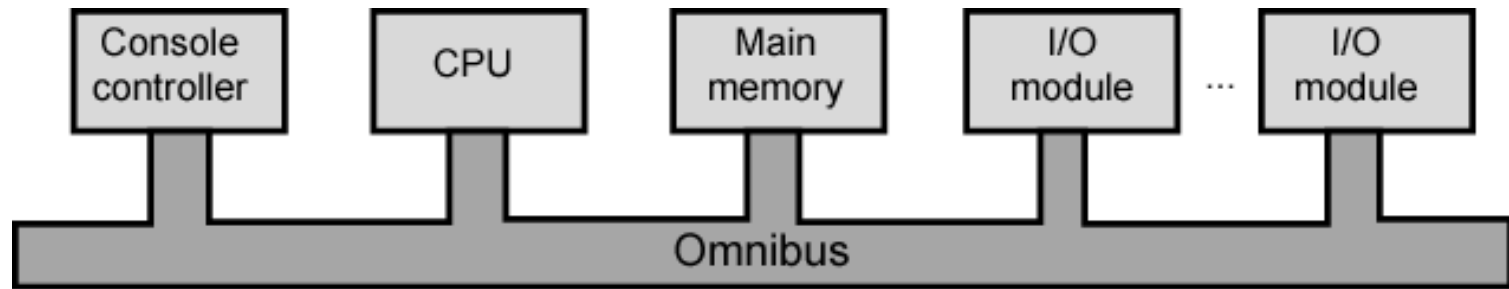


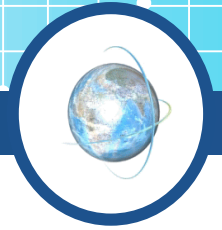
Figure 2.9 PDP-8 Bus Structure

Memori Semikonduktor



- ❖ 1970
- ❖ Ukuran kecil (sebesar 1 sel core memory)
- ❖ Dapat menyimpan 256 bits
- ❖ Non-destructive read
- ❖ Lebih cepat dari core memory
- ❖ Kapasitas meningkat 2 x lipat setiap tahun





- ❖ Tahun 1971 → 4004
 - ➔ Mikroprosesor pertama
 - ➔ Semua komponen CPU dalam 1 IC (chip)
 - ➔ 4 bit
- ❖ Tahun 1972 → 8008
 - ➔ 8 bit
 - ➔ Untuk aplikasi yang spesifik
- ❖ Tahun 1974 → 8080
 - ➔ Generasi pertama dari intel → “general purpose microprocessor”
- ❖ Tahun 1978 → 8086, 80286
- ❖ Tahun 1985 → 80386
- ❖ Tahun 1989 → 80486



- ❖ Pipelining
- ❖ On board cache
- ❖ On board L1 & L2 cache
- ❖ Branch prediction
- ❖ Data flow analysis
- ❖ Speculative execution

Performance Balance



- ❖ Kecepatan prosesor ditingkatkan untuk mengimbangi pipeline stages yang panjang
- ❖ Kapasitas Memori ditingkatkan untuk mengimbangi ukuran bus yang meningkat menjadi 32-bit dan 64-bit
- ❖ Laju memori yang tertinggal dari laju prosesor, maka diperlukan cache



Perbandingan Kinerja Logic dan Memori

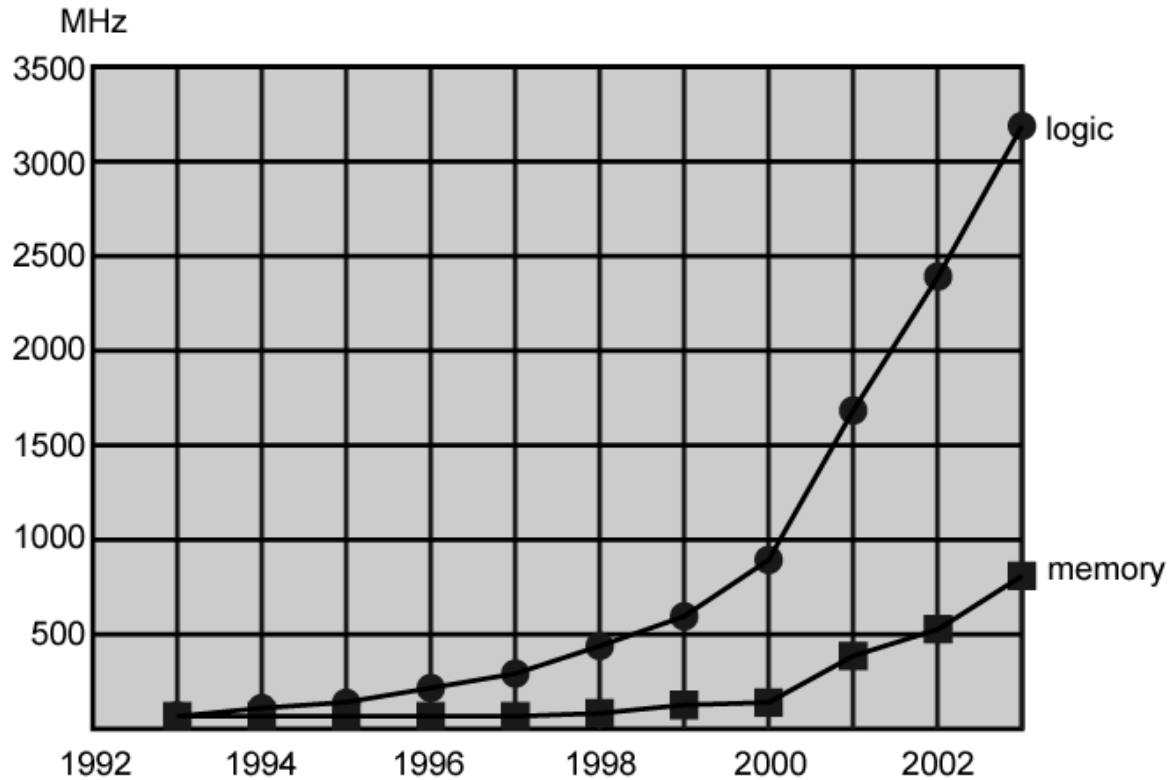


Figure 2.10 Logic and Memory Performance Gap [BORK03]



- ❖ Meningkatkan jumlah bit per akses
- ❖ Mengubah interface DRAM
 - ➔ Cache
- ❖ Mengurangi frekuensi akses memory
 - ➔ Cache yg lebih kompleks dan cache on chip
- ❖ Meningkatkan bandwidth interkoneksi
 - ➔ Bus kecepatan tinggi - High speed buses
 - ➔ Hierarchy of buses





- ❖ Perangkat untuk kebutuhan I/O
- ❖ Besar data throughput yang dibutuhkan
- ❖ Dapat dihandle oleh prosesor
- ❖ Permasalahan → Perpindahan data
- ❖ Solusi:
 - Caching
 - Buffering
 - Higher-speed interconnection buses
 - More elaborate bus structures
 - Multiple-processor configurations

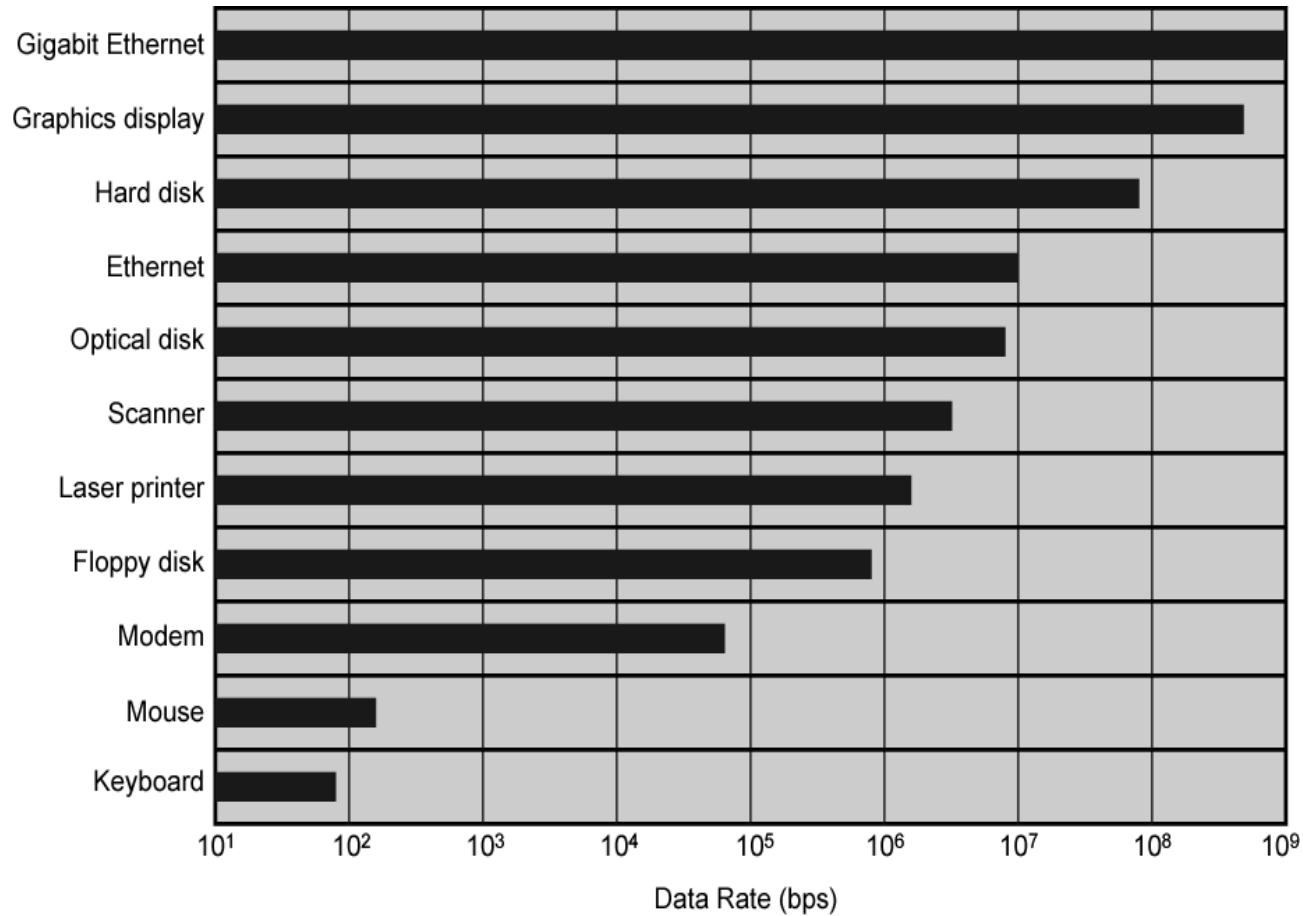




- ❖ Perangkat untuk kebutuhan I/O
- ❖ Besar data throughput yang dibutuhkan
- ❖ Dapat dihandle oleh prosesor
- ❖ Permasalahan → Perpindahan data
- ❖ Solusi:
 - Caching
 - Buffering
 - Higher-speed interconnection buses
 - More elaborate bus structures
 - Multiple-processor configurations



Perbandingan Laju Data Perangkat I/O



Kuncinya pada keseimbangan:



- ❖ Komponen Processor
- ❖ Main memory (RAM)
- ❖ I/O devices
- ❖ Interconnection structures





- ❖ Meningkatkan kecepatan h/w prosesor
 - Mengecilkan ukuran gerbang logik secara mendasar
 - Lebih banyak gerbang, lebih rapat, meningkatkan clock rate
 - Menurunkan waktu propagasi/merambatnya sinyal
- ❖ Meningkatkan ukuran dan laju Cache
 - Mengikuti laju prosesor
 - Wktu akses cache diturunkan secara drastis
- ❖ Mengubah Organisasi dan Arsitektur Prosesor
 - Meningkatkan laju efektif eksekusi
 - Parallelisme





❖ Daya

- Peningkatan densitas daya sesuai dengan peningkatan densitas gerbang logik dan *clock speed*
- Menimbulkan panas

❖ Tundaan Resistor dan Capacitor (RC delay)

- Laju elektron dibatasi oleh R dan C dari logam kawat
- Tundaan meningkat sesuai peningkatan RC
- Kabel yang kecil justru meningkatkan tahanan
- Kabel yang kawatnya disatukan/dililit akan meningkatkan *capacitance*

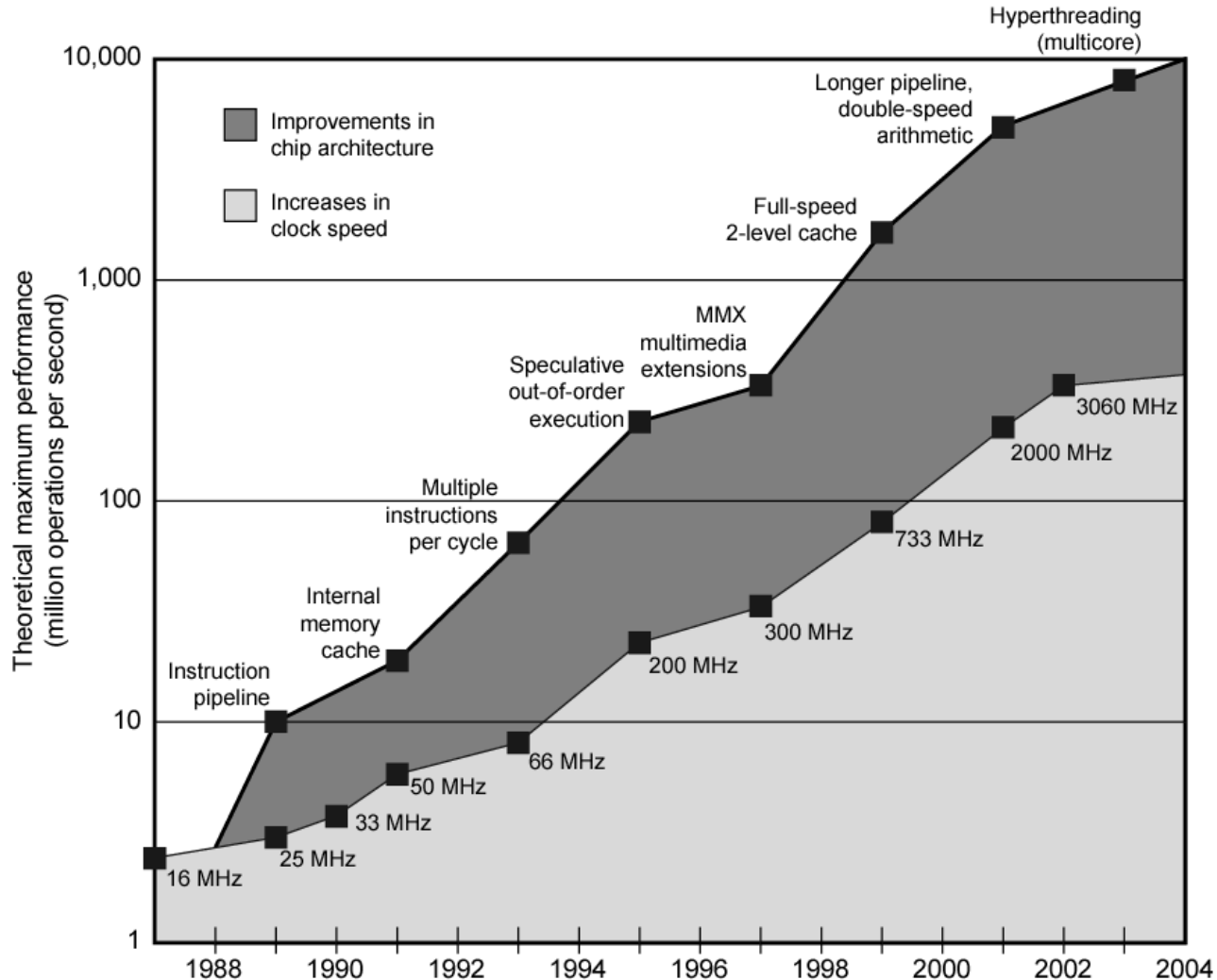
❖ Latensi/waktu akses minimum Memori

- Laju memori tidak mampu menyamai laju prosesor

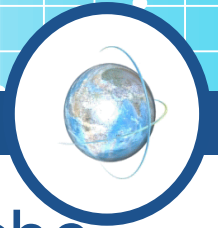
❖ Solusi:

- Pendekatan lebih ditekankan pada organisasi dan arsitektur

Intel Microprocessor Performance



Kapasitas Cache ditingkatkan



- ❖ Secara khusus dibuat dua atau tiga level cache di antara prosesor dan RAM (main memory)
- ❖ Meningkatkan kerapatan chip
 - Cache pada chip ditingkatkan kapasitasnya
 - Waktu akses cache yang lebih cepat
- ❖ 10% luas chip Pentium digunakan oleh cache
- ❖ 50% luas chip Pentium digunakan oleh cache



Logik eksekusi yang Makin Rumit



- ❖ Menyediakan eksekusi instruksi secara paralel
- ❖ Kerja Pipeline yang sama dengan kerja assembly line (perakitan mobil)
 - Tahap/stage eksekusi berbeda untuk tiap instruksi yang berbeda pada saat yang sama (tumpang tindih)
- ❖ Superscalar mengizinkan multiple pipelines pada processor tunggal
 - Instruksi yang tidak saling bergantung dapat dieksekusi secara paralel





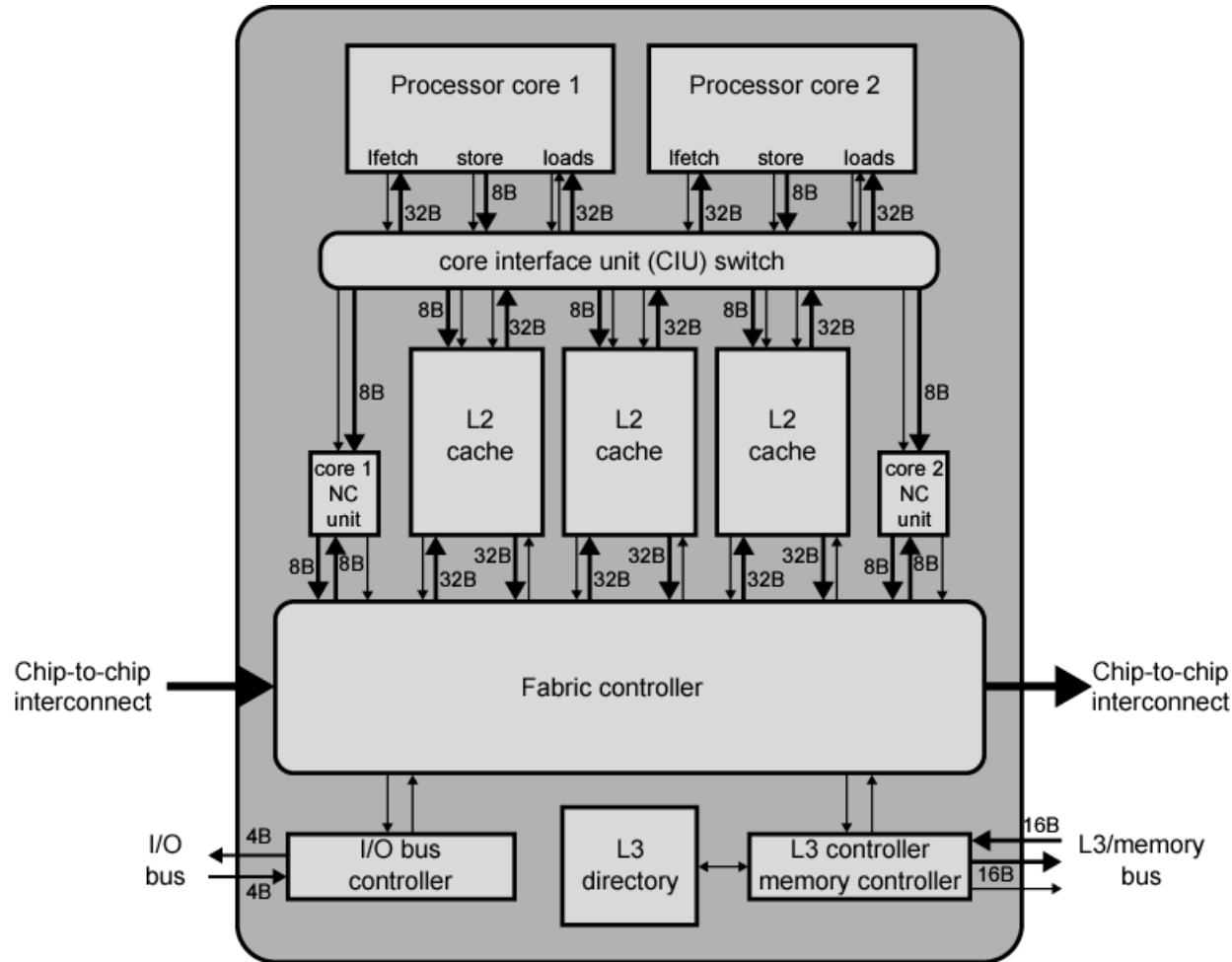
- ❖ Organisasi Internal processors yang rumit
 - dapat diberi paralelisme
 - peningkatan yang sesuai kemajuan
- ❖ Keuntungan dari cache adalah pencapaian batas tercepat
- ❖ Peningkatan clock rate dapat menuju masalah disipasi daya
 - Beberapa batas fisik akan dicapai, misalnya titik leleh pembungkus chip

Pendekatan baru – Multiple Cores



- ❖ Multiple processors pada chip tunggal
 - Cache bersama harus besar
- ❖ Peningkatan kinerja prosesor proposrsional terhadap luasan chip akan meningkatkan kompleksitas
- ❖ Bila s/w dapat di memanfaatkan multiple processors, maka melipatgandakan prosesor akan melipatgandakan kinerjanya juga
- ❖ Sehingga, lebih baik menggunakan dua prosesor sederhana pada sebuah chip
- ❖ Dengan 2 prosesor, perlu caches yang lebih besar
 - Karena konsumsi daya logik memori lebih kecil dari proses logik
- ❖ Contoh: IBM POWER4
 - Dua core prosesor pada PowerPC

POWER4 Chip Organization



NC = noncacheable





❖ 8080

- general purpose microprocessor pertama
- 8-bit data
- Digunakan pertamakali pada PC – Altair

❖ 8086

- Lebih berdayaguna
- 16-bit
- Menambah instruction cache, prefetch few instructions
- 8088 (8-bit external bus) digunakan pertama kali pada IBM PC

❖ 80286

- 16 Mbyte memory addressable
- Memori dapat mencapai 1MB

❖ 80386

- 32-bit
- Mendukung multitasking





- ❖ 80486
 - cache and instruction pipelining lebih canggih
 - built in maths co-processor (80487)
- ❖ Pentium
 - Superscalar
 - Multiple instructions executed in parallel
- ❖ Pentium Pro
 - Meningkatkan organisasi superscalar
 - Perubahan penamaan register
 - Prediksi pencabangan (menunda eksekusi bila menemukan instruksi pencabangan)
 - analisis aliran data
 - eksekusi spekulatif bila menghadapi instruksi yang rumit





- ❖ Pentium II
 - MMX technology
 - graphics, video & audio processing
- ❖ Pentium III
 - penambahan floating point instructions u/ 3D graphics
- ❖ Pentium 4
 - Penggunaan angka arab bukan romawi
 - Pengayaan pada floating point and multimedia
- ❖ Itanium
 - 64-bit
 - Dibahas pada bab 15
- ❖ Itanium 2
 - Pengayaan h/w u meningkatkan laju
- ❖ Selengkapnya lihat halaman web Intel





- ❖ Core
 - Seri x86 pertama yang menggunakan dual core
- ❖ Core 2
 - Arsitektur 64-bit
- ❖ Core 2 Quad – 3GHz – 820 juta transistor dibandingkan 8086 yang hanya 300 ribu
 - 4 buah prosesor dalam sebuah chip
- ❖ Pada arsitektur x86 banyak menggunakan embedded systems
- ❖ Organisasi dan teknologinya berubah drastis
- ❖ Instruction set architecture berubah mengikuti kompatibilitas sebelumnya
 - Tiap bulan ditambah 1 jenis instruksi
 - Memiliki 500 buah instruksi



- ❖ 1975, dimulai proyek minikomputer (IBM) RISC 801
- ❖ dilanjutkan dengan prosesor Berkeley RISC I
- ❖ 1986, IBM membuat workstation RISC, yaitu RT PC.
 - Secara komersial tidak berhasil
 - banyak pesaing lebih murah dan kinerjanya lebih baik
- ❖ 1990, dibangun IBM RISC System/6000
 - Mesin superskalar mirip RISC
 - POWER architecture
- ❖ IBM bersama Motorola (68000 microprocessors), and Apple, (Macintosh menggunakan 68000)
- ❖ Hasil dari arsitektur PowerPC
 - Diturunkan dari arsitektur POWER
 - Superscalar RISC
 - Apple Macintosh
 - Menggunakan Embedded chip





- ❖ 601:
 - Cepat diterima pasar dengan mesin 32-bit
- ❖ 603:
 - Low-end desktop and portable
 - 32-bit
 - Kinerja setara 601
 - Lebih murah dan lebih efisien
- ❖ 604:
 - Desktop and low-end servers
 - 32-bit machine
 - Desain superskalar yang jauh lebih mutakhir
 - Kinerja yang lebih tinggi
- ❖ 620:
 - High-end servers
 - 64-bit architecture



❖ 740/750:

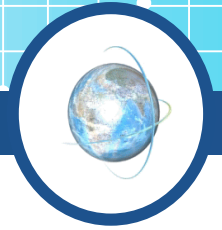
- Juga dikenal sebagai G3
- Cache dalam chip dua tingkat (L1 & L2)

❖ G4:

- Peningkatan pada parallelism dan laju internal

❖ G5:

- Peningkatan pada parallelism dan laju internal
- Organisasi 64-bit

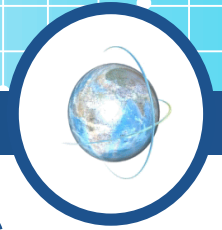


❖ Ukuran yang berbeda

- Perbedaan ketidakleluasaan, optimisasi, dan reuse

❖ Perbedaan keperluan

- Safety, reliability, real-time, flexibility, legislation
- Lifespan
- Environmental conditions
- Static v dynamic loads
- Slow to fast speeds
- Computation vs I/O intensive
- Discrete event vs continuous dynamics



- ❖ ARM pengembangan dari desain RISC
- ❖ Digunakan terutama di embedded systems
 - ➔ Digunakan dalam produk
 - ➔ Bukan general purpose computer
 - ➔ Mempunyai fungsi khusus
 - ➔ Contoh: Anti-lock rem di mobil



Kebutuhan Embedded System



- ❖ Berbeda ukuran
 - Berbeda kendala, optimisasi, dapat digunakan kembali
- ❖ Kebutuhan yang berbeda
 - Keamanan, kehandalan, real-time, fleksible
 - Ketahanan (jangka widup)
 - Kondisi lingkungan
 - Beban statis atau dinamis
 - Kecepatan lambat ke cepat
 - Perhitungan
 - Kejadian acak atau dinamis berkelanjutan



Contoh Organisasi Embedded System

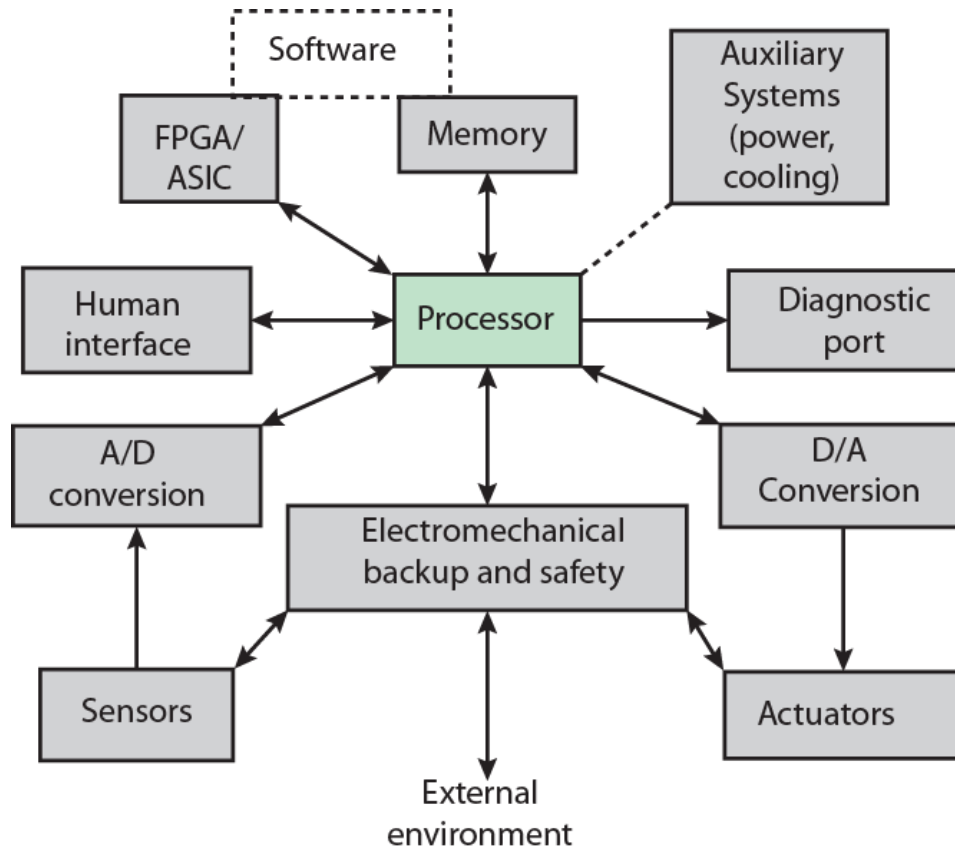


Figure 2.13 Possible Organization of an Embedded System



- ❖ Didesain oleh ARM Inc., Cambridge, England
- ❖ Berlisensi bagi manufacture/fabrikan
- ❖ High speed, small die, low power consumption
- ❖ PDAs, hand held games, phones
 - Contoh : iPod, iPhone, Samsung
- ❖ Pabrik Acorn memproduksi ARM1 & ARM2 pada th 1985 dan ARM3 pada th 1989
- ❖ Acorn, VLSI and Apple Computer mendirikan ARM Ltd.



- ❖ Embedded real time
- ❖ Platform aplikasi
 - Linux, Palm OS, Symbian OS, Windows mobile, Android
- ❖ Secure applications

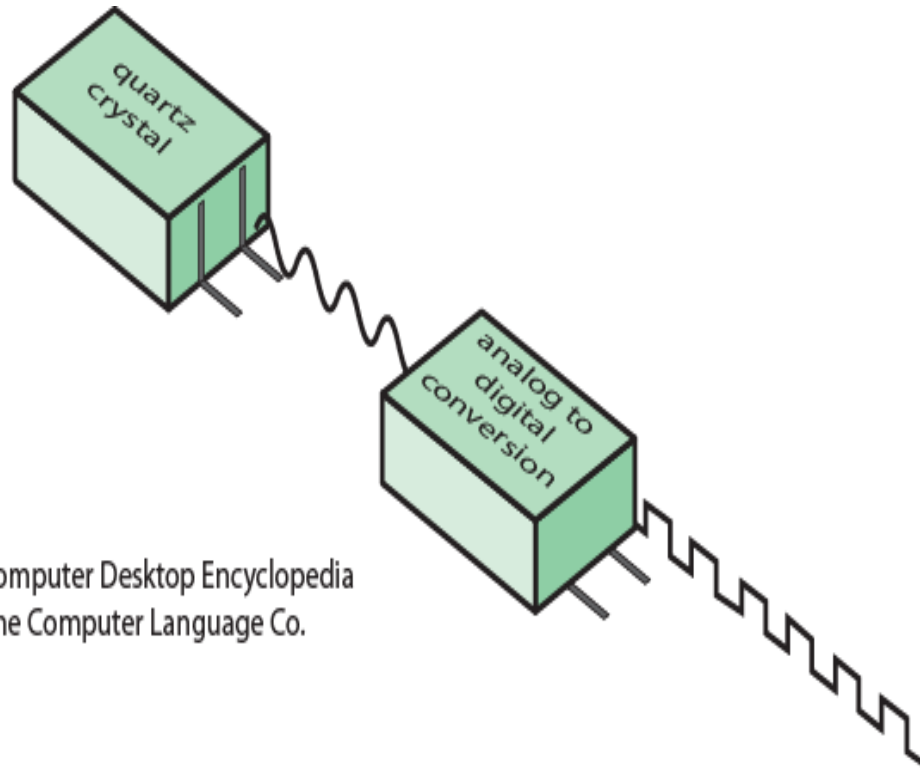
Penilaian Kinerja Kecepatan Clock



- ❖ Parameter Kunci
 - Kinerja, biaya, ukuran, keamanan, kehandalan, konsumsi daya
- ❖ Sistem kecepatan clock
 - Dalam Hz atau kelipatannya
 - Clock rate, clock cycle, clock tick, cycle time
- ❖ Sinyal dalam CPU membutuhkan waktu untuk perubahan ke 1 atau 0
- ❖ Sinyal dapat berubah dengan kecepatan yang berbeda
- ❖ Dibutuhkan sinkronisasi untuk pengoperasiannya
- ❖ Eksekusi instruksi dalam diskrit
 - Decode, load dan menyimpan, aritmatika atau logika
 - Biasanya memerlukan beberapa siklus clock per instruksi



System Clock



From Computer Desktop Encyclopedia
1998, The Computer Language Co.

Instruction Execution Rate



- ❖ Millions of instructions per second (MIPS)
- ❖ Millions of floating point instructions per second (MFLOPS)
- ❖ Sangat bergantung pada instruksi, kompiler, implementasi prosesor, cache dan hirarki memori





- ❖ Program dirancang untuk menguji kinerja
- ❖ Ditulis dengan bahasa tingkat tinggi
 - ➔ Portable
- ❖ Merepresentasikan jenis pekerjaannya
 - ➔ Systems, numerical, commercial
- ❖ Mudah diukur
- ❖ Luas penggunaannya
- ❖ Misal: System Performance Evaluation Corporation (SPEC)
 - ➔ CPU2006 untuk perhitungan yang pasti
 - ⇒ 17 floating point programs dalam C, C++, Fortran
 - ⇒ 12 integer programs dalam C, C++
 - ⇒ 3 juta baris kode
 - ➔ Kecepatan
 - ⇒ Single task dan throughput

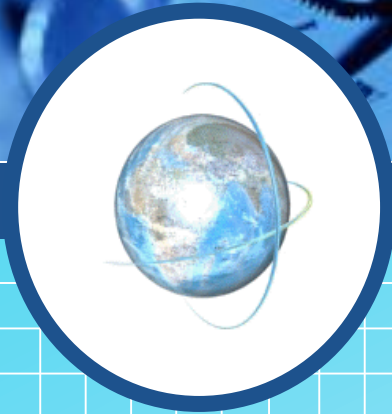




- ❖ Gene Amdahl [AMDA67]
- ❖ Potensi peningkatan kecepatan program dengan menggunakan beberapa prosesor
- ❖ Menyimpulkan bahwa:
 - ➔ Kode perlu parallelizable
 - ➔ Kecepatan meningkat, memberikan hasil yang menurun untuk prosesor lebih banyak
- ❖ Tergantung apa yang dikerjakan
 - ➔ Server dapat memelihara beberapa koneksi pada multiple prosesor
 - ➔ Database dapat dibagi dalam tugas-tugas paralel



LOGO



SELESAI



PT. Elektronika FT UNY

Muh. Izzuddin Mahali, M.Cs.