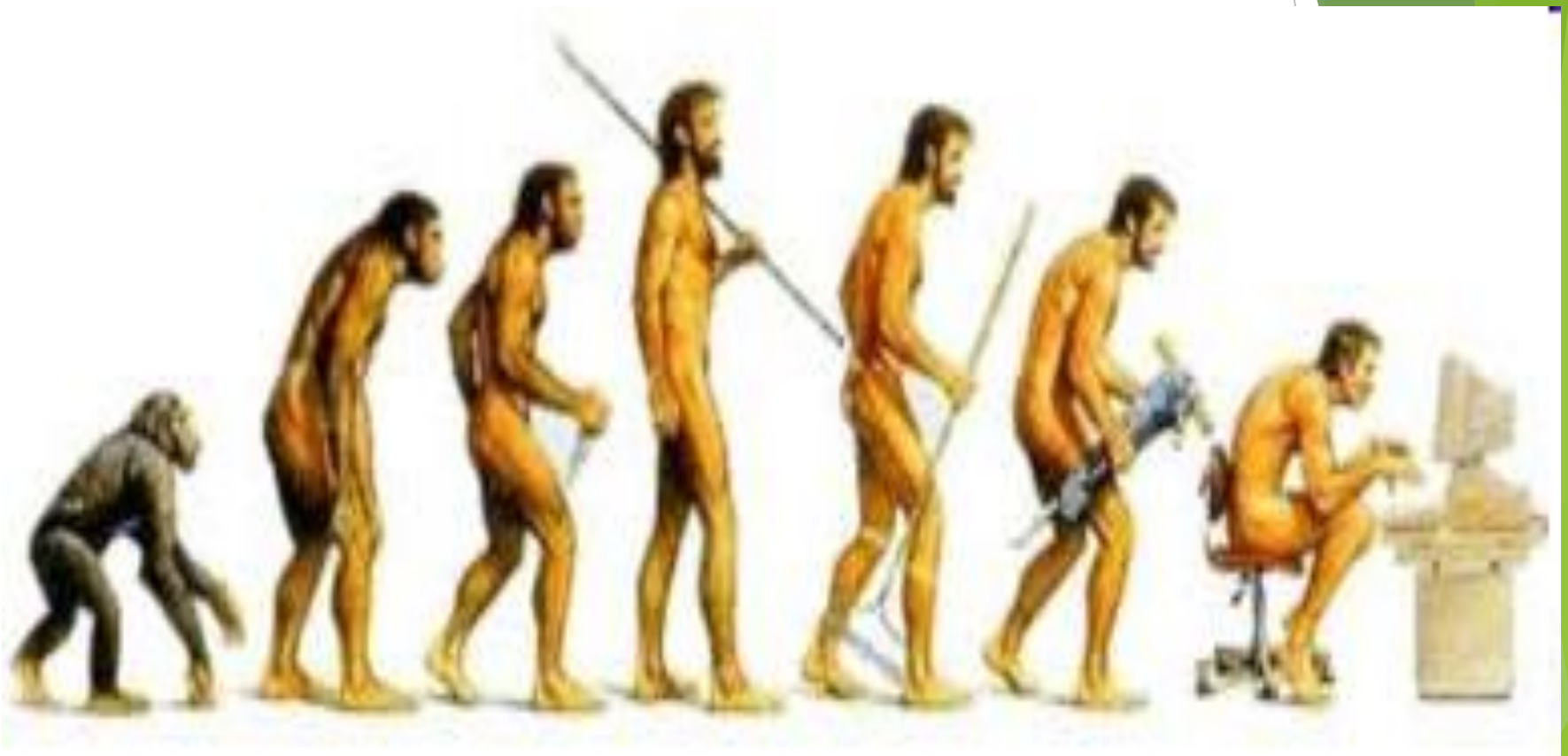


# ORGANISASI & ARSITEKTUR KOMPUTER

SEMESTER 2

PERTEMUAN KE-3

Dosen : Drs. Ino Suryana, M.Kom



# EVOLUSI DAN KINERJA KOMPUTER

TIK :

Mahasiswa mengetahui sejarah perkembangan computer dan cara menentukan/menghitung kinerja computer.

## **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

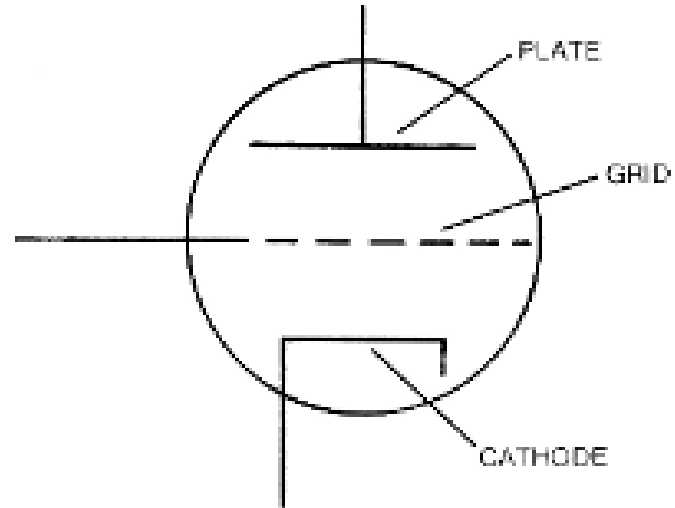
# ENIAC

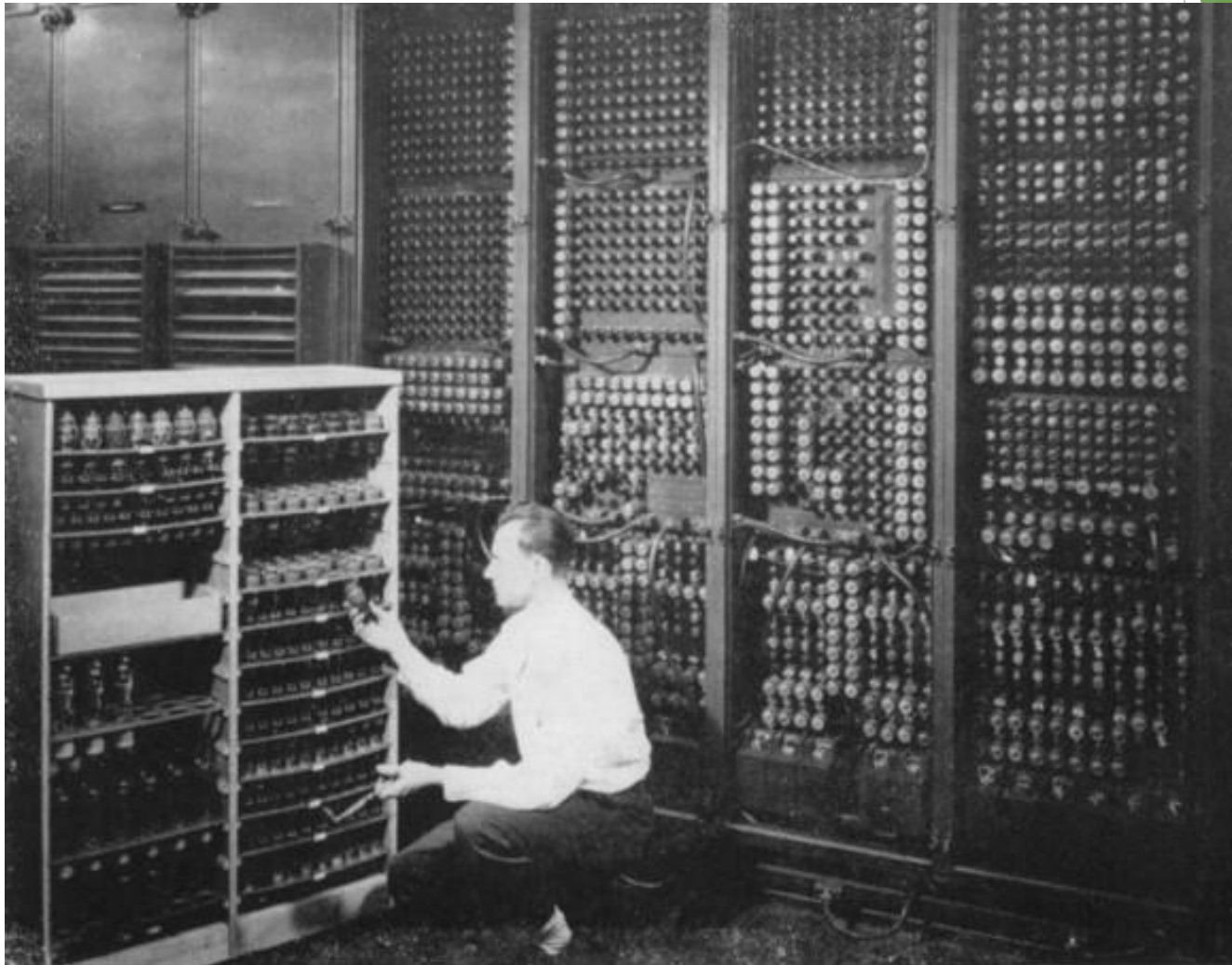
- ▶ Desimal (bukan biner)
- ▶ Memiliki 20 akumulator untuk 10 digit
- ▶ Diprogram manual dengan switch (sakelar)
- ▶ 18.000 tabung vakum
- ▶ Berat 30 ton
- ▶ Luas 15,000 square feet
- ▶ Konsumsi daya 140 kW

# Tabung Vakum



vacuum tube  
from the early  
1900's





s1 TI-2 / Unpad / 3 sks

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

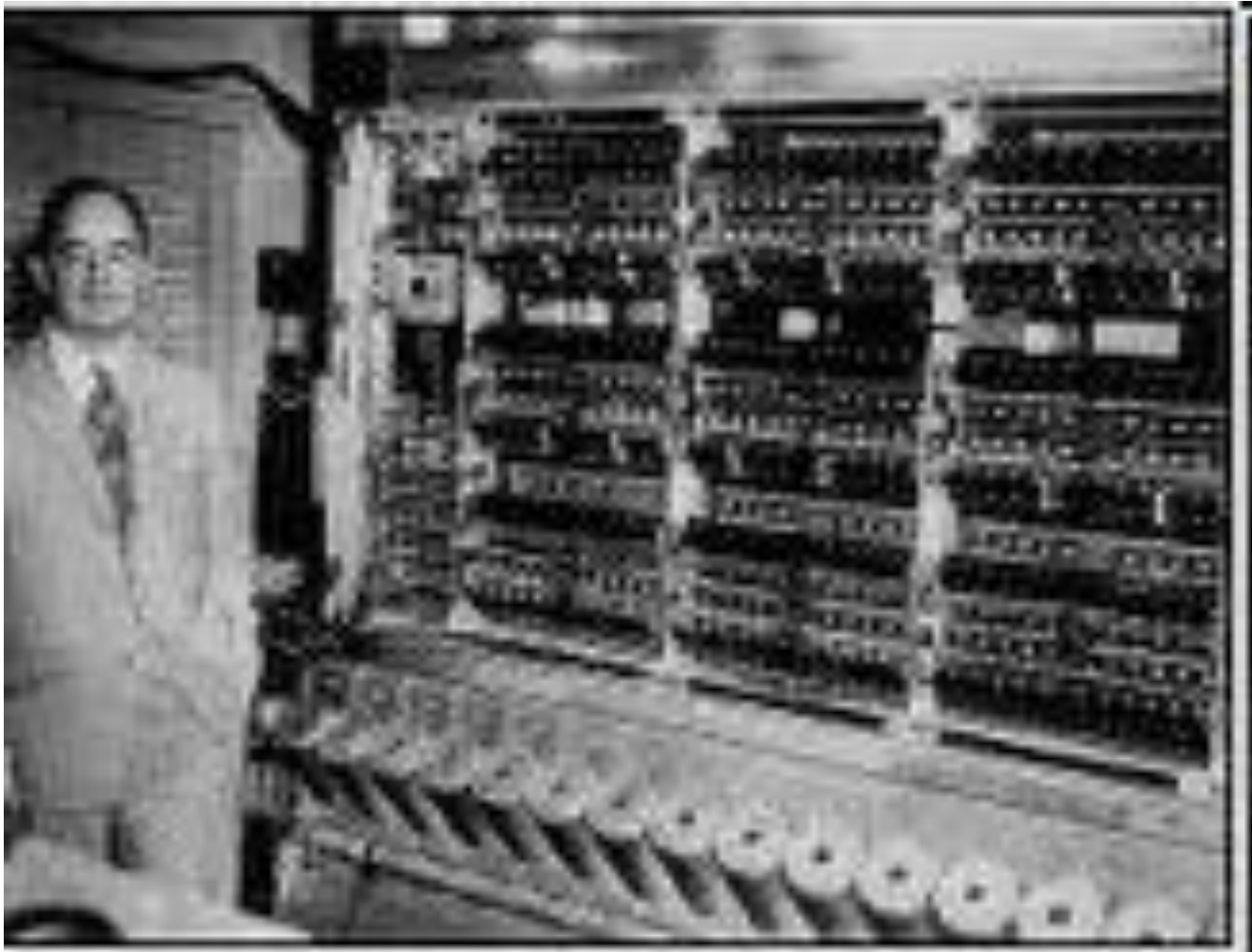
# Von Neumann/Turing

- ▶ 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



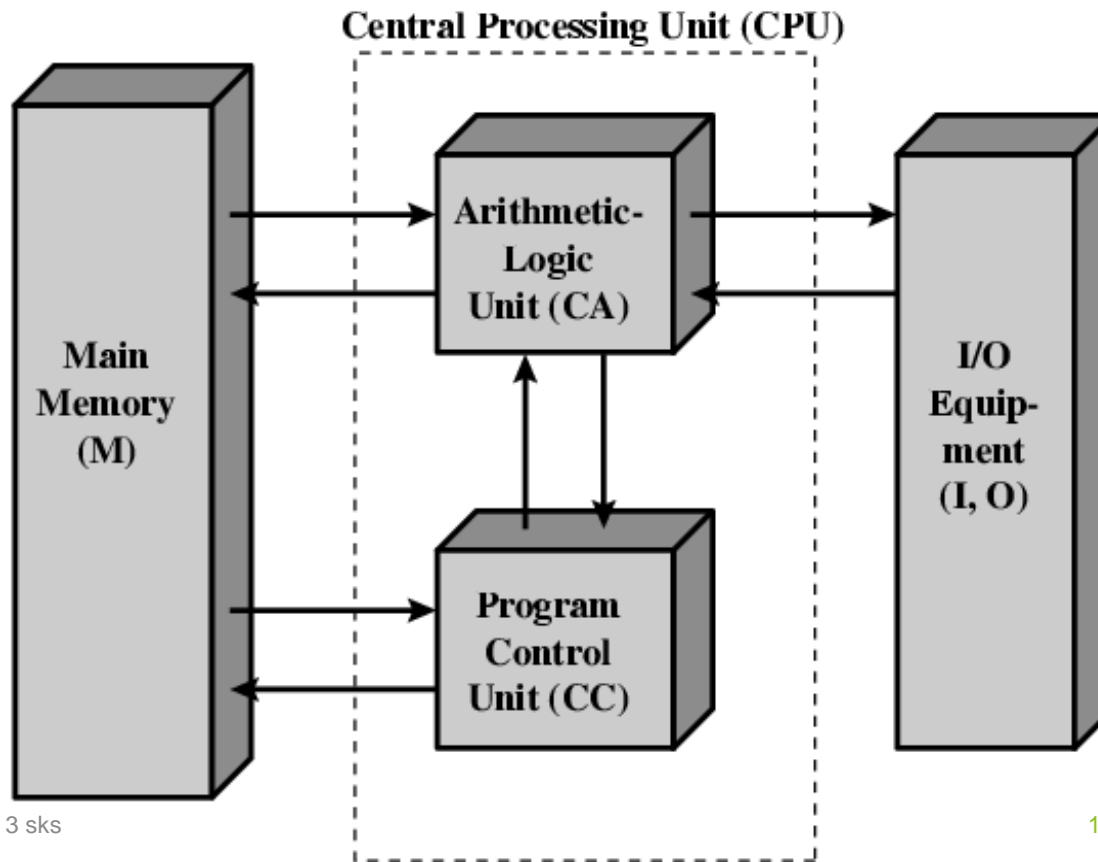


# Mesin Von Neumann



s1 TI-2 / Unpad / 3 sks

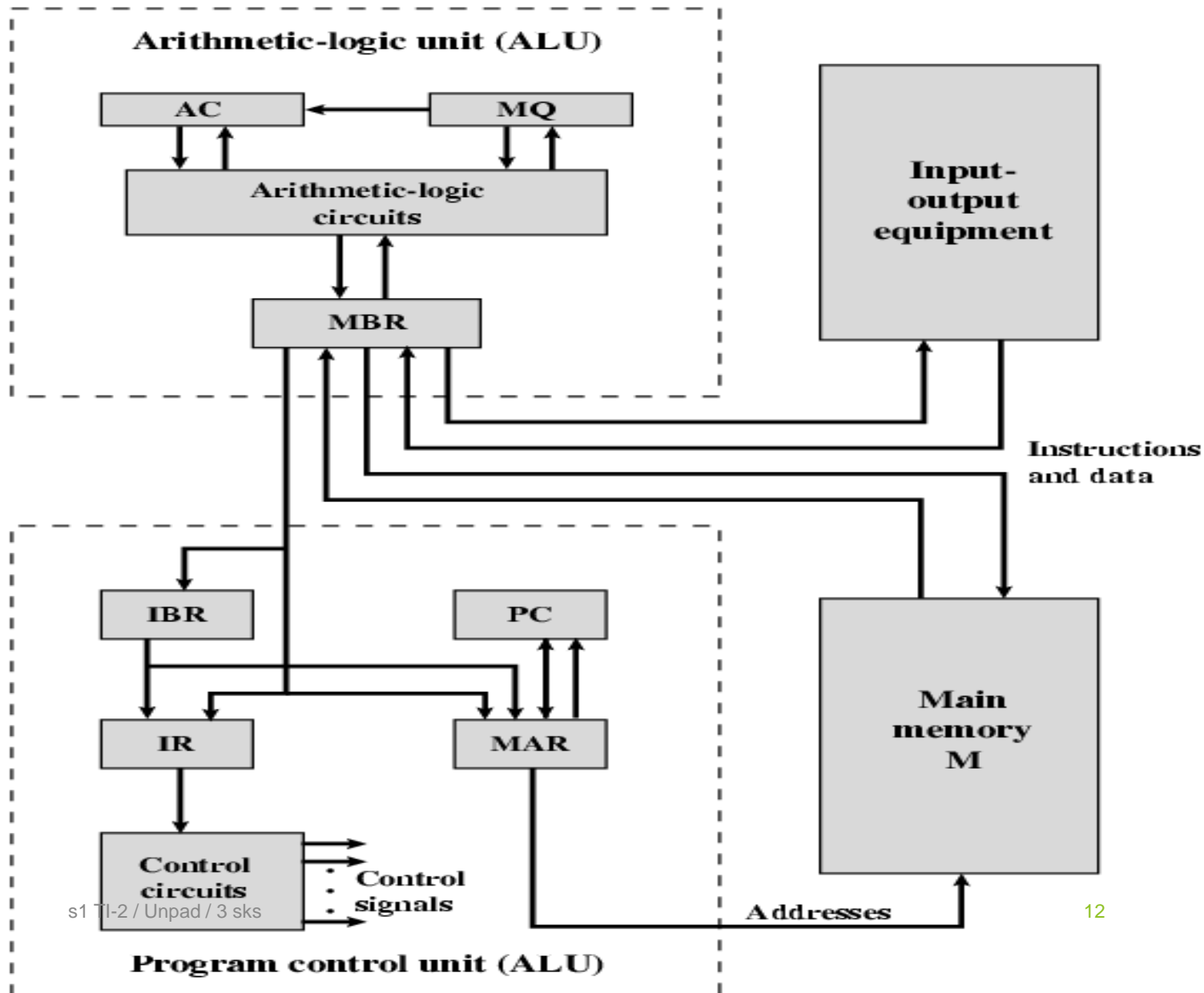
# Struktur Mesin Von Neumann (IAS Computer) – buku hal 20-23/43\_pdf



# IAS-Computer of Institute for Advanced Studies

- ▶ 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 (lihat ke buku h<sub>21</sub>)



# Komputer Komersial

- ▶ 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

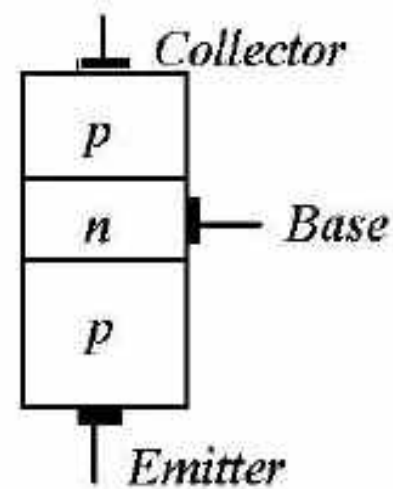


# IBM

- ▶ 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

# Transistor

- ▶ 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<sup>46</sup>

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





# Mikro Elektronik\_BAHAS

- ▶ Secara harafiah berarti “electronika kecil” - **hal 28 Fig 2.6**
- ▶ Sebuah komputer dibuat dari gerbang logika (*gate*), sel memori dan interkoneksi
- ▶ Sejumlah gate dikemas dalam satu keping semikonduktor
- ▶ silicon wafer - **hal30Fig2.7**

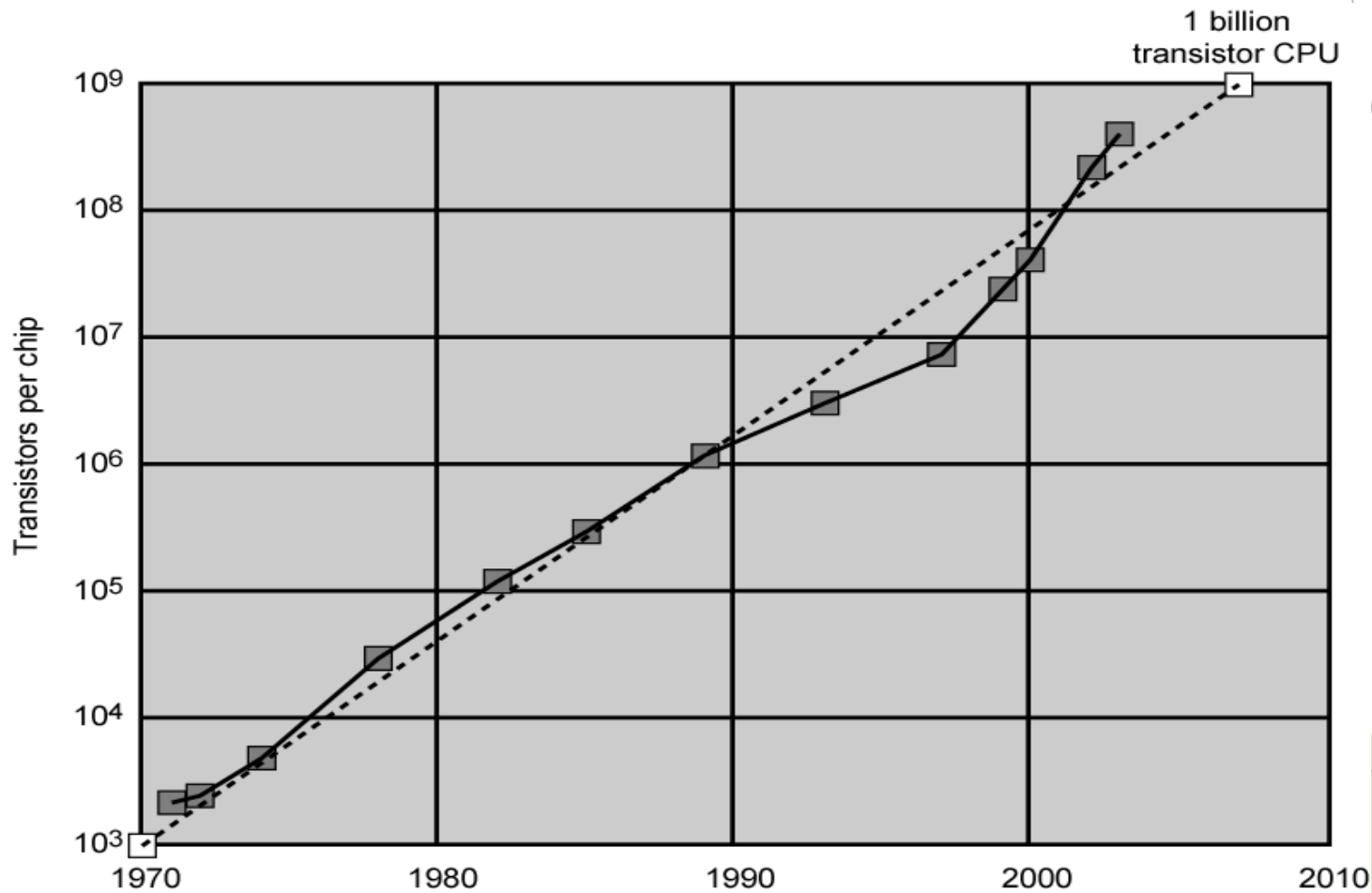
# Generasi Komputer

- ▶ 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/1-chip (h-31)



# IBM Seri 360

21

- ▶ 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



# DEC - PDP 8

22

- ▶ 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

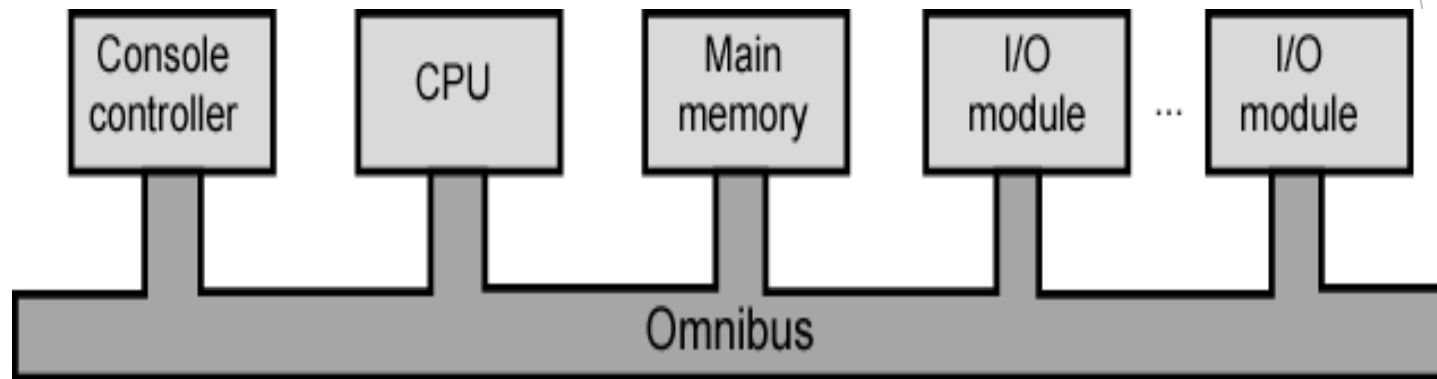


Figure 2.9 PDP-8 Bus Structure

# 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





# Intel

- ▶ 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

# Perancangan Meningkatkan Kecepatan

## - Bab 2 (2.1)

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

# KeSeimbangan Kinerja

- ▶ Kecepatan prosesor meningkat
- ▶ Kapasitas memori meningkat
- ▶ Perkembangan kecepatan memori lebih lambat (tertinggal) dibanding kecepatan prosesor → perlu keseimbangan kecepatan proses antara prosesor dengan Memori.

# Perbandingan Kinerja Logic/prosesor dan Memori

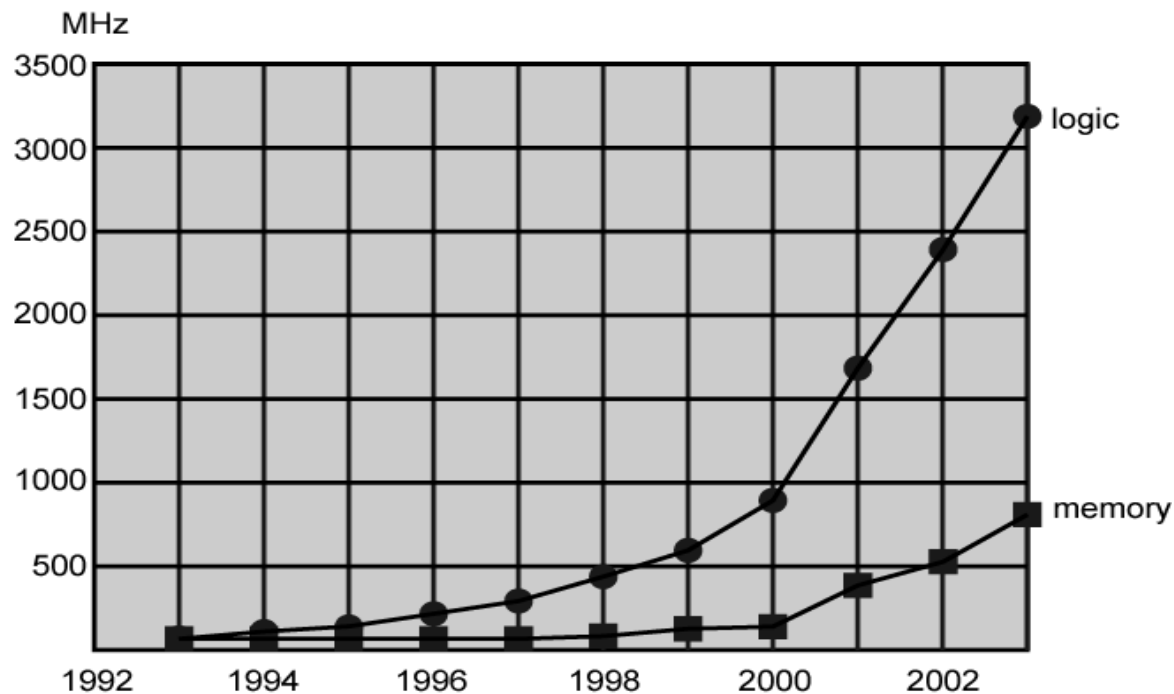


Figure 2.10 Logic and Memory Performance Gap [BORK03]

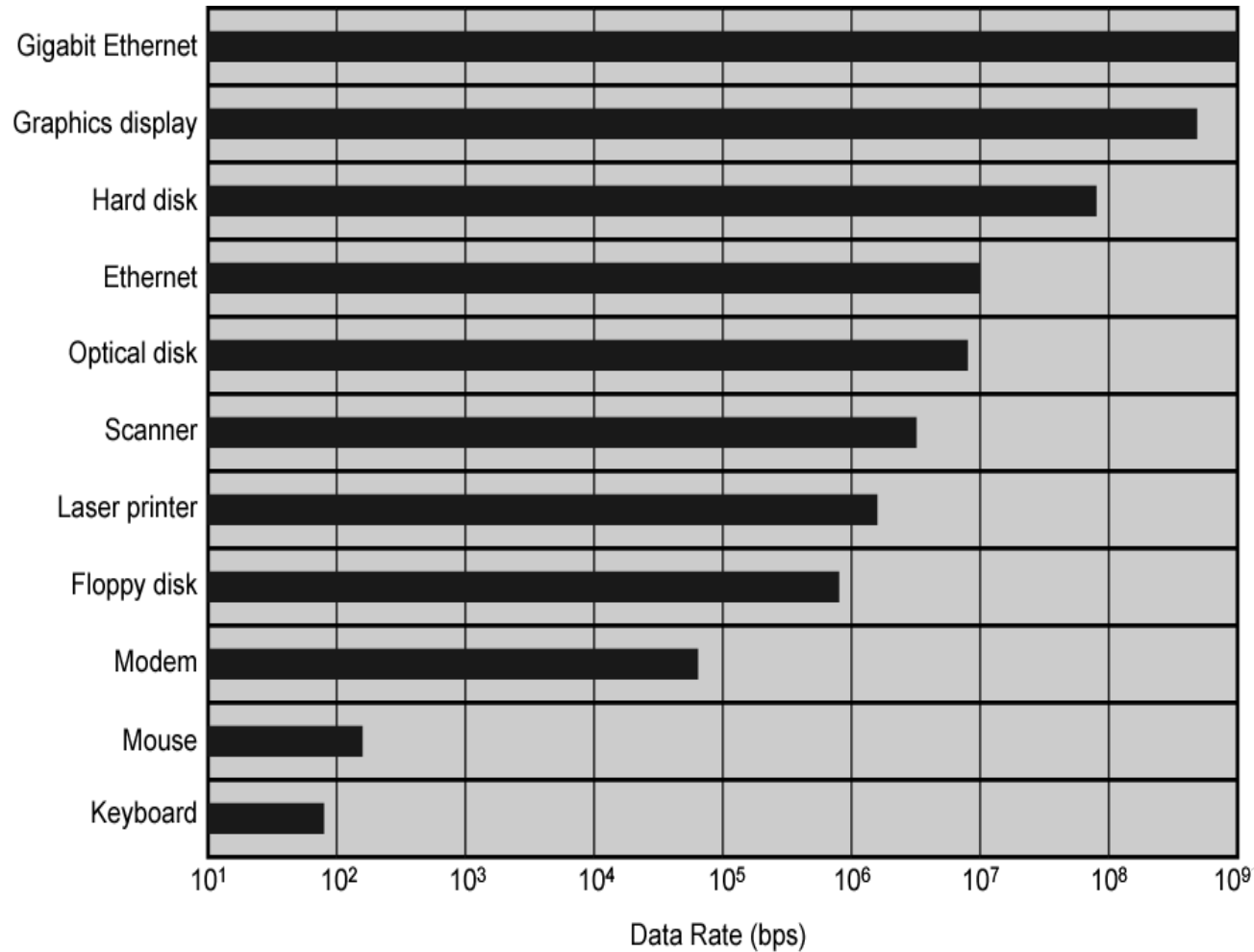
# Solusi

- ▶ 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

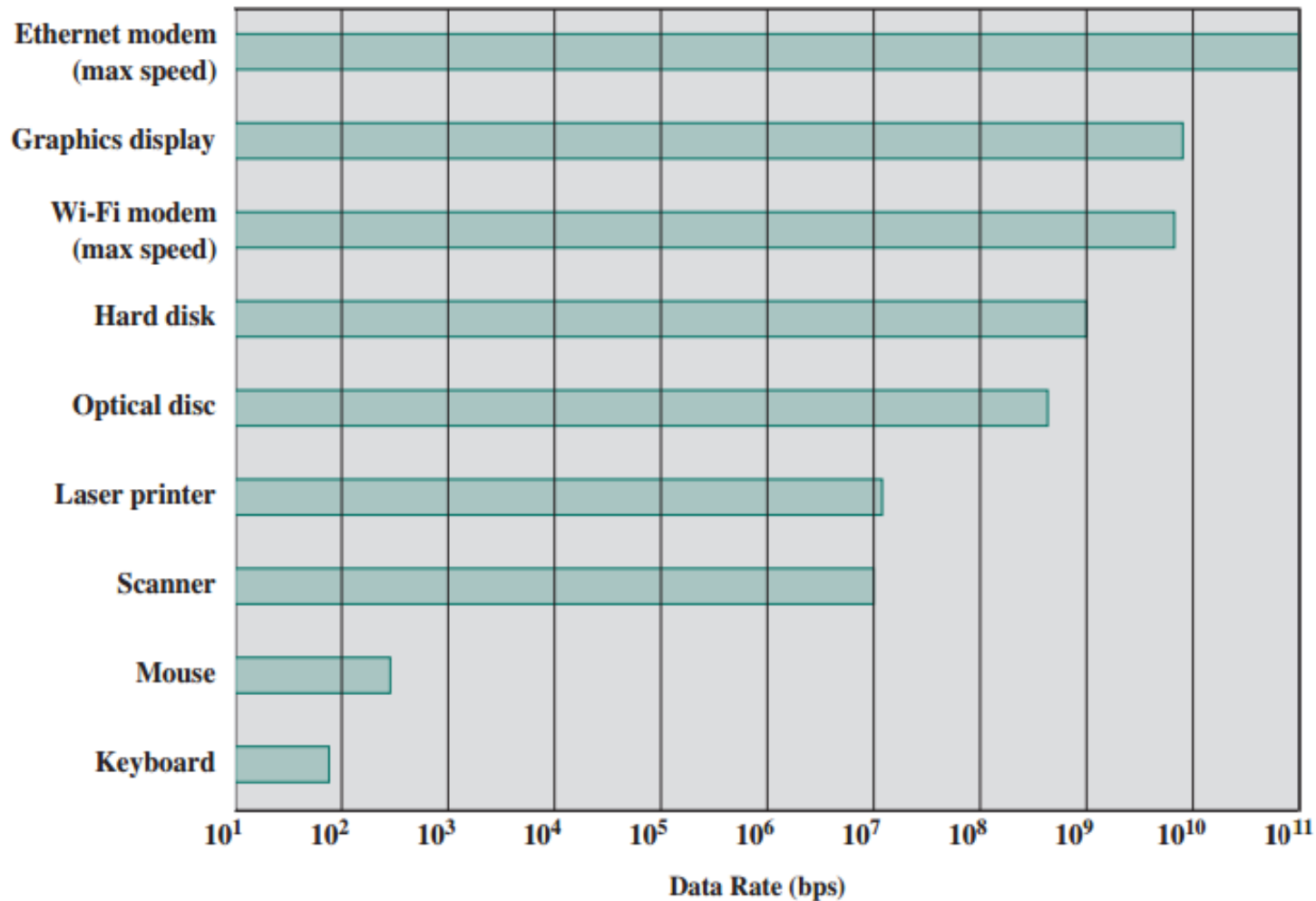
# Perangkat I/O

- ▶ 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



# Perbandingan Laju Data Perangkat I/O



**Figure 2.1** Typical I/O Device Data Rates

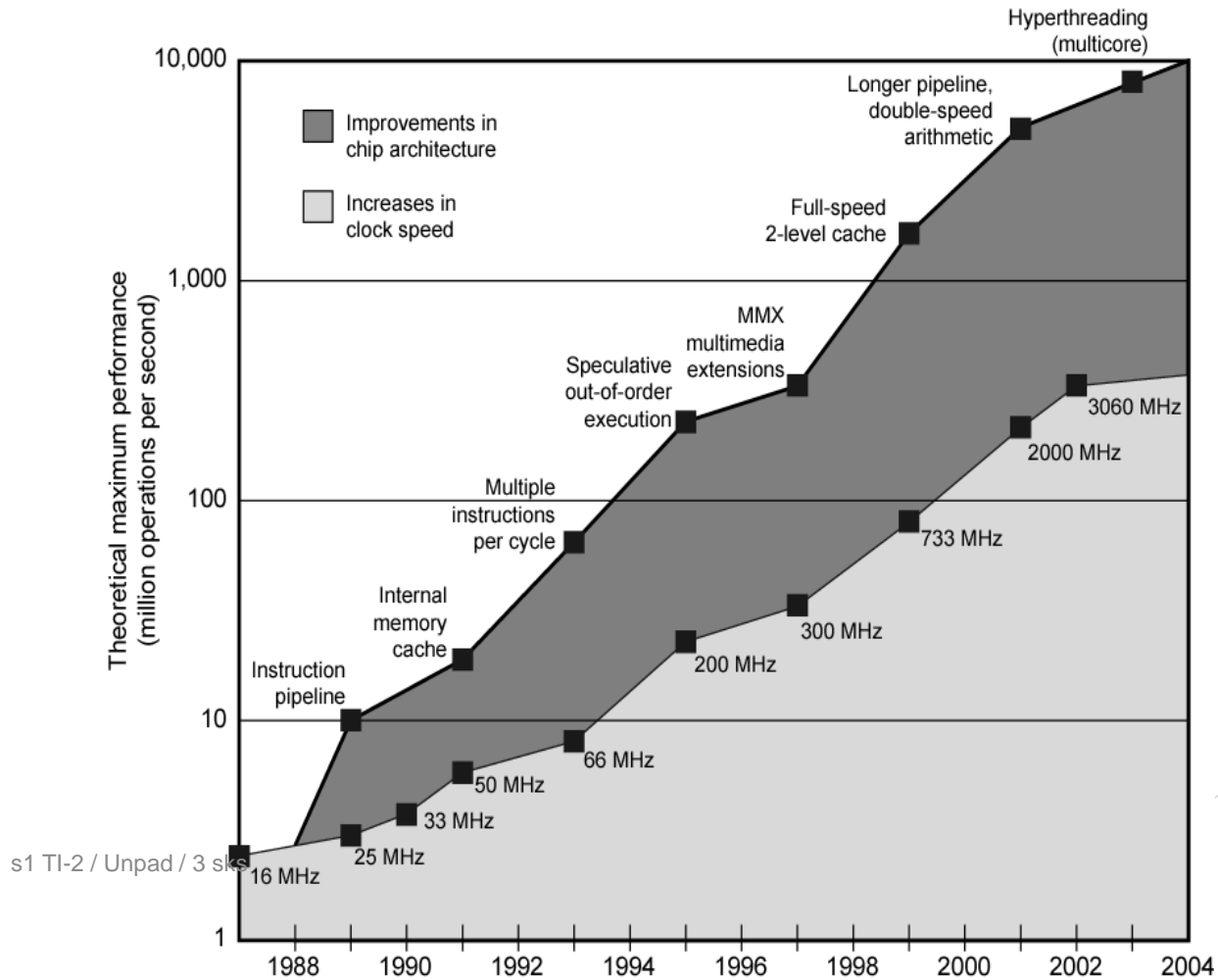


# Kunci → Keseimbangan

- ▶ Komponen prosesor
- ▶ Memori
- ▶ Perangkat I/O
- ▶ Struktur koneksi

- ▶ Meningkatkan kecepatan prosesor
  - ▶ Ukuran gerbang logika (IC) yang lebih kecil
    - ▶ Lebih banyak gate, dikemas lebih rapat, menambah clock rate
    - ▶ Waktu propagasi untuk sinyal berkurang
- ▶ Menambah ukuran dan kecepatan cache
  - ▶ Diperuntuk bagi prosesor
    - ▶ Waktu akses cache turun secara signifikan
- ▶ Perubahan organisasi dan arsitektur prosesor
  - ▶ Meningkatkan kecepatan eksekusi
  - ▶ Parallel

# Perkembangan Mikroprosesor Intel



# Bertambahnya kapasitas cache

- ▶ Biasanya dua atau tiga kali cache antara prosesor dan memori utama
- ▶ Bertambahnya kepadatan IC (Chip)
  - ▶ Lebih besar cache memori dalam chip
  - ▶ Lebih cepat akses cache
- ▶ Pentium mengalokasikan 10% untuk cache
- ▶ Pentium 4 mengalokasikan sekitar 50%

# Evolusi x86 - 1 (hal 27)

- ▶ 8080
  - Generasi pertama → general purpose microprocessor
  - 8 bit data
  - Digunakan pertama kali sbg komputer personal (PC) - Altair
- ▶ 8086 - 5MHz - 29,000 transistors
  - Lebih canggih
  - 16 bit
  - Cache instruksi
  - 8088 (8 bit external bus) → Digunakan pertama kali oleh IBM PC
- ▶ 80286
  - 16 Mbyte memori beralamat
  - Sampai 1Mb
- ▶ 80386
  - 32 bit
  - Mendukung “multitasking”
- ▶ 80486
  - Lebih canggih
  - Dibangun dalam maths co-processor

# Evolusi x86 - 2

- ▶ Pentium
  - Superscalar
  - Beberapa instruksi di eksekusi secara paralel
- ▶ Pentium Pro
  - Meningkatkan organisasi superscalar
  - Aggressive register renaming
  - Prediksi percabangan
  - Analisis aliran data
  - Spekulasi eksekusi
- ▶ Pentium II
  - MMX technology
  - graphics, video & pengolahan audio
- ▶ Pentium III
  - Penambahan instruksi untuk grafik 3D

# Evolusi x86 - 3

- ▶ Pentium 4
  - ➔ Penambahan perangkat multimedia
- ▶ Core
  - ➔ Pertama kali x86 dengan dual core
- ▶ Core 2
  - ➔ Arsitektur 64 bit
- ▶ Core 2 Quad - 3GHz - 820 juta transistor
  - ➔ 4 prosesor dalam 1 chip
- ▶ Arsitektur x86 → embedded systems
- ▶ Organisasi dan teknologi berubah secara drastis
- ▶ Arsitektur kumpulan instruksi → kompatibel dengan sebelumnya
- ▶ ~1 instruksi bertambah setiap bulan
- ▶ Tersedia 500 instruksi
- ▶ Lihat web intel untuk lebih lengkapnya

# Embedded System → ARM Acorn RISC Machine

(hal 29)

- ▶ ARM pengembangan dari desain RISC
- ▶ **Digunakan terutama di embedded systems**  
(hal 29)
  - ⇒ Digunakan dalam produk
  - ⇒ Bukan general purpose computer
  - ⇒ Mempunyai fungsi khusus
  - ⇒ Contoh: Anti-lock rem di mobil



# Kebutuhan Embedded System

- ▶ Berbeda ukuran (**hal 46**)
  - ▶ Berbeda kendala, optimisasi, dapat digunakan kembali
- ▶ Kebutuhan yang berbeda
  - ▶ Keamanan, kehandalan, real-time, fleksible
  - ▶ Ketahanan (jangka hidup)
  - ▶ Kondisi lingkungan
  - ▶ Beban statis atau dinamis
  - ▶ Kecepatan lambat ke cepat
  - ▶ Perhitungan
  - ▶ Kejadian acak atau dinamis berkelanjutan

# Contoh Organisasi Embedded System (Gambar 1.14 hal 30)

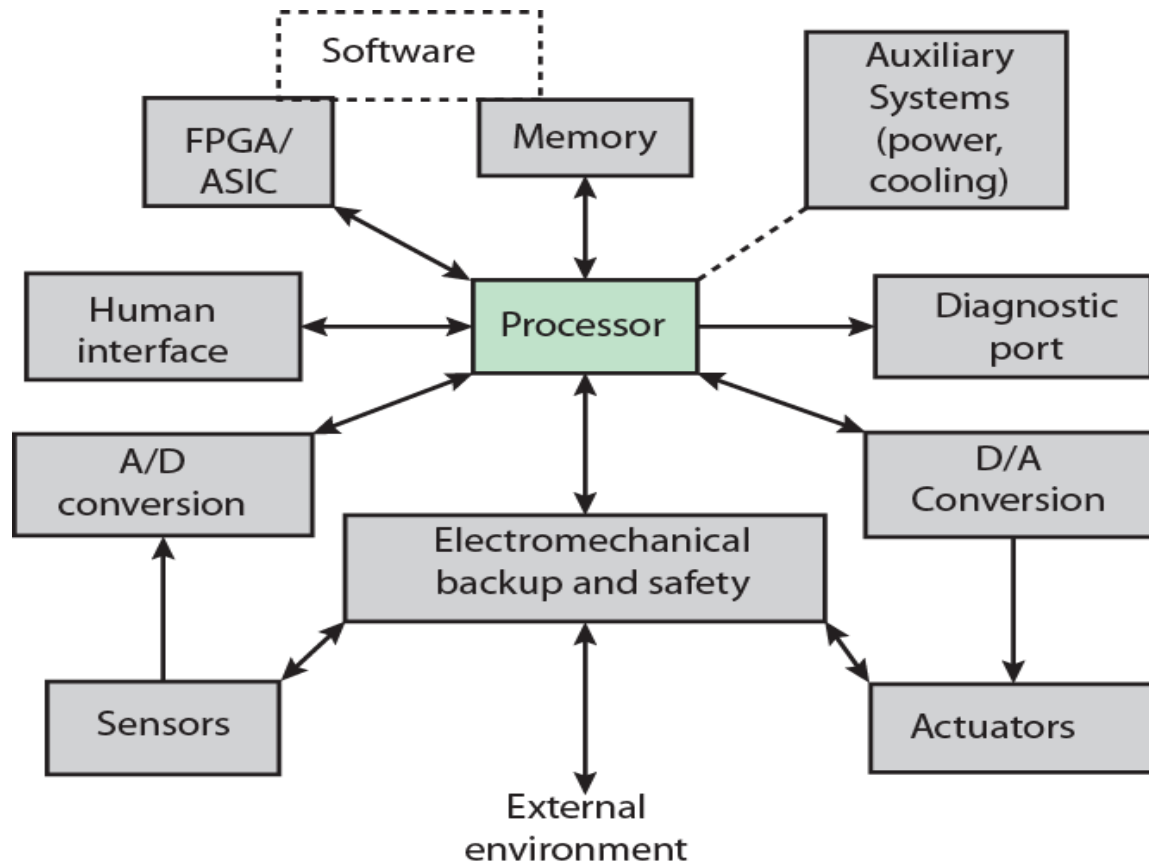


Figure 2.13 Possible Organization of an Embedded System

# Evolusi ARM (hal 49)

- ▶ Dirancang oleh ARM Inc., Cambridge, Inggris
- ▶ Lisensi untuk manufaktur
- ▶ Kecepatan tinggi, tidak pernah mati, konsumsi daya rendah
- ▶ PDAs, PS, ponsel
  - ▶ Contoh: iPod, iPhone (Apple's)
- ▶ Acorn memproduksi ARM1 & ARM2 tahun 1985 dan ARM3 tahun 1989
- ▶ Acorn, VLSI dan Apple Computer perusahaan partner, dikenal sebagai ARM Ltd.
- ▶ Acorn RISC Machine menjadi Advanced RISC Machine dan menyempurnakan ARM3 menjadi ARM6. (lihat Tabel 2.8 hal 49)

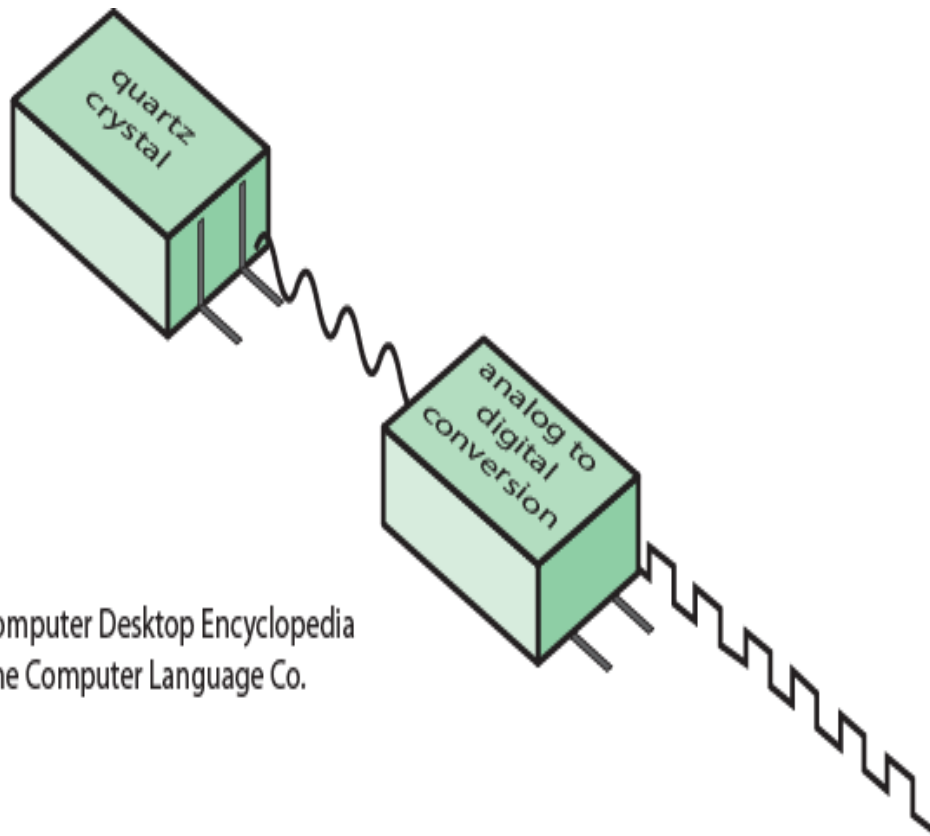
# Ada 3 Kategori Sistem ARM

- ▶ Embedded real time
- ▶ Platform aplikasi
  - ▶ Linux, Palm OS, Symbian OS, Windows mobile
- ▶ Secure applications
  - ▶ Smart card, SIM card, dan terminal pembayaran

# Penilaian Kinerja Kecepatan Clock

- ▶ Parameter Kunci
  - ▶ Kinerja, biaya, ukuran, keamanan, kehandalan, konsumsi daya
- ▶ Sistem kecepatan clock
  - ▶ Dalam Hz atau kelipatannya
  - ▶ Clock rate/clock speed, clock cycle/clock tick, cycle time, **clock time=1/Clock rate.**
- ▶ 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

# Laju Eksekusi Instruksi - hal 51

- ▶ Processor dengan clock rate (frekuensi)  $f$ , maka cycle time (clock time =  $ct$ ) =  $1/f$ .
- ▶ Setiap instruksi yang dieksekusi membutuhkan waktu, disebut clock cycle. Ukurannya CPI (cycle per instruction)

$$CPI = (\text{pers 2.1 hal 51})$$

- ▶ Total waktu yang dibutuhkan prosesor untuk mengeksekusi program:

$$T = I_c * CPI * ct - \text{hal 51}$$

- ▶ Ukuran lain performance computer, yaitu MIPS (millions of instruction per second)

$$MIPS = I_c / (T * 10^6) = f / (CPI * 10^6)$$

- ▶ **Contoh Hal 52.**
- ▶ SOAL-nya: No: 2.10 hal 62; No: 2.11



# Benchmarks

- ▶ 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 program floating point dalam C, C++, Fortran
    - ⇒ 12 program integer dalam C, C++
    - ⇒ 3 juta baris kode
  - ⇒ Kecepatan
    - ⇒ Single task dan throughput

# SPEC Rate Metric

- ▶ Mengukur throughput atau laju mesin dalam melakukan tugas
- ▶ Mencopy dalam jumlah banyak pada standar berjalan bersama
  - ▶ Biasanya, sama dengan jumlah prosesor
- ▶ Rasio dihitung sebagai berikut:
  - ⇒  $Tref_i$  : referensi waktu eksekusi untuk standar i
  - ⇒ N : jumlah copy yang berjalan bersama
  - ⇒  $Tsuti$  : waktu dari awal eksekusi program pada semua N prosesor sampai selesainya semua copy program
  - ⇒ Rata-rata geometri dihitung

$$r_i = \frac{N \times Tref_i}{Tsut_i}$$

# Hukum Amdahl

- ▶ 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

# Formula Hukum Amdahl

- ▶ For program running on single processor
  - ▶ Fraction  $f$  : bagian/fraksi dari operasi komputasi yang dapat dikerjakan secara paralel
  - ▶  $T$  adalah waktu eksekusi total untuk program dalam prosesor tunggal
  - ▶  $N$  adalah jumlah prosesor yang sepenuhnya memanfaatkan bagian dari kode paralel

$$Speedup = \frac{\text{time to execute program on a single processor}}{\text{time to execute program on } N \text{ parallel processors}} = \frac{T(1-f) + Tf}{T(1-f) + \frac{Tf}{N}} = \frac{1}{(1-f) + \frac{f}{N}}$$

- Kesimpulan
  - $f$  small, parallel processors mempunyai efek yang kecil
  - $N \rightarrow \infty$ , kecepatan dibatasi oleh  $1/(1-f)$ 
    - Berkurangnya manfaat ketika menggunakan banyak prosesor

# Summer Internet

- ▶ <http://www.intel.com/>
  - ▶ Search for the Intel Museum
- ▶ <http://www.ibm.com>
- ▶ <http://www.dec.com>
- ▶ Charles Babbage Institute
- ▶ PowerPC
- ▶ Intel Developer Home

# DAFTAR PUSTAKA

- ▶ **William Stallings**, Computer Organization and Architecture, 10<sup>th</sup> edition, Prentice Hall, 2016
- ▶ <http://williamstallings.com/ComputerOrganization/index.html>