

# ORGANISASI & ARSITEKTUR KOMPUTER

SEMESTER 2

PERTEMUAN KE-3 PERFORMANCE ISSUES

Dosen : Drs. Ino Suryana, M.Kom

# Merancang Kinerja

Kecepatan Mikroprosesor

Neraca Kinerja

Perbaikan dalam Organisasi dan Arsitektur Chip

## ► Kecepatan Mikroprosesor

Diantara teknik yang dibangun ke dalam prosesor kontemporer untuk meningkatkan kinerja sbb:

1. **Pipelining:** Eksekusi instruksi melibatkan beberapa tahap operasi: mengambil instruksi, mendekode opcode, mengambil operan, melakukan perhitungan, dan sebagainya. Pipelining memungkinkan prosesor untuk bekerja secara bersamaan pada banyak instruksi dengan melakukan fase yang berbeda untuk masing-masing dari beberapa instruksi secara bersamaan.
2. **Prediksi cabang:** Prosesor melihat ke depan dalam kode instruksi yang diambil dari memori dan memprediksi cabang mana atau kelompok instruksi yang kemungkinan akan diproses selanjutnya.

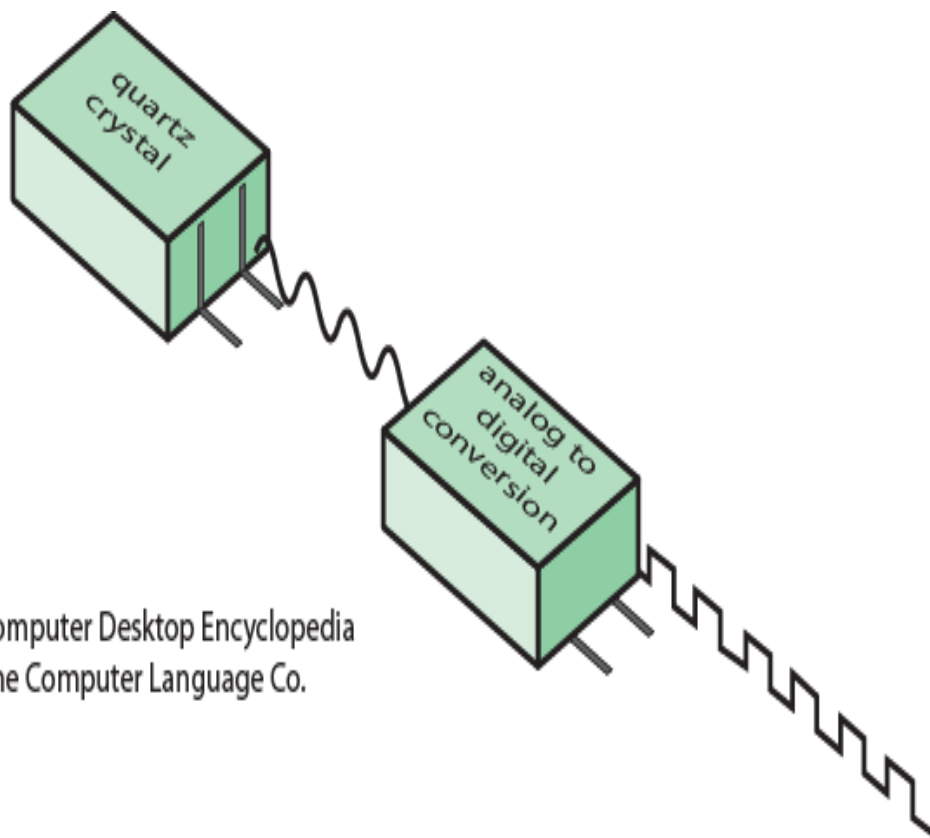
# Kecepatan Mikroprosesor

3. Eksekusi Superscalar: Kemampuan untuk mengeksekusi lebih dari satu instruksi dalam setiap siklus clock prosesor. Akibatnya, banyak jalur paralel digunakan.
4. Analisis aliran data: Prosesor menganalisis instruksi mana yang bergantung pada hasil/data masing-masing, untuk membuat jadwal instruksi yang optimal.
5. Eksekusi spekulatif: Menggunakan prediksi cabang dan analisis aliran data, beberapa prosesor secara spekulatif menjalankan instruksi sebelum menyajikan yang sebenarnya dalam pelaksanaan program, hasilnya disimpan di lokasi sementara.

# 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.

## Hukum Amdahl

- ▶ “Hukum Amdahl” memberikan wawasan tentang kinerja sistem paralel dan sistem multicore.
- ▶ Hukum Amdahl
- ▶ Diusulkan oleh Gene Amdahl pada tahun 1967, digunakan untuk mengukur potensi percepatan suatu program menggunakan banyak prosesor dibandingkan dengan satu prosesor.

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

- ▶  $T$  = total waktu eksekusi program pada satu prosesor.
- ▶  $(1-f)$  = waktu eksekusi program sekuensial/berurutan.
- ▶  $f$  = waktu eksekusi program yang diparalelkan pada  $N$  prosesor.

$$\text{Speedup} = \frac{\text{Time to execute program on a single processor}}{\text{Time to execute program on } N \text{ parallel processors}}$$

$$= \frac{T(1-f) + \frac{Tf}{N}}{T(1-f) + \frac{Tf}{N}} = \frac{1}{(1-f) + \frac{f}{N}}$$

### Contoh 2.1

Misalkan operasi titik-mengambang secara ekstensif, dengan 40% dari waktu yang digunakan oleh operasi floating-point. Dengan desain perangkat keras baru, modul floating-point dipercepat oleh faktor  $K$ . Speedup keseluruhan adalah:  $\text{Speedup} = 1 / (0,6 + (0,4/K))$ . Untuk  $K$  berapapun, speedup maksimumnya adalah 1,67. (Buat Tabel Perhitungannya)

# Ukuran Dasar Kinerja Komputer

Clock Speed

Satuan: Hertz (Hz)

Tingkat Eksekusi Instruksi

instruction count ke- $i$  =  $I_i$

CPI instruksi ke- $i$  =  $CPI_i$ ,

cycles per instruction (CPI) for a program.

$$CPI = \frac{\sum_{i=1}^n (CPI_i \times I_i)}{I_c} \quad (2.2)$$

The processor time  $T$  needed to execute a given program can be expressed as

$$T = I_c \times CPI \times \tau$$



**Table 2.1** Performance Factors and System Attributes

	$I_c$	$p$	$m$	$k$	$\tau$
Instruction set architecture	X	X			
Compiler technology	X	X	X		
Processor implementation		X			X
Cache and memory hierarchy				X	X

- millions of instructions per second (MIPS)

$$\text{MIPS rate} = \frac{I_c}{T \times 10^6} = \frac{f}{CPI \times 10^6} \quad (2.3)$$

- millions of floating-point operations per second (MFLOPS)

$$\text{MFLOPS rate} = \frac{\text{Number of executed floating - point operations in a program}}{\text{Execution time} \times 10^6}$$

# 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

## Contoh 2.2

- ▶ Eksekusi program yang berjumlah 2 juta instruksi pada prosesor 400 MHz. Program ini terdiri dari empat jenis utama instruksi. CPI untuk setiap jenis instruksi sbb:

Instruction Type	<i>CPI</i>	Instruction Mix (%)
Arithmetic and logic	1	60
Load/store with cache hit	2	18
Branch	4	12
Memory reference with cache miss	8	10

- ▶ 
$$\begin{aligned} \text{CPI} &= 0.6 + (2 * 0.18) + (4 * 0.12) + (8 * 0.1) \\ &= 0.6 + 0.36 + 0.48 + 0.8 = 2.24. \end{aligned}$$
- ▶ 
$$\text{MIPS} = (400 * 10^6) / (2.24 * 10^6) \approx 178.$$

# 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

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

# SOAL PR

- ▶ BAB 2:

Bagian Problem nomor: 2.1; 2.2; 2.3; 2.4 - (2.4 MIPS saja yang dihitung).

- ▶ BAB 1:

- ▶ Bagian Problem nomor: 1.3; 1.4; 1.8.

# 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>