

Tugas 4

Deadline: **7 Mei 2023, 17.00** Waktu Scele

Pengantar Organisasi Komputer
Semester Genap 2022/2023

Revisi 1

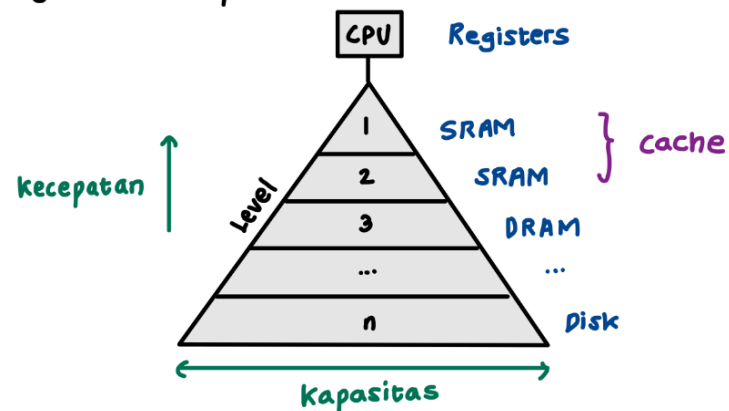
Petunjuk pengerjaan:

1. Jawaban tugas **HARUS** ditulis tangan atau menggunakan pen tablet. Untuk penulisan tangan dapat ditulis di kertas polos A4 atau kertas folio bergaris dan discan. **Tidak boleh diketik!** Kumpulkan semua halaman jawaban ke satu file yang berformat PDF.
2. Tuliskan **nama, NPM, kelas, dan kode asisten** di **setiap lembar** berkas jawaban Anda. Kelalaian menuliskan keempat informasi ini (lupa atau salah tulis) akan **diberikan penalti -5 poin/kesalahan**.
3. Pastikan tulisan tangan rapi dapat dibaca!
4. Keterlambatan **10 menit < x < 2 jam** dari deadline akan dikenakan penalti **sebesar 30 poin** dari nilai tugas. Keterlambatan **2-6 jam** dari deadline dikenakan penalti **sebesar 60 poin** dari nilai tugas. Pengumpulan yang melewati batasan waktu tersebut **tidak akan dinilai**.
5. Silahkan tambahkan asumsi sendiri bila diperlukan.
6. **Plagiarisme adalah pelanggaran serius dengan sanksi nilai 0.**
7. **Warna biru** menunjukkan revisi, silahkan tulis pada revisi mana anda mengerjakan, jika tidak menulis maka akan dianggap revisi terbaru.
8. Format penamaan:
Tugas4_KodeAsdos_NPM_Nama.pdf
Contoh: **Tugas4_RT_1906398364_RicoTadjudin.pdf**

Revisi 1

1. [15] Jelaskan mengenai konsep memory hierarchy dan cache, serta jelaskan hubungan keduanya!

Memory Hierarchy adalah konsep tingkatan memori yang berbeda dengan kecepatan dan kapasitas yang berbeda pula.



Cache adalah penyimpanan sementara yang digunakan untuk meningkatkan kecepatan akses pada main memory. Cache menyimpan data yang sering digunakan atau data yang perlu dibutuhkan dalam waktu dekat. Cache hanya menyimpan sebagian kecil dari data yang ada di main memory.

Hubungan keduanya yaitu cache berada di antara register dan main memory pada Memory Hierarchy.

2. [10] Jelaskan mengenai konsep spatial locality dan temporal locality!

Temporal Locality adalah kecenderungan sebuah program untuk mengakses alamat memori secara berulang-ulang dalam waktu singkat. Contohnya program perulangan (loop).

Spatial Locality adalah kecenderungan sebuah program untuk mengakses alamat memori yang berdekatan secara bersamaan. Contohnya membaca elemen-elemen array.

3. [5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 10] Suatu komputer memiliki main memory berukuran 16 GB dengan ukuran blok 2 Bytes. Dengan informasi tersebut, tentukanlah(dengan cara atau penjelasan singkat):

- a. Berapakah jumlah memory blocks pada main memory tersebut?

$$\frac{\text{main memory size}}{\text{memory block size}} = \frac{16 \text{ GB}}{2 \text{ B}} = \frac{2^4 \times 2^{30}}{2} = 2^3 \times 2^{30} = 8 \text{ G memory blocks}$$

- b. Berapakah jumlah bit yang dibutuhkan untuk mengidentifikasi memory blocks tersebut dengan unik?

$${}^2\log(\text{jumlah memory blocks}) = {}^2\log(2^{33}) = 33 \text{ bit}$$

- c. Berapakah jumlah cache blocks yang ada jika CPU dari komputer tersebut memiliki cache berukuran 8 KB?

$$\frac{\text{cache size}}{\text{memory block size}} = \frac{8 \text{ KB}}{2 \text{ B}} = \frac{2^3 \times 2^{10}}{2} = 2^2 \times 2^{10} = 4 \text{ K cache blocks}$$

- d. Berapakah jumlah bit yang dibutuhkan untuk cache index?

$${}^2\log(\text{jumlah cache blocks}) = {}^2\log(2^{12}) = 12 \text{ bit}$$

- e. Berapakah jumlah memory blocks yang dapat dipetakan pada cache block yang sama?

$$\frac{\text{jumlah memory blocks}}{\text{jumlah cache blocks}} = \frac{2^{33}}{2^{12}} = 2 \times 2^{20} = 2 \text{ M memory blocks}$$

- f. Berapa jumlah bit Tag, Index, Offset, dan Total (Tag + Index + Offset), lalu lengkapi mapping berikut ini!

Tag : $2^{\log(\text{jumlah memory blocks yang dipetakan pada cache block})}$

$$= 2^{\log(2^{21})} = 21 \text{ bit}$$

Total : $2^{\log(\text{main memory size})} = 2^{\log(2^{34})} = 34 \text{ bit}$

Index : 12 bit (nomor 3d)

Offset : Total - (Tag + Index) = 34 - (21 + 12) = 1 bit

| Tag | | Index | | Offset | |
|-----|-----|-------|-----|--------|-----|
| 33 | 13 | 12 | 1 | 0 | 0 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |

4. $[12 + 8 + 16 + 4]$ Suatu komputer memiliki kapasitas main memory berukuran 32 KB. Cache memori komputer tersebut memakai konsep direct-mapped berkapasitas 8 blok. Untuk satu bloknnya berisikan 4 word dan satu word memori berisi 4 bytes.

| Alamat Memori | | Data Word |
|---------------|--------|-----------|
| Decimal | Hex | |
| 0 | 0x0000 | A |
| 4 | 0x0004 | B |
| 8 | 0x0008 | C |
| 12 | 0x000C | D |
| 16 | 0x0010 | E |
| 20 | 0x0014 | F |
| 24 | 0x0018 | G |
| 28 | 0x001C | H |
| 32 | 0x0020 | I |
| 36 | 0x0024 | J |
| 40 | 0x0028 | K |
| 44 | 0x002C | L |
| 48 | 0x0030 | M |

| Alamat Memori | | Data Word |
|---------------|--------|-----------|
| Decimal | Hex | |
| 244 | 0x00F4 | N |
| 248 | 0x00F8 | O |
| 252 | 0x00FC | P |
| 256 | 0x0100 | Q |
| 260 | 0x0104 | R |
| 264 | 0x0108 | S |
| 268 | 0x010C | T |
| 272 | 0x0110 | U |
| 276 | 0x0114 | V |
| 280 | 0x0118 | W |
| 284 | 0x011C | X |
| 288 | 0x0120 | Y |
| 292 | 0x0124 | Z |

- a. Tentukan jumlah bit yang dibutuhkan untuk Offset, Index, dan Tag! Jawablah dengan cara atau penjelasan singkat!

$$\text{Offset bit} : {}^2\log(\text{cache block size}) = {}^2\log(4 \text{ word} \times 4 \text{ bytes}) = {}^2\log(16) = 4 \text{ bit}$$

$$\text{Index bit} : {}^2\log(\text{jumlah cache blocks}) = {}^2\log(8) = 3 \text{ bit}$$

$$\text{Tag bit} : {}^2\log(\text{main memory size}) - (\text{offset} + \text{tag}) = {}^2\log(32 \text{ KB}) - (4+3) = {}^2\log(2^{15}) - (4+3) = 8 \text{ bit}$$

- b. CPU membaca memori pada alamat-alamat berikut secara berurutan:

12, 276, 24, 0, 40, 248, 292, 16

Tentukanlah pembacaan alamat mana yang menghasilkan hit dan pembacaan alamat mana yang menghasilkan miss!

| | Tag (8 bit) | Index (3 bit) | Offset (4 bit) | |
|-----|-------------|---------------|----------------|------|
| 12 | 0000 0000 | 000 | 1100 | miss |
| 276 | 0000 0010 | 001 | 0100 | miss |
| 24 | 0000 0000 | 001 | 1000 | miss |
| 0 | 0000 0000 | 000 | 0000 | hit |
| 40 | 0000 0000 | 010 | 1000 | miss |
| 248 | 0000 0001 | 111 | 1000 | miss |
| 292 | 0000 0010 | 010 | 0100 | miss |
| 16 | 0000 0000 | 001 | 0000 | hit |

- c. Lengkapi tabel berikut dengan kondisi terakhir cache memory setelah melakukan 8 buah pengaksesan pada soal 4b! Petunjuk:

- Untuk Tag dan data yang tidak diketahui atau kosong dapat dijawab dengan tanda X.
- Field Tag dijawab dengan format **heksadesimal** (dengan tanda 0x).
- Field Valid hanya diisi dengan 0 atau 1 (tidak boleh X)

| Index | Valid | Tag | Byte 0-3 | Byte 4-7 | Byte 8-11 | Byte 12-15 |
|-------|-------|------|----------|----------|-----------|------------|
| 0 | 1 | 0x00 | A | B | C | D |
| 1 | 1 | 0x00 | E | F | G | H |
| 2 | 1 | 0x02 | Y | Z | X | X |
| 3 | 0 | X | X | X | X | X |
| 4 | 0 | X | X | X | X | X |
| 5 | 0 | X | X | X | X | X |
| 6 | 0 | X | X | X | X | X |
| 7 | 1 | 0x01 | X | N | O | P |

Note : X bukanlah data word di alamat memori 284 melainkan tag atau data yang tidak diketahui atau kosong

- d. Berapa rata-rata waktu akses ke memori untuk 8 buah pengaksesan pada soal 4b apabila cache access time 0.4 ns dan DRAM access time 16 ns ?

$$\text{Hit rate} \times \text{Hit time} + (1 - \text{hit rate}) \times \text{miss penalty} = \frac{2}{8} (0.4) + \frac{6}{8} (0.4 + 16) = 12.4 \text{ ns}$$