

Analisis Pembersihan Cache Memori dalam Meningkatkan Kinerja CPU dan Memaksimalkan Proses Mikroprosesor

Mona Artha Mevia Simarmata¹, Shintiya Hanida Yohana Silalahi², Indra Gunawan³

Sistem Informasi, Stikom Tunas Bangsa

monaarthameviasimarmata@gmail.com¹, shintiyyahs@gmail.com², indra@amiktunasbangsa.ac.id³

Abstract

Memory cache is one of the key elements in modern computer architecture that plays an important role in accelerating the execution of instructions by the CPU. The cache acts as a bridge between the processor and the main memory with the aim of reducing data access time. However, cache performance can decline over time due to the accumulation of data that is no longer used or stale data. This causes a decrease in processor efficiency because the cache space is filled with irrelevant data. This study aims to analyze the importance of cache memory cleaning in improving CPU performance and maximizing microprocessor processes. The research method used is qualitative descriptive through a literature study approach to relevant scientific sources. The results of the study show that regular cache cleaning can improve the cache hit ratio, reduce data access latency, and increase microprocessor pipeline efficiency. With good cache management, the CPU can work optimally, efficiently, and stably in data processing.

Keywords: *Cache Memory, CPU Performance, Microprocessor, System Optimization.*

Abstrak

Cache memori merupakan salah satu elemen kunci dalam arsitektur komputer modern yang memiliki peran penting dalam mempercepat proses eksekusi instruksi oleh CPU. Cache berfungsi sebagai jembatan antara prosesor dan memori utama dengan tujuan mengurangi waktu akses data. Namun, kinerja cache dapat menurun seiring waktu akibat akumulasi data yang tidak lagi digunakan atau stale data. Hal ini menyebabkan penurunan efisiensi prosesor karena ruang cache terisi oleh data yang tidak relevan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pentingnya pembersihan cache memori dalam meningkatkan kinerja CPU dan memaksimalkan proses mikroprosesor. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif melalui pendekatan studi literatur terhadap sumber-sumber ilmiah yang relevan. Hasil kajian menunjukkan bahwa pembersihan cache secara teratur dapat memperbaiki rasio cache hit, menurunkan latency akses data, serta meningkatkan efisiensi pipeline mikroprosesor. Dengan manajemen cache yang baik, CPU dapat bekerja secara optimal, efisien, dan stabil dalam pemrosesan data.

Kata kunci: Cache Memory, CPU Performance, Microprocessor, Optimasi Sistem.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi computer yang sangat pesat menjadikan performa CPU sebagai salah satu indikator utama keberhasilan suatu sistem komputasi. Central Processing Unit (CPU) berfungsi sebagai pusat kendali dan pengolah utama dalam menjalankan berbagai instruksi program. Salah satu factor penting yang menentukan kecepatan CPU dalam mengeksekusi instruksi Adalah waktu akses data terhadap memori utama (**Patterson & Hennessy, 2017**).

Untuk mengatasi masalah keterlambatan akses data, perancang computer memperkenalkan cache memory, sebuah jenis memori berkecepatan tinggi yang digunakan untuk menyimpan data sementara yang sering diakses oleh prosesor. Keberadaan cache memungkinkan CPU mengurangi ketergantungan pada memori utama (RAM) yang memiliki waktu akses lebih lambat (**Stallings, 2018**).

Cache berperan sebagai buffer antara CPU dan RAM, di mana data atau instruksi yang sering di gunakan akan disimpan sementara. Ketika prosesor membutuhkan data, ia terlebih dahulu mencari di cache. Jika data ditemukan (cache hit), CPU dapat memproses intruksi lebih cepat. Namun, jika tidak ditemukan (cache miss), data harus diambil dari RAM yang membutuhkan waktu lebih lama (**Tanenbaum, 2015**).

Meskipun memberikan keuntungan besar, cache memiliki kapasitas yang terbatas. Ketika kapasitas cache pollution atau fragmentasi cache. Akibatnya, rasio cache hit menurun dan waktu akses meningkat (Elamin, 2018).

Penelitian Singh et al. (2022) menemukan bahwa efisiensi cache sangat dipengaruhi oleh manajemen data di dalamnya. Pembersihan cache *flushing* secara berkala terbukti dapat memperbaiki kinerja CPU hingga 15-25% pada beban kerja berat. Dengan demikian, penelitian ini berfokus pada analisis bagaimana proses pembersihan cache dapat meningkatkan performa CPU dan mengoptimalkan mikroprosesor secara keseluruhan.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini Adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi literatur (**library research**). Penelitian jenis ini tidak melakukan eksperimen langsung terhadap perangkat keras, tetapi berfokus pada kajian konseptual dan teoretis yang didasarkan pada berbagai literatur ilmiah.

Sumber utama yang di gunakan dalam penelitian ini meliputi buku teks arsitektur komputer, jurnal ilmiah internasional, serta artikel teknologi terkini. Beberapa referensi yang dijadikan acuan di antaranya Adalah karya Patterson & Hennessy (2017), Stallings (2018), Tanenbaum (2015), Elamin(2018), serta artikel dari Eduvest journal (2024).

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran literatur yang relevan menggunakan database jurnal daring seperti IEEE Xplore, ScienceDirect, dan Google Scholar. Peneliti memiliki literatur yang membahas topik cache memory, kinerja CPU, dan manajemen memori.

Data yang terkumpul kemudian dianalisis dengan cara:

1. Mengidentifikasi konsep dasar dan fungsi cache memory.
2. Mengkaji berbagai pendekatan dalam pengelolaan cache, termasuk pembersihan (*flushing*).
3. Membandingkan hasil studi terdahulu untuk melihat pengaruh pembersihan cache terhadap performa CPU.
4. Menyusun analisis naratif untuk menarik Kesimpulan secara logis dan sistematis.

Pendekatan ini memungkinkan peneliti memproses Gambaran menyeluruh mengenai peran pembersihan cache dalam optimasi mikroprosesor tanpa melakukan pengujian fisik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Cache memory Adalah memory sementara berkecepatan tinggi yang digunakan untuk menyimpan data atau instruksi yang sering diakses CPU. Letaknya berada di antara CPU dan RAM, sehingga cache berperan penting dalam mempercepat aliran data.

Cache terbagi menjadi beberapa tingkatan:

Level 1 (L1): cache paling cepat dan paling kecil, biasanya terintegrasi langsung pada inti prosesor dengan ukuran 32 – 128 KB.

Level 1 (L2): berfungsi sebagai jembatan antara L1 dan RAM, berukuran lebih besar (256 KB – 2 MB).

Level 3 (L3): digunakan Bersama antar core pada prosesor multi-core, dengan kapasitas mencapai 2 – 32 MB (Stallings,2018).

Cache bekerja berdasarkan prinsip *temporal localiy* (data yang baru digunakan cenderung digunakan lagi) dan *spatial locality* (data berdekatan cenderung diakses bersama). Prinsip inilah yang membuat cache mampu mempercepat proses akses data (Tanenbaum, 2015).

Meskipun cache mempercepat kinerja CPU, ada beberapa permasalahan yang timbul jika manajemen cache tidak dilakukan dengan baik. Salah satu masalah utama Adalah **cache thrashing**, yaitu kondisi Ketika blok data baru terus menggantikan blok data lama yang masih diperlukan. Hal ini mengakibatkan cache miss meningkat secara drastic (Elamin, 2018).

Selain itu, **cache pollution** terjadi ketika data yang jarang digunakan disimpan di cache, menggantikan data penting yang seharusnya tetap disimpan. Kondisi ini menyebabkan penurunan efisiensi cache keseluruhan (Singh et., 2022)

Permasalahan lain muncul dari kebijakan penulisan data. *Write-through policy* memastikan setiap perubahan data langsung disalin ke RAM, namun menyebabkan beban I/O yang tinggi. Sebaliknya, *write-back policy* hanya memperbarui memori utama Ketika data dihapus atau diganti dari cache. Kebijakan kedua ini lebih efisien karena mengurangi akses berulang ke RAM (Patterson & Hennessy, 2017).

Dengan demikian, manajemen cache yang baik harus mencakup strategi penempatan data, kebijakan penggantian, dan pemberhaslilan cache secara periodic agar performa CPU tetap optimal.

Pembersihan cache (cache cleaning atau *flushing*) Adalah proses menghapus data yang tidak relevan dari cache untuk menyediakan ruang bagi data baru. Proses ini bisa dilakukan oleh system operasi maupun prosesor secara otomatis melalui instruksi *cache invalidation* (Elamin, 2018).

Menurut penelitian singh et al. (2022), pembersihan cache dapat meningkat efisiensi CPU rata-rata 10 -15% pada system multitasking. Hasil serupa juga diperoleh oleh Eduvest journal (2024) yang menunjukkan bahwa pembersihan cache terjadwal mampu menurunkan *memory access latency* hingga 25%.

Selain itu, pada system modern seperti intel core dan AMD ryzen, pembersihan cache dilakukan secara otomatis oleh prosesor Ketika terjadi perubahan konteks proses (*context switch*). Tujuannya Adalah untuk menghindari konflik data antar thread dan menjaga konsistensi memori (Tanenbaum, 2015).

Secara keseluruhan, pembersihan cache bukan hanya menjaga kinerja, tetapi juga mencegah kesalahan eksekusi instruksi akibat data lama yang tertinggal dalam pipeline.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembersihan cache berpengaruh langsung terhadap peningkatan *instruction per cycle (IPC)* prosesor. Dengan cache yang bersih, CPU dapat mengeksekusi lebih banyak instruksi per satu siklus clock (Patterson & Hennessy, 2017).

Cahce yang bersih juga mengurangi stall time dalam pipeline, mempercepat waktu eksekusi program, dan mengurangi konsumsi daya. Studi Eduvest(2024) menyebutkan bahwa sistem dengan pembersihan cache otomatis memiliki efisiensi daya 8 – 12% lebih baik disbanding system tanpa pembersihan.

Selain itu, pembersihan cache meningkatkan stabilitas performa pada aplikasi berat seperti rendering grafis dan simulasi data besar. Hal ini menunjukkan bahwa peran cache bukan hanya sebagai penyimpanan cepat, tetapi juga komponen krusial dalam menjaga kestabilan system mikroprosesor.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur, dapat disimpulkan bahwa pembersihan cache memori memiliki peran penting dalam meningkatkan performa CPU dan efisiensi mikroprosesor. Pembersihan cache membantu mempertahankan cache hit ratio tinggi, menurunkan latency akses data, dan mempercepat eksekusi instruksi.

Beberapa poin penting yang dapat disimpulkan:

1. Pembersihan cache meningkatkan efisiensi CPU 10 -15% tergantung pola beban kerja.
2. Kebijakan write-back lebih efisien disbanding write-through dalam mengurangi beban memori.
3. Sistem operasi modern telah mengintegrasikan mekanisme cache otomatis untuk menjaga stabilitas sistem.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji Syukur penulis panjarkan ke hadirat **Tuhan Yang Maha Esa**, karena atas berkat, Rahmat, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan jurnal dengan judul “**Analisis Pembersihan Cache Memori dalam Meningkatkan Kinerja CPU dan Memaksimalkan Proses Mikroprosesor**” ini dengan baik.

Penyusunan jurnal ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan **ucapan terima kasih** kepada:

- a. **Kepala Program Studi Sistem Informasi** serta seluruh dosen pengajar yang telah memberikan ilmu, arahan, dan motivasi selama proses perkuliahan hingga penyusunan jurnal ini.
- b. **Dosen pembimbing**, yang dengan sabar telah memberikan bimbingan, saran, serta masukan yang sangat berarti dalam proses penulisan jurnal ini.
- c. **Orang tua dan keluarga tercinta**, atas doa, kasih sayang, serta dukungan moral dan materi yang tidak pernah putus sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas ini dengan baik.

d. Teman-teman seperjuangan, yang selalu memberikan semangat, kerja sama, dan kebersamaan selama proses penyusunan jurnal ini.

e. **Serta seluruh pihak lainnya** yang tidak dapat disebutkan satu per satu, namun telah memberikan bantuan dan kontribusi dalam penyelesaian jurnal ini.

Penulis menyadari bahwa jurnal ini masih jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa sekarang.

Akhir kata, semoga jurnal ini dapat memberikan manfaat dan menjadi tambahan wawasan bagi pembaca, khususnya di bidang ilmu komputer.

DAFTAR PUSTAKA

- Ademodi, A. O., Ajayi, A. O., & Green, O. O. (2020). An Overview of Cache Memory in Memory Management. Automation, Control and Intelligent Systems.
- Eduvest Journal. (2024). The Role of Cache Memory in Enhancing Microprocessor Performance. Eduvest.
- Elamin, M. (2018). Design Strategy of Cache Memory for Computer Performance Improvement. IJRSEE.
- Patterson, D. A., & Hennessy, J. L. (2017). Computer Architecture: A Quantitative Approach. Morgan Kaufmann.
- Singh, A., Saxena, A., & Gaur, B. (2022). A Review on Optimizing Cache Memory Performance. Journal of Electronic Design Engineering.
- Stallings, W. (2018). Computer Organization and Architecture: Designing for Performance. Pearson.
- Tanenbaum, A. S. (2015). Structured Computer Organization. Pearson