

ANALISIS PENGARUH CACHE MEMORY TERHADAP PERFORMA KOMPUTER

Arif Hasudungan Silaban¹, Diaz Al Latif², Rafael Christian Sinaga³, Indra Gunawan⁴

^{1,2,3,4}STIKOM Tunas Bangsa Pematangsiantar

Email: larifhiraven170@gmail.com, diazallatif20@gmail.com, fael55836@gmail.com,
indra@amiktunasbangsa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas pengaruh cache memory terhadap performa komputer, khususnya dalam meningkatkan efisiensi pemrosesan data dan kecepatan eksekusi instruksi. Cache memory berperan sebagai penghubung antara prosesor dan memori utama (RAM) untuk mengurangi waktu akses data serta meningkatkan kecepatan transfer informasi. Melalui kajian literatur dan analisis perbandingan ukuran cache L3 pada berbagai jenis prosesor, penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas cache memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan nilai benchmark dan efisiensi sistem, terutama pada beban kerja berat seperti komputasi paralel, rendering grafis, dan pemrosesan multimedia. Namun demikian, efektivitas cache juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti ukuran blok (block size), rasio keberhasilan akses (hit ratio), serta algoritma penempatan data. Hasil kajian ini menegaskan bahwa desain cache yang optimal mampu meminimalkan terjadinya cache miss, meningkatkan throughput sistem, serta memperbaiki performa keseluruhan komputer. Dengan demikian, pemahaman yang mendalam mengenai mekanisme kerja cache memory menjadi aspek penting dalam pengembangan arsitektur komputer modern yang efisien dan berperforma tinggi.

Kata kunci: *cache memory*, performa komputer, arsitektur komputer, kecepatan akses, hit ratio, efisiensi sistem.

ANALYSIS OF THE EFFECT OF CACHE MEMORY ON COMPUTER PERFORMANCE

Abstract

This study discusses the effect of cache memory on computer performance, particularly in improving data processing efficiency and instruction execution speed. Cache memory acts as a bridge between the processor and main memory (RAM) to reduce data access time and increase information transfer speed. Through a literature review and comparative analysis of L3 cache sizes on various processor types, this study shows that increasing cache capacity has a significant impact on benchmark scores and system efficiency, especially for heavy workloads such as parallel computing, graphics rendering, and multimedia processing. However, cache effectiveness is also influenced by other factors such as block size, hit ratio, and data placement algorithms. The results of this study confirm that optimal cache design can minimize cache misses, increase system throughput, and improve overall computer performance. Thus, a deep understanding of the working mechanisms of cache memory is an important aspect in the development of modern, efficient and high-performance computer architectures.

Keywords: *cache memory*, computer performance, computer architecture, access speed, hit ratio, system efficiency.

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi komputer pada era modern berkembang dengan sangat cepat, terutama dalam aspek kecepatan pemrosesan data dan optimalisasi perangkat keras (Cantika Humendru, 2025). Salah satu elemen krusial yang berperan besar dalam menunjang kinerja komputer adalah memori,

khususnya cache memory (Fitroh et al., 2025). Cache memory merupakan jenis memori berkecepatan tinggi yang dirancang untuk menyimpan data sementara yang sering digunakan oleh prosesor, sehingga mampu mempercepat proses eksekusi instruksi. Kehadiran cache memory berfungsi sebagai solusi untuk mengatasi kesenjangan kecepatan antara

prosesor dengan memori utama (RAM) yang relatif lebih lambat.

Dalam arsitektur komputer, performa sistem sangat dipengaruhi oleh kecepatan akses memori (Hidayatulloh et al., 2025). Apabila prosesor harus mengakses data langsung dari RAM, maka akan timbul keterlambatan yang dikenal dengan memory latency.

Di era saat ini, Komputer modern sangat bergantung pada kecepatan akses data untuk mendukung berbagai aktivitas, baik itu dalam pengolahan data, komputasi ilmiah, maupun aplikasi sehari-hari seperti game dan multimedia (Aulia et al., 2023). Salah satu komponen penting yang berperan besar dalam mempercepat kinerja CPU adalah cache memory (Sugiantoro, 2025). Namun, dalam praktiknya, sistem komputer sering mengalami permasalahan yang berkaitan dengan cache (Sudjiman & Sudjiman, 2018). Cache memory memiliki ukuran yang terbatas, sehingga tidak semua data dapat disimpan di dalamnya. Akibatnya, saat CPU membutuhkan data yang tidak tersedia di cache, ia harus mengambilnya dari RAM yang jauh lebih lambat, sehingga menimbulkan cache miss. Kondisi ini menyebabkan keterlambatan eksekusi instruksi dan secara langsung berdampak pada menurunnya performa komputer (Farizy & Supriyatna, 2023).

Rendahnya cache hit ratio akibat algoritma penempatan data yang tidak optimal. Pada aplikasi berat seperti kompilasi program, rendering video, atau pemrosesan data dalam jumlah besar, cache miss yang terlalu sering akan memperlambat kinerja sistem. Hal ini tidak hanya mengurangi efisiensi perangkat keras, tetapi juga menghambat produktivitas pengguna yang bergantung pada kecepatan komputasi. Dalam sistem multi-core, permasalahan bertambah kompleks dengan adanya isu cache coherency, di mana data pada cache setiap inti prosesor dapat berbeda dengan data yang tersimpan di RAM. Jika tidak ditangani dengan baik, masalah ini dapat menyebabkan ketidakakuratan hasil komputasi serta penurunan performa paralel.

Kondisi tersebut menegaskan bahwa cache memory bukanlah sekadar fitur tambahan, melainkan komponen vital dalam menjaga performa komputer. Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana cache memory memengaruhi kinerja sistem, baik dari sisi kecepatan eksekusi maupun efisiensi penggunaan sumber daya. Penelitian ini berfokus untuk mengkaji secara lebih mendalam pengaruh cache memory terhadap performa komputer, sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam perancangan sistem yang lebih optimal serta menjadi acuan praktis bagi pengguna dan pengembang perangkat lunak dalam memaksimalkan potensi perangkat keras yang ada. (Bakri & Nasution, 2024).

Untuk meminimalisasi hambatan tersebut, cache memory bekerja dengan prinsip locality of reference, yakni kecenderungan program untuk mengakses instruksi atau data yang sama secara

berulang dalam jangka waktu tertentu. Dengan penerapan prinsip ini, cache memory dapat meningkatkan throughput sekaligus mempercepat waktu eksekusi instruksi.

Urgensi penelitian mengenai cache memory terhadap performa komputer semakin tinggi seiring dengan meningkatnya kebutuhan aplikasi modern yang menuntut pemrosesan cepat dan real-time, seperti aplikasi multimedia, machine learning, hingga pemodelan dan simulasi ilmiah. Oleh karena itu, pemahaman yang lebih mendalam mengenai mekanisme kerja cache memory dan kontribusinya terhadap kinerja sistem komputer sangat penting dalam pengembangan teknologi perangkat keras.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis pengaruh cache memory terhadap performa komputer, terutama dalam aspek kecepatan pemrosesan data dan efisiensi sistem. Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan sumbangan pengetahuan dalam bidang arsitektur komputer serta menjadi referensi bagi pengembangan sistem yang lebih efisien dan optimal di masa mendatang.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode deskriptif komparatif dengan pendekatan studi literatur. Tujuan dari metode ini adalah untuk menelaah serta membandingkan sejauh mana ukuran cache memory memengaruhi kinerja prosesor komputer, berdasarkan data dan informasi yang dihimpun dari berbagai sumber yang kredibel. Data penelitian diperoleh melalui literatur daring, termasuk situs resmi Intel, artikel teknologi, hasil pengujian performa dari Cinebench R20 dan R23, serta sejumlah publikasi akademik yang membahas arsitektur dan performa prosesor.

Proses pengumpulan data dilakukan dengan metode dokumentasi dan telaah literatur, yaitu dengan menghimpun data sekunder dari dokumen resmi, laporan hasil pengujian, serta tulisan ilmiah yang relevan dengan topik penelitian. Setiap data yang dikumpulkan kemudian dipilih dan diverifikasi berdasarkan tingkat keakuratan serta kesesuaiannya terhadap fokus kajian.

Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan komparatif, dengan cara membandingkan beberapa jenis prosesor berdasarkan parameter seperti ukuran cache L3, jumlah core dan thread, serta skor benchmark. Hasil dari proses analisis ini dimanfaatkan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kapasitas cache memory terhadap peningkatan performa prosesor dalam menjalankan beban kerja komputasi yang bervariasi.

3. KAJIAN LITERATUR

A. Prinsip-prinsip Cache memory

Perangkat keras pembangun sistem komputer modern terdiri atas sejumlah

komponen pembangun yang harus bekerja satu sama lain. Setiap komponen yang terlibat berkontribusi dalam menentukan kinerja komputer secara keseluruhan. Agar kinerja yang diharapkan dapat tercapai, maka setiap komponen harus dapat mengimbangi kinerja komponen lainnya. Akan tetapi, pada prakteknya, terjadi ketimpangan kecepatan yang cukup signifikan antara processor dengan main memory. Oleh karena itu, sejumlah strategi sudah dilakukan, salah satunya yaitu dengan memanfaatkan cache memory yang berfungsi sebagai perantara antara processor dan main memory. Cache memory merupakan sebuah memory semiconductor yang merupakan tempat untuk menyimpan serangkaian data atau instruksi yang berasal dari memory lain yang relatif lebih lambat. Cache memory didesain untuk mengkombinasikan memory access time dari memory mahal yang berkecepatan tinggi dengan memory berukuran besar, berkecepatan lebih rendah dan berharga lebih murah. Dimana terdapat memory yang relatif lambat dan berukuran besar bersamaan dengan cache memory yang lebih cepat dan lebih kecil. Cache berisi salinan sebagian dari isi main memory. Ketika processor berusaha untuk membaca sebuah word dari memory, pengecekan dilakukan untuk memeriksa apakah word yang dibutuhkan berada dalam cache. Jika ya, maka word tersebut dikirim ke processor. Jika tidak, sebuah block main memory yang terdiri atas beberapa word yang berukuran tetap, dikirim ke cache dan kemudian word tersebut dikirim ke processor. Karena fenomena locality of reference, maka ada kemungkinan bahwa referensi selanjutnya ke lokasi memory yang sama atau word lain pada block tersebut. (Erlina & Putri, 2017).

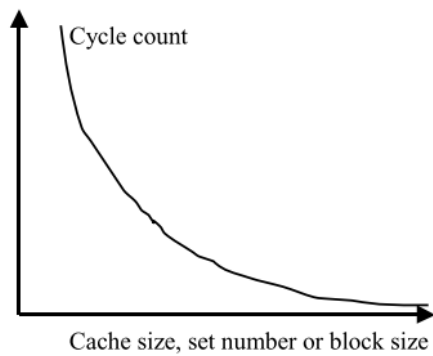
B. Elemen Perancangan Cache Memory

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji secara mendalam mengenai pengaruh penerapan berbagai elemen perancangan terhadap kinerja cache memory. Elemen-elemen perancangan tersebut berperan penting dalam menentukan sejauh mana efektivitas cache memory dapat dicapai dalam meningkatkan performa sistem komputer secara keseluruhan. Dalam hal ini, kinerja cache memory tidak hanya dipandang dari satu aspek saja, melainkan melibatkan berbagai parameter yang menjadi tolok ukur penilaiannya (Yudha Wiguna & Marliza, 2019). Parameter-parameter tersebut, sebagaimana dijelaskan dalam beberapa

literatur, digunakan untuk menggambarkan sejauh mana cache memory mampu mempercepat proses pemrosesan data, mengurangi latensi, serta meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya prosesor. Cache memory memiliki beberapa parameter utama yang digunakan untuk menilai kinerjanya, yaitu miss rate, miss penalty, dan average access time. Miss rate merujuk pada kondisi ketika prosesor melakukan akses terhadap bagian main memory, tetapi salinan data tersebut tidak tersedia di cache memory. Sebaliknya, hit rate menggambarkan situasi ketika data yang diminta prosesor dapat ditemukan di cache memory sehingga akses menjadi lebih cepat. Sementara itu, miss penalty adalah jumlah total siklus CPU yang hilang atau terhenti akibat keterlambatan akses ke main memory. Meskipun terdapat berbagai implementasi cache yang berbeda, pada dasarnya terdapat sejumlah elemen perancangan dasar yang digunakan untuk mengklasifikasikan sekaligus membedakan arsitektur cache (Bakri & Nasution, 2024). Salah satu elemen penting yang dimaksud adalah alamat cache (cache address). Hampir semua prosesor non-embedded, dan sebagian besar prosesor embedded, telah mendukung penggunaan virtual memory. Virtual memory merupakan mekanisme yang memungkinkan sebuah program untuk melihat memori dari perspektif logis tanpa harus bergantung pada kapasitas fisik main memory yang tersedia. Dalam sistem yang menggunakan virtual memory, field alamat pada instruksi mesin berisi alamat virtual. Agar instruksi tersebut dapat diakses atau dituliskan ke main memory, diperlukan bantuan perangkat keras berupa memory management unit (MMU) yang berfungsi untuk menerjemahkan setiap alamat virtual menjadi alamat fisik pada main memory.

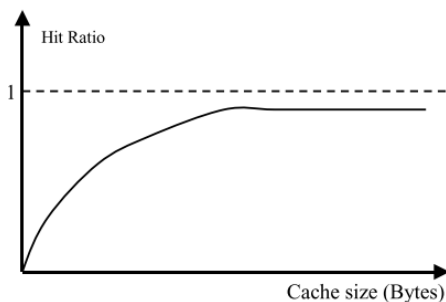
C. Performa Cache

Performa suatu cache dapat dilihat dari cycle counts dan hit ratio. Kecepatan cache dipengaruhi oleh teknologi memori utama, organisasi cache dan cache hit ratio. Cycle count secara langsung berelasi dengan hit ratio seperti tampak pada Gambar 3.1 dibawah. Write-through dan write-back juga mempengaruhi cycle counts. Disamping itu, ukuran cache, block size, dan jumlah set, turut mempengaruhi cycle count.



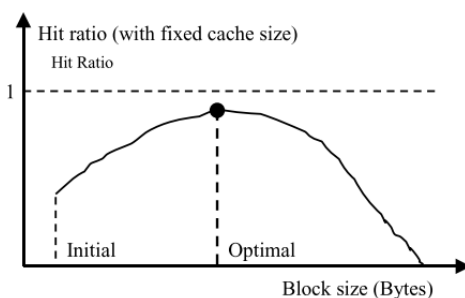
Gambar 3.1 Total cycle untuk akses cache

Hit ratio cache dipengaruhi oleh ukuran cache dan ukuran block.



Gambar 3.2 Hit ratio versus cache size

Gambar 3.2 diatas menunjukkan bahwa semakin besar ukuran cache maka akan mendekati angka hit ratio yang ideal. Tetapi memperbesar ukuran cache saat performa suatu cache telah mendekati angka hit ratio yang ideal tidak serta merta akan mencapai hit ratio yang ideal. Dari grafik terlihat bahwa pada saat itu memperbesar ukuran cache tidak memberikan pengaruh apa-apa, dalam hal ini garis grafik lurus asimptot dengan angka hit ratio ideal. Kurva pada Gambar 3.2 dapat didekati dengan persamaan $1 - C^{-0.5}$, dimana C adalah total ukuran cache. Bila ukuran hit ratio tetap maka hubungan antara hit ratio dengan block size menunjukkan bahwa semakin besar ukuran block suatu cache tidak menjamin bahwa performa suatu cache akan meningkat pula. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 3.3 Hit Ratio Versus

Gambar 3.3 menunjukkan bahwa memperbesar ukuran block suatu cache tidak akan selalu

meningkatkan performa suatu cache. Meningkatkan ukuran block cache pada satu titik memang akan meningkatkan performa suatu cache. Hal ini terlihat pada tercapainya titik optimal yang mendekati angka hit ratio ideal. Tetapi jika ukuran block cache terus ditingkatkan hit ratio justru akan semakin turun menuju ke titik 0.

CPU	Ukuran Cache L3	Jumlah / Threads	Frekuensi boost / base*	Skor Cinebench
Intel i5-10600K	12 MB L3	6 core / 12	~ 4.1 GHz	Bandingannya bagus karena cache L3 cukup besar dibanding i3 pada generasi sama
Intel i3-10105F	6 MB L3	4 core / 8	~ 3.7 GHz	Lebih kecil L3, inti lebih sedikit, tapi bisa kencang per single thread
Intel i5-12600K	20 MB L3	10 core/P-core	~ 4.9 GHz	Cache L3 besar + arsitektur hybrid (core efisien & performal → pengaruh besar ke multicore load
Intel i3-10100	6 MB L3	4 core / 8	~ 3.6 GHz	Bagus utk beban ringan dan aplikasi yang butuh single-core
Intel i3-10320 Cinebench R20		4 core / 8	3.8 GHz	~ 2444 pts
Intel i5-11600K			4.293 pts	~ 4293 pts

*Frekuensi & base mungkin sedikit berbeda tergantung cooling / konfigurasi sistem

Gambar 3.4 Tabel Perbandingan Performa Cache

Tabel tersebut terdiri atas lima kolom utama yang masing-masing memiliki fungsi berbeda. Kolom pertama berisi jenis prosesor Intel yang dibandingkan dalam penelitian. Kolom kedua menampilkan ukuran cache L3, yaitu jumlah memori cache level 3 yang dimiliki oleh setiap CPU. Selanjutnya, kolom ketiga menunjukkan jumlah core dan threads yang menggambarkan banyaknya inti pemrosesan serta jalur eksekusi yang dimiliki prosesor. Kolom keempat berisi informasi mengenai frekuensi boost dan base, yaitu kecepatan kerja CPU yang diukur dalam satuan gigahertz (GHz). Terakhir, kolom kelima menyajikan skor Cinebench yang menggambarkan nilai performa prosesor berdasarkan hasil uji benchmark menggunakan aplikasi Cinebench versi R20 atau R23.

Tabel ini dibuat untuk menganalisis sejauh mana ukuran cache L3 memengaruhi kinerja prosesor (CPU). Cache L3 merupakan jenis memori berkecepatan tinggi yang berfungsi menyimpan data sementara, sehingga prosesor tidak perlu terlalu sering mengakses RAM. Dengan kata lain, semakin besar kapasitas cache L3, semakin cepat prosesor dalam mengambil data, terutama saat menjalankan beban kerja yang berat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian dan analisis literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa cache memory memiliki peranan yang sangat penting dalam meningkatkan performa komputer, khususnya dalam mempercepat proses eksekusi instruksi dan efisiensi akses data. Peningkatan kapasitas cache, terutama pada level L3, terbukti mampu memberikan dampak positif terhadap nilai benchmark dan throughput sistem, terutama saat menangani beban kerja berat

seperti komputasi paralel, rendering grafis, dan pemrosesan multimedia.

Namun, peningkatan ukuran cache tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan kinerja. Faktor-faktor seperti ukuran blok (block size), algoritma penempatan data, dan cache hit ratio juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap efektivitas cache. Selain itu, pada sistem multi-core, isu cache coherency menjadi aspek penting yang perlu diperhatikan agar performa paralel tetap optimal.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa desain cache yang optimal dan efisien akan mampu meminimalkan cache miss, mengurangi latensi akses memori, serta meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan. Pemahaman mendalam mengenai prinsip kerja dan parameter desain cache menjadi kunci dalam pengembangan arsitektur komputer modern yang berperforma tinggi dan hemat sumber daya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aulia, B. W., Rizki, M., Prindiyana, P., & Surgana, S. (2023). Peran Krusial Jaringan Komputer dan Basis Data dalam Era Digital. *JUSTINFO | Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi*, 1(1), 9–20. <https://doi.org/10.33197/justinfo.vol1.iss1.2023.1253>
- Bakri, S. N., & Nasution, M. I. P. (2024). Penerapan Metodologi Rekayasa Perangkat Lunak untuk Efisiensi Pengembangan Sistem. *JSITIK: Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi Komputer*, 3(1), 53–66. <https://doi.org/10.53624/jsitik.v3i1.542>
- Bendungan, J., & 188-A, S. (n.d.). *UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG PERSATUAN PERAWAT NASIONAL INDONESIA MALANG*. <http://journal.eccs.soton.ac.uk/survey/survey.html>
- Cantika Humendru, D. (2025). *KONSEP DASAR DAN PERKEMBANGAN TERBARU DALAM ORGANISASI DAN ARSITEKTUR KOMPUTER*.
- Erlina, T., & Putri, R. E. (2017). Evaluasi Pengaruh Fungsi Pemetaan Terhadap Kinerja Dan Konsumsi Daya Cache Memory. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 4(1). <https://doi.org/10.33197/jitter.vol4.iss1.2017.146>
- Farizy, S., & Supriyatna, S. (2023). ANALISIS TERHADAP KINERJA SISTEM KOMPUTER YANG KURANG MAKSIMAL ATAU TERJADINYA BOTTLE NECK. *JITU: Jurnal Informatika Utama*, 1(2). <https://doi.org/10.55903/jitu.v1i2.158>
- Fitroh, F., Nurhidayah, J., & Zulfiandri, Z. (2025). Tren dan Tantangan Arsitektur Komputasi Neuromorfik: Tinjauan Literatur Sistematis. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi*, 6(1), 103–113. <https://doi.org/10.35957/jtsi.v6i1.10046>
- Hidayatulloh, M. R., Al-Hilal, F., Bahri, S., Muqtashida, A., Gunawan, R., & Azahra, S. (2025). *STUDI SISTEM INPUT/OUTPUT: PERANGKAT, INTERFACE, DAN OPTIMALISASI KINERJA KOMPUTER*. <https://journal.hasbaedukasi.co.id/index.php/jurmie>
- Sudjiman, P. E., & Sudjiman, L. S. (2018). *ANALISIS SISTEM INFORMASI MANAJEMEN BERBASIS KOMPUTER DALAM PROSES PENGAMBILAN KEPUTUSAN*.
- Sugiantoro, B. (2025). *Literature Review: Evolusi Arsitektur Komputer dalam Konteks Sistem Organisasi Komputer*.
- Yudha Wiguna, K., & Marliza, Y. (2019). *PENERAPAN BALANCED SCORECARD SEBAGAI TOLOK UKUR PENGUKURAN KINERJA*.