JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Vol. 4, No. 1, Juni 2019, Hal. 109-114
Terakreditasi "**Peringkat 3"** oleh Kemenristekdikti, Nomor SK: 30/E/KPT/2018
DOI: 10.31544/jtera.v4.i1.2019.109-114
p-ISSN 2548-737X
e-ISSN 2548-8678

Analisis Perbandingan Performa *Average Access Time Cache* pada Prosesor Komputer

Andri Ulus Rahayu
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi
Jalan Siliwangi No. 24, Tasikmalaya, Jawa Barat, Indonesia
andriulusr@unsil.ac.id

Abstrak

Performa komputer dari generasi ke generasi mengalami peningkatan yang cukup pesat, terutama dalam hal kecepatan pemrosesan data. Jika kita amati, kecepatan komputer dalam melakukan pemrosesan data merupakan arah dari perkembangan generasi komputer. Kecepatan pemrosesan data ini sangat dipengaruhi oleh *average access time* pada *cache* prosesor. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan performa dan memberikan gambaran *average access time* pada *multilevel cache* proseesor komputer. Untuk mendapatkan perbandingan dan gambaran mengenai cara menghitung *average access time* ini, digunakan dua buah prosesor sebagai sampel yaitu Intel Core I7 2600K dan Phenom II X6 1100T. Untuk membandingkan *average access time* dari kedua prosesor tersebut, diperlukan dua indikator yaitu *access time* dan *hit rate*. Dari hasil analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa dari segi *average access time*, prosesor Phenom X6 1100T memiliki performa lebih baik jika dibandingkan dengan prosesor Intel Core I7 2600K.

Kata kunci: *cache, access time, multilevel cache, hit rate*

Abstract

The computer performance from the first generation until the last generation has increased quite rapidly, especially in terms of data processing speed. If we observe, the speed of computer data processing is the direction of the development computer generation. This data processing speed is greatly influenced by the average access time in the cache processor. The purpose of this research is to provide an overview of how the method of calculating Average Access Time in multilevel cache. To get an overview of how to calculate Average Access Time in multilevel cache, the comparison method of Average Access Time is used from 2 processors, namely the Intel Core I7 2600k and Phenom II X6 1100T. To compare the average access time between two processors, there are two indicators needed, that is access time and hit rate. The results concluded that the Phenom X6 1100T processor has better performance than the Intel Core I7 processor.

Keywords: *cache, average access time, multilevel cache, hit rate*

I. PENDAHULUAN

Dalam proses komputasi, data atau instruksi yang paling sering digunakan akan disimpan dalam *cache* sehingga dapat diakses sangat cepat ketika dibutuhkan. Semakin cepat kinerja *cache* maka akan meningkatkan kinerja keseluruhan sistem komputer [1]. *Cach*e adalah memori berukuran kecil yang sifatnya *temporary* (sementara). Walaupun memiliki ukuran yang sangat kecil, namun kecepatannya sangat tinggi. Dalam terminologi *hardware*, istilah ini biasanya merujuk pada memori berkecepatan tinggi yang menjembatani aliran data antara prosesor dengan memori utama (RAM) yang biasanya memiliki kecepatan jauh lebih rendah. Penggunaan *cache* ditujukan untuk meminimalisir terjadinya *bottleneck* dalam aliran data antara prosesor dan RAM. Dalam terminologi *software*, istilah *cache* merujuk pada tempat penyimpanan sementara untuk beberapa *file* yang sering diakses.

Cache berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara untuk data atau instruksi yang diperlukan oleh prosesor. Secara singkat, *cache* berfungsi untuk mempercepat akses data pada komputer karena *cache* menyimpan data/informasi yang telah

Diterima: 21 April 2019; Direvisi: 2 Mei 2019; Disetujui: 15 Juni 2019
JTERA, Vol. 4, No. 1, Juni 2019

© 2019 JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Politeknik Sukabumi

diakses oleh suatu *buffer*, sehingga meringankan kerja prosesor. Jika prosesor membutuhkan suatu data, data tersebut pertama kali akan dicari pada *cache*. Jika data ditemukan, prosesor akan langsung membacanya dengan *delay* yang sangat kecil. Tetapi jika data yang dicari tidak ditemukan, prosesor akan mencarinya pada RAM yang kecepatannya lebih rendah. Pada umumnya, cache dapat menyediakan data yang dibutuhkan oleh prosesor sehingga pengaruh kerja RAM yang lambat dapat dikurangi. Dengan cara ini maka memori *bandwidth* akan naik dan kerja prosesor menjadi lebih efisien. Selain itu, kapasitas memori *cache* yang semakin besar juga akan meningkatkan kecepatan kerja komputer secara keseluruhan [1]. Dua jenis *cache* yang sering digunakan dalam dunia komputer adalah *memory caching* dan *disk caching*. Implementasinya dapat berupa sebuah bagian khusus dari memori utama komputer atau sebuah media penyimpanan data khusus yang berkecepatan tinggi. Implementasi *memory caching* sering disebut sebagai memori *cache* dan tersusun dari memori komputer jenis SDRAM yang berkecepatan tinggi, sedangkan implementasi *disk caching* menggunakan sebagian dari memori komputer. *Cache* yang lebih besar akan memiliki *hit rate* lebih baik, tetapi akan memiliki *latency* lebih lama. Untuk mengatasinya, banyak komputer yang menggunakan beberapa tingkat *cache*, dimulai dari *cache* dengan ukuran kecil yang memiliki kecepatan tinggi, kemudian didukung oleh *cache* yang memiliki ukuran besar namun kecepatannya lebih lambat. Dalam prosesor *multi-core*, setiap prosesor memiliki *cache* level 1 (L1) masing-masing, sementara *cache level* terakhir digunakan oleh semua *core* [2]-[4]. L1 *cache* disebut pula dengan istilah *primary cache*, *first cache*, atau *level one cache*. L2 *cache* disebut dengan istilah *secondary cache*, *second level cache*, atau *level two cache*. Sementara L3 *cache* disebut dengan istilah *last level cache* [5], [6].

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa *Average Access Time* (AAT) pada multi-level *cache*. Jenis prosesor yang digunakan sebagai perbandingan adalah Intel Core I7 2600K dan Phenom II X6 1100T. Kedua prosesor ini merupakan jenis prosesor komputer yang banyak digunakan saat ini. Dengan mengetahui perbandingan AAT kedua prosesor tersebut, maka diharapkan dapat memberikan gambaran terkait penggunaan prosesor.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang akan digunakan untuk melakukan perhitungan *Average Access Time* pada multi-level *cache* adalah dengan menggunaan persamaan sebagai berikut [7]:

$$AAT = t_1 + (m_1[t_2 + (m_2[t_3 + (m_3 t_m)])]) \quad (1)$$

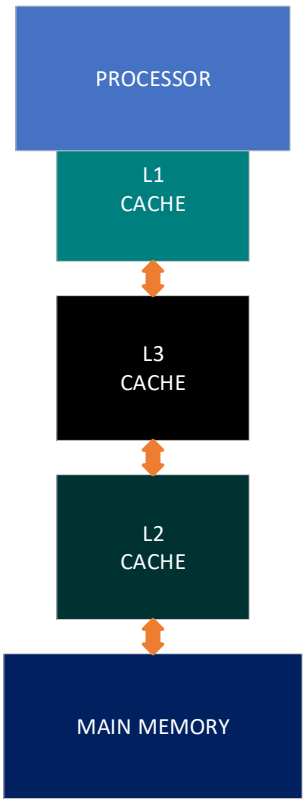
dimana:

m = *miss rate*
t = *access time*
t_m = *memory time*

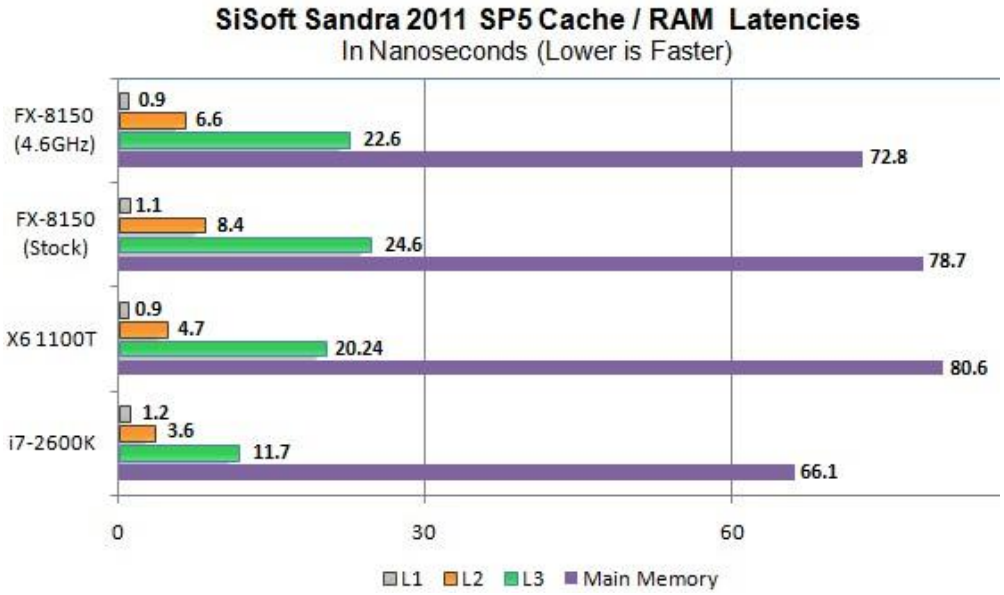
Pada penelitian ini, ada dua indikator utama pada Intel core I7 2600k dan Phenom II X6 1100T yang akan dibandingkan yaitu *access time* dan *hit rate*.

A. Access Time

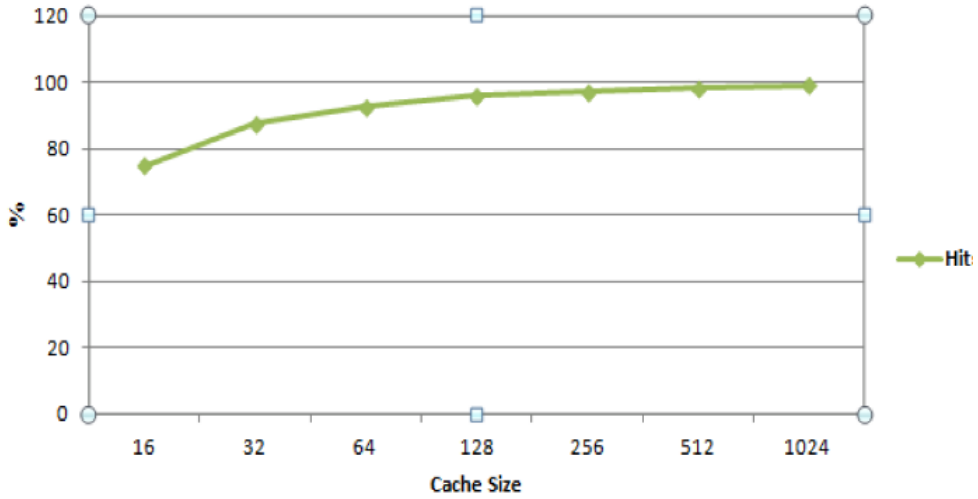
Transfer data dari L1 *cache* ke prosesor terjadi paling cepat dibandingkan L2 *cache* maupun L3 *cache*. Kecepatannya mendekati kecepatan register. L1 *cache* ini dikunci pada kecepatan yang sama pada prosesor. Secara fisik, L1 *cache* tidak bisa dilihat dengan mata telanjang. L1 *cache* adalah lokasi pertama yang diakses oleh prosesor ketika mencari pasokan data. Kapasitas simpan datanya paling kecil, antara puluhan hingga ribuan *byte* tergantung jenis prosesor. Pada beberapa jenis prosesor pentium kapasitasnya 16 KB yang terbagi menjadi dua bagian, yaitu 8 KB untuk menyimpan instruksi dan 8 KB untuk menyimpan data. Gambar 1 berikut menunjukan hirarki dari multi-level *cache*.



Gambar 1. Hirarki dari multi-level *cache*



Gambar 2. ***Cache latencies***



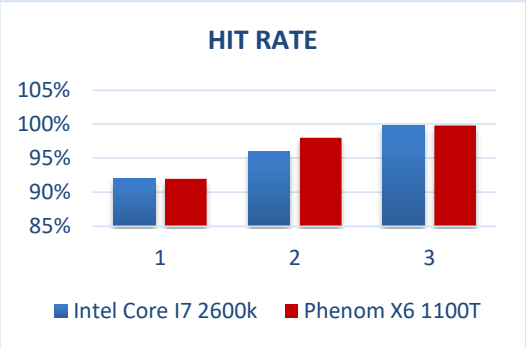
Gambar 3. ***Hit rate*** **vs.** ***cache size***

Transfer data tercepat kedua setelah L1 *cache* adalah L2 *cache*. Prosesor dapat mengambil data dari *cache* L2 yang terintegrasi (*on-chip*) lebih cepat dari pada *cache* L2 yang tidak terintegrasi. Kapasitas simpan datanya lebih besar dibandingkan L1 *cache*, antara ratusan ribu *byte* hingga jutaan *byte*, ada yang 128 KB, 256 KB, 512 KB, 1 MB, 2 MB, bahkan 8 MB, tergantung jenis prosesornya. Kapasitas simpan data untuk L3 *cache* lebih besar lagi, bisa ratusan juta *byte* (ratusan *megabyte*) [8].

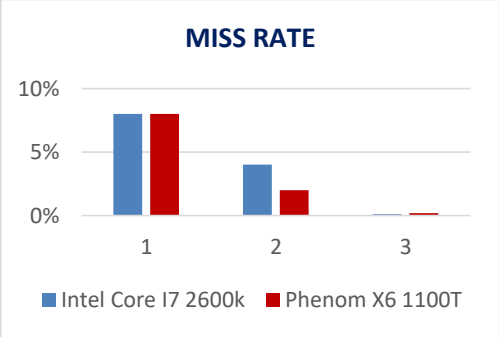
Gambar 3 merupakan hasil pengujian *software* Sandra 2011 dari *cache latencies* (*access time*) dari beberapa prosesor termasuk diantaranya adalah Intel Core I7 2600k dan Phenom X6 1100T. *Access time* untuk Intel Core I7 2600k pada *cache* L1 adalah 1,2 ns, untuk *cache* L2 adalah 3,6 ns, dan untuk *cache* L3 adalah 11,7 ns. Sementara untuk *main memory* memiliki *access time* 66,1 ns. Selanjutnya *access time* untuk Phenom II X6 1100T pada *cache* L1 adalah 0,9 ns, untuk *cache* L2 adalah 4,7 ns, dan untuk *cache* L3 adalah 20,24 ns. Sementara untuk *main memory* memiliki *access time* 80,6 ns.

B. Cache Hit dan Miss

Cache hit adalah kondisi dimana prosesor berhasil membaca data pada *cache*. Sementara *cache miss* adalah kondisi dimana prosesor gagal membaca data yang dibutuhkan sehingga diperlukan penelusuran data lebih lanjut pada level *cache* selanjutnya. *Cache miss rate* dan *miss penalti* adalah dua faktor utama yang mempengaruhi kinerja *cache*. Waktu yang diperlukan untuk menangani *cache miss* disebut *penalti cache*. *Cache miss* dapat dikurangi dengan penggunaan multi-level *cache* [9], [10].



Gambar 4. *Hit rate* Intel Core I7 2600k vs Phenom X6 1100T



Gambar 5. *Miss rate* Intel Core I7 2600k vs Phenom X6 1100T

Gambar 3 memperlihatkan bahwa semakin besar *cache size* maka akan semakin tinggi nilai *hit rate* [11]. Dengan demikian maka semakin besar *cache size* maka akan semakin kecil nilai *miss rate* dimana *miss rate* = 1 – *hit rate*. Dari grafik pada Gambar 4 dan Gambar 5 dapat diperloeh data karakteristik *cache* yang menunjukan nilai 3 level *cache* dari Intel Core I7 2600k dan Phenom X6 1100T yang ditunjukan oleh Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Karakteristik *cache size* vs. *hit and miss* Intel Core I7 2600k

Cache	*Size*	*Hit rate*	*Miss rate*
L1	64 KB	92%	8%
L2	256 KB	96%	4%
L3	8 MB	99,9%	0,1%

Tabel 2. Karakteristik *cache size* vs. *hit and miss* Phenom X6 1100T

Cache	*Size*	*Hit rate*	*Miss rate*
L1	64 KB	92%	8%
L2	512 KB	98%	2%
L3	6 MB	99,8%	0,2%

Tabel 3. *Cache size* I7 2600k dan X6 1100T

Prosesor	L1	L2	L3
Core I7 2600k	64 KB	256 KB	8 MB
X6 1100T	64 KB	512 Kb	6 MB

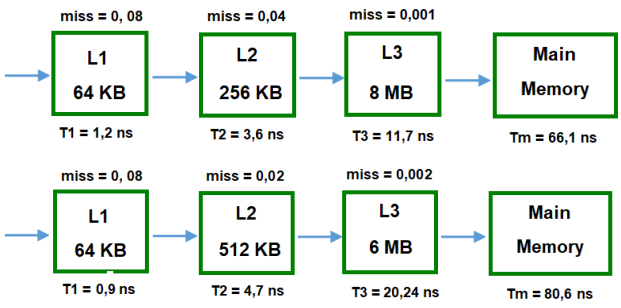
Dari Tabel 1 dan Tabel 2 dapat dilihat bahwa Intel Core I7 2600k dan Phenom X6 1100T memiliki *hit rate* yang sama pada *cache* L1. Selanjutnya, pada *cache* L2, Phenom X6 1100T memiliki *hit rate* yang lebih baik dibandingkan dengan Intel Core I7 2600k, sedangkan pada *cache* L3 Intel Core I7 2600k lebih unggul dibandingkan dengan Phenom X6 1100T.

C. Spesifikasi

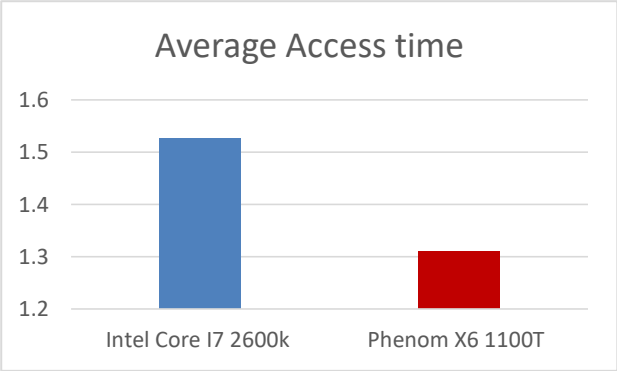
Tabel 3 merupakan spesifikasi kapasitas dari *cache* Intel Core I7 2600k dan Phenom II X6 1100T. Berdasarkan spesifikasi tersebut, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan *size* dari kedua prosesor tersebut, yaitu pada L2 dimana Phenom X6 1100T lebih unggul dari Intel Core I7 2600k. Pada L3, Intel Core I7 2600k lebih unggul dari Phenom X6 1100T. Selain dari kapasitasnya, dapat dilihat juga pada pembahasan sebelumnya yaitu dari aspek *acces time* dan *hit rate*. Dapat dilihat bahwa keduanya memiliki kelebihan masing-masing.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

AAT didapat dari lamanya akses waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu kali *hit* untuk setiap level *cache*. Menurut referensi [10], parameter yang digunakan untuk melakukan penghitungan ini adalah jumlah level *cache*, *access time* untuk setiap *level cache*, *miss rate*, dan main memori. Berikut merupakan analisis perhitungan *average access time* untuk Intel Core I7 2600k dan Phenom X6 1100T. Berdasarkan proses perhitungan seperti Gambar 6, dapat kita lihat bahwa AAT yang dimiliki kedua prosesor adalah 1,526 ns untuk Intel Core I7 2600k dan 1,309 ns untuk Phenom X6 1100T seperti ditunjukkan Gambar 7.



Gambar 6. Analisis AAT pada prosesor



Gambar 7. AAT Intel Core I7 2600k vs. Phenom X6 1100T

Pada saat komputer memproses suatu instruksi, semakin cepat AAT suatu prosesor maka semakin sedikit waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan instruksi. Berdasarkan perbandingan AAT pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa AAT untuk Intel Core I7 2600k lebih besar dibandingkan dengan AAT Phenom X6 1100T. Atinya Phenom X6 1100T dapat melakukan pemrosesan data lebih cepat jika dibandingkan Intel Core I7 2600k.

IV. KESIMPULAN

Analisis perbandingan performa AAT pada prosesor komputer telah dibahas pada makalah ini. Dari hasil perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa prosesor Phenom X6 1100T memiliki performa lebih baik dari sisi AAT jika dibandingkan dengan prosesor Intel Core I7 2600K. Hal ini dapat dlihat dari AAT kedua prosesor tersebut yang menunjukan bahwa prosesor Phenom X6 1100T memiliki AAT lebih sedikit yaitu 1,309 ns dibanding prosesor Intel Core I7 2600K yang memiliki AAT 1,526 ns. Hasil perhitungan yang dilakukan terbatas hanya untuk mengetahui performa prosessor dari sisi AAT dari memori *caching* saja. Untuk mengetahui prosesor mana yang lebih unggul diperlukan penelitian lanjutan seperti analisis aspek *disk caching*.

REFERENSI

[1] M. W. Ahmed and M. A. Shah "Cache Memory: An Analysis on Optimization Techniques," *International Journal of Computer and Information Technology*, vol. 04, no. 02, 2015.

[2] X. Ding and K. Wang, "ULCC: A User-Level Facility for Optimizing Shared Cache Performance on Multicores," *ACM sigplan notices*, vol. 46, no. 8, ACM, 2011.

[3] M. Hill and M. R. Marty, "Amdahl's Law in the Multicore Era," *Computer*, vol. 41, pp. 33-38, 2008.

[4] T. Wada, S. Rajan, and S. A. Przybylski, "An analytical access time model for on-chip cache memories," *Solid-State Circuits, IEEE Journal*, pp. 1147-1156, 1992.

[5] J. S. Yadav, M. Yadav, and A. Jain, "Cache Memory Optimization," *International Conferences of Scientific Research and Education*, vol. 1, no. 6, pp. 1–7, 2013.

[6] H. Dybdahl, "Architectural Techniques to Improve Cache Utilization," *Diss. PhD Thesis, Norwegian University of Science and Technology*, 2007.

[7] J. L. Hennessy and D. A. Patterson, *Computer Architecture a Quantitative Approach Fifth Edition*, 2012.

[8] D. Satish and S. Manimala, "Study On Cache Replacement Policies in Coherent Chip Multiprocessor Systems (CMPs)," *International Journal for Technological Research in Engineering*, vol. 5, no. 10, 2018.

[9] T. M. Chilimbi, B. Davidson, and J. R. Larus, "Cache-conscious structure definition," *ACM SIGPLAN*, vol. 34, no. 5, pp. 13–24, 1999.

[10] S. Przybylski, M. Horowitz, and J. Hennessy, "Characteristics of Performance-Optimal Multi-Level Cache Hierarchies," *ACM SIGARCH Computer Architecture News*, vol. 17, no. 3, 1989.

[11] S. Almakdi, A. W. Alazeb, and M. Alshehri, "Cache Coherence Mechanisms," *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, vol. 4, no. 4, 2014.