



KOMTELKA: Jurnal Komputer Telekomunikasi
dan Elektronika, Volume 01 Nomor 1 Tahun 2026
Tersedia online di
<https://jurnal.rajawalicemerlangabadi.com/index.php/jpek>



PT Rajawali Cemerlang Abadi

Analisis Performa Arsitektur Multi-Core dan Many-Core pada Beban Kerja Komputasi Intensif

Hendriyanto¹, Rama Adistya Nurtjahya Pamudji², Ikhwan Maulidianto Fiqri³

^{1,2,3} Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Pranata Indonesia

email:¹ hendriyanto.stmikpi@gmail.com

Kata kunci:

multi-core
many-core
komputasi paralel
speedup
efisiensi paralel

Keywords:

multi-core
many-core
parallel computing
speedup
parallel efficiency

ABSTRAK

Perkembangan teknologi komputasi modern menuntut sistem pemrosesan data yang mampu menangani beban kerja komputasi intensif secara cepat dan efisien. Arsitektur multi-core dan many-core dikembangkan untuk meningkatkan performa komputasi paralel dengan memanfaatkan banyak inti pemrosesan dalam satu sistem. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan performa kedua arsitektur pada berbagai workload komputasi intensif seperti perhitungan matriks, sorting data, dan simulasi numerik. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan melakukan pengujian waktu eksekusi, speedup, dan efisiensi paralel menggunakan variasi jumlah core. Hasil pengujian menunjukkan bahwa arsitektur many-core memiliki performa yang lebih baik dibandingkan multi-core, terutama pada workload dengan tingkat paralelisme tinggi. Pada pengujian menggunakan 8 core, many-core menghasilkan waktu eksekusi lebih rendah serta nilai speedup dan efisiensi paralel lebih tinggi dibandingkan multi-core. Namun, peningkatan jumlah core tidak selalu menghasilkan efisiensi maksimum karena dipengaruhi oleh overhead komunikasi dan sinkronisasi data antar thread. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa analisis perbandingan performa multi-core dan many-core yang dapat dijadikan referensi dalam pemilihan sistem komputasi untuk aplikasi berkinerja tinggi.

ABSTRACT

The development of modern computing technology requires data processing systems capable of handling intensive computational workloads efficiently. Multi-core and many-core architectures were developed to improve parallel computing performance by utilizing multiple processing cores within a single system. This study aims to analyze and compare the performance of both architectures under intensive computational workloads such as matrix calculations, data sorting, and numerical simulations. The research method used is an experimental approach by measuring execution time, speedup, and parallel efficiency using different numbers of cores. The results show that the many-core architecture provides better performance than the multi-core

architecture, especially for highly parallel workloads. In tests using 8 cores, the many-core architecture achieved lower execution times as well as higher speedup and parallel efficiency values compared to the multi-core architecture. However, increasing the number of cores does not always produce maximum efficiency due to communication overhead and data synchronization between threads. This research contributes by providing a comparative analysis of multi-core and many-core performance for high-performance computing applications.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komputasi modern mengalami peningkatan yang sangat pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan terhadap pengolahan data berkecepatan tinggi. Berbagai bidang seperti kecerdasan buatan, simulasi ilmiah, pengolahan citra digital, analisis data besar, hingga komputasi paralel membutuhkan kemampuan pemrosesan yang lebih efisien dan cepat. Pada awalnya peningkatan performa komputer dilakukan dengan meningkatkan frekuensi clock prosesor. Namun, keterbatasan konsumsi daya, panas, dan efisiensi energi menyebabkan pendekatan tersebut tidak lagi efektif untuk memenuhi tuntutan komputasi modern. Oleh karena itu, dikembangkan arsitektur prosesor berbasis multi-core dan many-core sebagai solusi untuk meningkatkan performa sistem komputasi [3].

Arsitektur multi-core merupakan teknologi prosesor yang menggabungkan beberapa inti pemrosesan (core) dalam satu chip untuk menjalankan beberapa tugas secara paralel. Pendekatan ini mampu meningkatkan kemampuan multitasking dan efisiensi pemrosesan tanpa harus meningkatkan frekuensi kerja prosesor secara signifikan. Sementara itu, arsitektur many-core dikembangkan dengan jumlah inti pemrosesan yang jauh lebih banyak dibandingkan multi-core sehingga sangat cocok digunakan pada aplikasi dengan tingkat paralelisme tinggi, seperti komputasi ilmiah, machine learning, dan rendering grafis [2]. Perbedaan jumlah inti, mekanisme komunikasi, serta pengelolaan memori pada kedua arsitektur tersebut menyebabkan adanya perbedaan performa pada berbagai jenis beban kerja komputasi.

Beban kerja komputasi intensif merupakan jenis pemrosesan yang membutuhkan sumber daya komputasi tinggi, terutama pada penggunaan CPU dan memori secara terus-menerus dalam waktu tertentu. Contoh beban kerja ini meliputi simulasi numerik, pemrosesan data skala besar, komputasi matriks, dan algoritma paralel. Menurut Lumbanraja dkk. menunjukkan bahwa proses pengolahan data berukuran besar dapat memperoleh peningkatan performa yang signifikan melalui penerapan komputasi paralel [1]. Oleh karena itu, diperlukan analisis terhadap performa arsitektur multi-core dan many-core untuk mengetahui

tingkat efisiensi, kecepatan pemrosesan, skalabilitas, serta pemanfaatan sumber daya pada berbagai skenario komputasi intensif.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan performa arsitektur multi-core dan many-core pada beban kerja komputasi intensif. Analisis dilakukan berdasarkan parameter performa seperti waktu eksekusi, throughput, efisiensi paralel, dan penggunaan sumber daya sistem. Menurut Belloch dkk. menunjukkan bahwa implementasi pemrosesan paralel pada arsitektur multicore mampu mengurangi waktu eksekusi dan meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan [5]. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai karakteristik kedua arsitektur tersebut serta menjadi referensi dalam pemilihan platform komputasi yang sesuai untuk kebutuhan pemrosesan data dan aplikasi berkinerja tinggi.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental dengan melakukan pengujian secara langsung terhadap performa arsitektur multi-core dan many-core pada beban kerja komputasi intensif. Penelitian diawali dengan studi literatur dari berbagai jurnal, buku, dan artikel ilmiah yang membahas mengenai arsitektur prosesor, komputasi paralel, serta teknik pengukuran performa sistem komputer [6]. Studi literatur dilakukan untuk memahami karakteristik masing-masing arsitektur dan menentukan parameter pengujian yang sesuai dengan kebutuhan penelitian.

Selanjutnya dilakukan perancangan sistem pengujian yang meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Sistem pengujian menggunakan platform dengan arsitektur multi-core dan many-core yang dijalankan pada lingkungan sistem operasi dan software pendukung yang sama agar hasil pengujian lebih konsisten. Beban kerja yang digunakan berupa proses komputasi intensif seperti perhitungan matriks, pengolahan data paralel, simulasi numerik, dan sorting data dalam jumlah besar [4]. Pengujian dilakukan dengan menjalankan program secara berulang menggunakan variasi jumlah core dan ukuran data untuk memperoleh hasil yang lebih stabil dan akurat.

Parameter yang dianalisis pada penelitian ini meliputi waktu eksekusi, throughput, penggunaan sumber daya sistem, efisiensi paralel, dan skalabilitas performa [5]. Nilai speedup dihitung dengan membandingkan waktu eksekusi single-core terhadap waktu eksekusi paralel menggunakan persamaan berikut:

$$S = \frac{T_1}{T_p}$$

Keterangan:

- S = Speedup
- T_1 = Waktu eksekusi single-core
- T_p = Waktu eksekusi paralel

Sedangkan efisiensi paralel dihitung menggunakan persamaan:

$$E = \frac{S}{P}$$

Keterangan:

- E = Efisiensi paralel
- S = Speedup
- P = Jumlah core atau prosesor

Data hasil pengujian kemudian dianalisis dengan membandingkan performa kedua arsitektur berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah interpretasi data dan mengetahui perbedaan karakteristik performa antara arsitektur multi-core dan many-core dalam menangani beban kerja komputasi intensif. Berdasarkan hasil analisis tersebut, kemudian ditarik kesimpulan mengenai tingkat efisiensi dan kemampuan masing-masing arsitektur dalam meningkatkan kinerja sistem komputasi.

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengujian performa terhadap arsitektur multi-core dan many-core pada beban kerja komputasi intensif. Pengujian dilakukan menggunakan beberapa jenis workload seperti perhitungan matriks, sorting data skala besar, dan simulasi numerik dengan variasi jumlah core yang digunakan. Parameter yang dianalisis meliputi waktu eksekusi, speedup, dan efisiensi paralel untuk mengetahui kemampuan masing-masing arsitektur dalam menjalankan proses komputasi paralel.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa arsitektur many-core memiliki performa yang lebih baik dibandingkan multi-core pada sebagian besar skenario pengujian. Hal tersebut terlihat dari waktu eksekusi yang lebih rendah serta nilai speedup yang lebih tinggi pada beban kerja dengan tingkat paralelisme besar.

Tabel 1. Hasil Pengujian dan Perhitungan Performa Arsitektur Multi-Core dan Many-Core

No	Jenis Pengujian	Jumlah Core	Waktu Single-Core (s)	Waktu Paralel Multi-Core (s)	Waktu Paralel Many-Core (s)	Speedup Multi-Core	Speedup Many-Core	Efisiensi Multi-Core (%)	Efisiensi Many-Core (%)
1	Perhitungan Matriks 1000×1000	2	22	12,4	10,2	1,77	2,15	88,5	107,5
2	Perhitungan Matriks 1000×1000	4	22	7,1	4,8	3,10	4,58	77,5	114,5
3	Perhitungan Matriks 1000×1000	8	22	4,5	2,6	4,89	8,46	61,1	105,7
4	Sorting Data 1 Juta Data	2	18	9,8	8,1	1,84	2,22	92	111
5	Sorting Data 1 Juta Data	4	18	5,6	3,9	3,21	4,61	80	115
6	Sorting Data 1 Juta Data	8	18	3,9	2,1	4,61	8,57	57	107

7	Simulasi Numerik	2	29	15,3	13,1	1,89	2,21	94	110
8	Simulasi Numerik	4	29	8,4	5,7	3,45	5,08	86	127
9	Simulasi Numerik	8	29	5,1	3,0	5,68	9,67	71	120

Perhitungan speedup dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$S = \frac{T_1}{T_p}$$

Keterangan:

- S = Speedup
- T_1 = Waktu eksekusi single-core
- T_p = Waktu eksekusi paralel

Sedangkan efisiensi paralel dihitung menggunakan persamaan:

$$E = \frac{S}{P} \times 100\%$$

Keterangan:

- E = Efisiensi paralel
- S = Speedup
- P = Jumlah core atau prosesor

Contoh perhitungan pada pengujian perhitungan matriks 1000×1000 menggunakan arsitektur multi-core 4 core dengan waktu single-core sebesar 22 detik dan waktu paralel sebesar 7,1 detik diperoleh hasil sebagai berikut.

Perhitungan speedup:

$$S = \frac{22}{7.1} = 3.1$$

Perhitungan efisiensi paralel:

$$E = \frac{3.1}{4} \times 100\% = 77\%$$

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.1 terlihat bahwa penambahan jumlah core mampu menurunkan waktu eksekusi pada kedua arsitektur. Namun, penurunan waktu eksekusi pada many-core lebih signifikan dibandingkan multi-core karena jumlah unit pemrosesan paralel yang lebih banyak sehingga distribusi workload dapat dilakukan secara lebih optimal.

Nilai speedup pada many-core juga menunjukkan peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan multi-core. Pada pengujian simulasi numerik menggunakan 8 core, many-core menghasilkan speedup sebesar 9,67 sedangkan multi-core hanya mencapai 5,68. Hal tersebut menunjukkan bahwa arsitektur many-core lebih efektif dalam menangani workload dengan tingkat paralelisme tinggi.

Selain itu, efisiensi paralel pada many-core cenderung lebih baik dibandingkan multi-core. Namun, pada beberapa pengujian terlihat bahwa peningkatan jumlah core tidak selalu menghasilkan efisiensi maksimum. Penurunan efisiensi terjadi akibat adanya overhead komunikasi antar thread, sinkronisasi data, serta penggunaan bandwidth memori yang semakin besar ketika jumlah core meningkat.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa arsitektur multi-core lebih sesuai digunakan pada aplikasi umum yang membutuhkan kestabilan sistem dan efisiensi daya. Sementara itu, arsitektur many-core lebih optimal digunakan pada aplikasi komputasi berkinerja tinggi seperti artificial intelligence, machine learning, simulasi ilmiah, dan rendering grafis yang membutuhkan proses paralel dalam jumlah besar.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan gambaran mengenai karakteristik performa arsitektur multi-core dan many-core pada beban kerja komputasi intensif. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa optimalisasi pembagian workload dan manajemen komunikasi data menjadi faktor penting dalam meningkatkan performa sistem komputasi paralel.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa arsitektur multi-core dan many-core memiliki kemampuan yang berbeda dalam menangani beban kerja komputasi intensif. Arsitektur many-core menunjukkan performa yang lebih tinggi dibandingkan multi-core, terutama pada proses komputasi dengan tingkat paralelisme besar. Hal tersebut ditunjukkan oleh waktu eksekusi yang lebih rendah serta nilai speedup dan efisiensi paralel yang lebih tinggi pada sebagian besar skenario pengujian.

Penambahan jumlah core terbukti mampu meningkatkan performa sistem komputasi paralel dengan menurunkan waktu pemrosesan data. Namun, peningkatan jumlah core tidak selalu menghasilkan efisiensi maksimum karena dipengaruhi oleh overhead komunikasi antar thread, sinkronisasi data, dan penggunaan bandwidth memori. Oleh karena itu, pengelolaan workload dan optimasi proses paralel menjadi faktor penting dalam meningkatkan kinerja sistem.

Secara umum, arsitektur multi-core lebih sesuai digunakan pada aplikasi umum yang membutuhkan keseimbangan antara performa dan efisiensi daya, sedangkan arsitektur many-core lebih optimal diterapkan pada aplikasi komputasi berkinerja tinggi seperti artificial intelligence, machine learning, simulasi ilmiah, dan pengolahan data skala besar. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pemilihan arsitektur komputasi yang sesuai berdasarkan kebutuhan pemrosesan dan karakteristik aplikasi yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. R. Lumbanraja, Aristoteles, & N. R. Muttaqina, "Analisa komputasi paralel mengurutkan data dengan metode radix dan selection," *Jurnal Komputasi*, vol. 8, no. 2, pp. 77-93, 2020.
- [2] A. Sabiq, H. Yugaswara, dan H. Wicaksono dan A. Sabiq, H. Yugaswara, & H. Wicaksono, "Sistem komputasi paralel menggunakan GPU berbasis NVIDIA CUDA," *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, vol. 17, no. 2, pp. 158-164, 2021.
- [3] G. Andrade, D. Griebler, R. Santos, & L. G. Fern, "A parallel programming assessment for stream processing applications on multi-core systems," *Computer Standards & Interfaces*, vol. 84, no. 1, p. 103691, 2023.

- [4] J. A. Belloch, J. M. Badía, G. León, & B. Bank, “Multicore implementation of a multichannel parallel graphic equalizer,” *The Journal of Supercomputing*, vol. 78, no. 14, p. 15715–15729, 2022.
- [5] M. M. Lumembang, E. Tenda, E. Ketaren, dan A. Leng, “Uji performa komputasi paralel algoritma discrete cosine transform untuk kompresi citra,” *Jurnal TIMES*, vol. 12, no. 2, pp. 58-63, 2023.
- [6] E. D. Nugroho, I. F. Ashari, & M. Nashrullah, “Comparative analysis of OpenMP and MPI parallel computing implementations in team sort algorithm,” *Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC)*, vol. 7, no. 2, pp. 141-149, 2023.