



KOMTELKA: Jurnal Komputer Telekomunikasi
dan Elektronika, Volume 01 Nomor 1 Tahun
2026

Tersedia online di

<https://jurnal.rajawalicemerlangabadi.com/index.php/jpek>



Integrasi Arsitektur Heterogen CPU-GPU untuk Peningkatan Kinerja Aplikasi Komputasi Intensif

Farhan Ali Rahman¹, Kayla Luthfi Anasya²

^{1,2}, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

email: ¹1fr110371@gmail.com, ²kaylaluthfi1605@gmail.com

ABSTRAK

Kata kunci: *Arsitektur heterogen, CPU-GPU, komputasi intensif, komputasi paralel, peningkatan kinerja.*

Perkembangan teknologi komputasi modern menuntut peningkatan kinerja pada aplikasi komputasi intensif, seperti pengolahan data besar, simulasi ilmiah, dan kecerdasan buatan. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan untuk mengatasi keterbatasan kinerja sistem konvensional adalah integrasi arsitektur heterogen CPU-GPU. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana integrasi CPU dan GPU dapat meningkatkan efisiensi serta performa pemrosesan data pada aplikasi komputasi intensif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dan analisis arsitektur sistem berdasarkan beberapa implementasi komputasi paralel modern. Pendekatan heterogen memanfaatkan CPU untuk tugas serial dan pengendalian sistem, sedangkan GPU digunakan untuk pemrosesan paralel dalam jumlah besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi CPU-GPU mampu meningkatkan kecepatan eksekusi, efisiensi penggunaan sumber daya, dan performa sistem dibandingkan penggunaan CPU saja. Selain itu, pendekatan ini juga memberikan skalabilitas yang lebih baik dalam menangani beban kerja tinggi. Penelitian ini menegaskan bahwa arsitektur heterogen menjadi solusi efektif dalam mendukung kebutuhan komputasi intensif di berbagai bidang teknologi modern.

ABSTRACT

Keywords: Heterogeneous architecture, CPU-GPU, intensive computing, parallel computing, performance improvement.

The development of modern computing technology demands improved performance in computationally intensive applications, such as big data processing, scientific simulations, and artificial intelligence. One widely used approach to overcome the performance limitations of conventional systems is the integration of heterogeneous CPU-GPU architectures. This study aims to analyze how the integration of CPUs and GPUs can improve the efficiency and performance of data processing in computationally intensive applications. The method used in this study is a literature review and system architecture analysis based on several modern parallel computing implementations. The heterogeneous approach utilizes the CPU for serial tasks and system control, while the GPU is used for large-scale parallel processing. The results show that CPU-GPU integration can increase execution speed, resource utilization efficiency, and overall system performance compared to using only a CPU. In addition, this approach provides better scalability in handling high workloads. This study confirms that heterogeneous architecture is an effective solution for supporting computationally intensive needs in various fields of modern technology.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komputasi modern telah meningkatkan kebutuhan terhadap sistem dengan kemampuan pemrosesan data yang cepat dan efisien. Berbagai bidang, seperti kecerdasan buatan, simulasi ilmiah, pengolahan citra digital, serta analisis data berskala besar memerlukan kemampuan komputasi intensif yang tidak dapat sepenuhnya ditangani oleh arsitektur komputer konvensional berbasis CPU saja [1]. Seiring meningkatnya kompleksitas aplikasi, diperlukan pendekatan baru yang mampu meningkatkan performa sistem tanpa mengorbankan efisiensi sumber daya.

Salah satu solusi yang berkembang pesat adalah penerapan arsitektur heterogen CPU-GPU. Dalam arsitektur ini, CPU dan GPU bekerja secara bersamaan sesuai karakteristik tugas masing-masing. CPU memiliki kemampuan yang baik dalam menangani proses serial dan pengendalian sistem, sedangkan GPU dirancang untuk memproses operasi paralel dalam jumlah besar secara lebih cepat [2]. Integrasi kedua komponen tersebut memungkinkan distribusi beban kerja yang lebih optimal sehingga performa sistem dapat meningkat secara signifikan.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan GPU pada aplikasi komputasi paralel mampu mempercepat proses eksekusi dibandingkan penggunaan CPU tunggal. Teknologi seperti CUDA dan OpenCL juga telah mendukung implementasi komputasi heterogen pada berbagai platform modern [3]. Namun, masih terdapat tantangan dalam proses integrasi CPU-GPU, seperti manajemen memori, sinkronisasi data, serta pembagian tugas yang efisien antara kedua perangkat keras tersebut. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut mengenai efektivitas integrasi arsitektur heterogen dalam meningkatkan kinerja aplikasi komputasi intensif.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan arsitektur heterogen CPU-GPU dalam meningkatkan performa sistem komputasi intensif [4]. Selain itu, penelitian ini juga membahas keunggulan, mekanisme kerja, serta tantangan yang dihadapi dalam implementasi komputasi heterogen. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai pentingnya integrasi CPU-GPU sebagai solusi untuk memenuhi kebutuhan komputasi modern yang semakin kompleks dan membutuhkan performa tinggi [5].

METODE PENELITIAN

Bagian Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan pendekatan deskriptif analitis untuk menganalisis penerapan arsitektur heterogen CPU-GPU dalam meningkatkan kinerja aplikasi komputasi intensif. Metode ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengkaji berbagai sumber ilmiah, jurnal, artikel, serta referensi terkait teknologi komputasi paralel dan integrasi CPU-GPU secara sistematis. Penelitian difokuskan pada analisis performa, efisiensi, serta mekanisme kerja arsitektur heterogen dalam mendukung proses komputasi modern.

Objek penelitian dalam studi ini adalah sistem komputasi heterogen yang mengintegrasikan Central Processing Unit (CPU) dan Graphics Processing Unit (GPU) pada aplikasi komputasi intensif, seperti pengolahan data besar, simulasi ilmiah, dan kecerdasan buatan. Penelitian juga membahas teknologi pendukung seperti CUDA dan OpenCL yang digunakan dalam implementasi komputasi paralel.

Tahapan dalam studi ini adalah sistem komputasi heterogen yang mengintegrasikan Central Processing Unit (CPU) dan Graphics Processing Unit (GPU) pada aplikasi komputasi intensif, seperti pengolahan data besar, simulasi ilmiah, dan kecerdasan buatan. Penelitian juga membahas teknologi pendukung seperti CUDA dan OpenCL yang digunakan dalam implementasi komputasi paralel.



Gambar 1 Alur Penelitian

Indikator keberhasilan penelitian ditentukan berdasarkan kemampuan arsitektur heterogen dalam meningkatkan performa komputasi dibandingkan sistem konvensional berbasis CPU saja. Parameter yang digunakan meliputi peningkatan kecepatan pemrosesan data, efisiensi penggunaan perangkat keras, serta kemampuan sistem dalam menangani beban kerja komputasi tinggi.

Untuk memperjelas hasil analisis, data penelitian dapat disajikan dalam bentuk tabel perbandingan performa sistem maupun diagram arsitektur CPU-GPU. Seluruh tabel dan gambar disusun secara sistematis serta dirujuk pada pembahasan agar memudahkan pembaca memahami proses penelitian yang dilakukan.

PEMBAHASAN

Penelitian ini membahas penerapan arsitektur heterogen CPU-GPU dalam meningkatkan performa aplikasi komputasi intensif. Berdasarkan hasil studi literatur dan analisis terhadap beberapa implementasi komputasi paralel modern, integrasi CPU dan GPU menunjukkan peningkatan performa yang signifikan dibandingkan penggunaan CPU tunggal [6-9]. CPU berperan dalam pengendalian sistem dan pemrosesan serial, sedangkan GPU menangani proses paralel dalam jumlah besar sehingga pembagian beban kerja menjadi lebih optimal [10].

Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan GPU mampu mempercepat proses eksekusi pada aplikasi komputasi intensif, terutama pada pengolahan data besar, simulasi ilmiah, dan kecerdasan buatan. Selain itu, pemanfaatan GPU juga meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya perangkat keras karena proses komputasi dapat dilakukan secara paralel dalam jumlah besar.

Perbandingan performa sistem berbasis CPU dengan sistem heterogen CPU-GPU ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Performa CPU dengan GPU

No.	Parameter	Sistem CPU	Sistem CPU-GPU
1	Kecepatan Eksekusi	Lebih lambat	Lebih cepat
2	Pemrosesan Paralel	Terbatas	Sangat baik
3	Efisiensi Komputasi	Sedang	Tinggi
4	Penggunaan Sumber Daya	Kurang Optimal	Lebih optimal
5	Skalabilitas Sistem	Terbatas	Lebih fleksibel

Berdasarkan Tabel 1, sistem heterogen CPU-GPU memiliki kemampuan pemrosesan paralel yang lebih baik dibandingkan CPU konvensional. Hal tersebut disebabkan GPU memiliki banyak inti pemrosesan (core) yang dirancang khusus untuk menangani operasi paralel secara simultan. Dengan demikian, waktu pemrosesan data dapat dipersingkat dan performa aplikasi meningkat secara signifikan.

Implementasi komputasi heterogen juga didukung oleh teknologi seperti CUDA dan OpenCL yang memungkinkan pengembang memanfaatkan GPU untuk kebutuhan komputasi umum. Teknologi tersebut memberikan fleksibilitas dalam pengembangan aplikasi berkinerja tinggi pada berbagai platform perangkat keras.

Selain memiliki keunggulan, integrasi CPU-GPU juga menghadapi beberapa tantangan, seperti sinkronisasi data antara CPU dan GPU, manajemen memori, serta kebutuhan perangkat keras dengan spesifikasi tinggi. Proses transfer data antara CPU dan GPU juga dapat mempengaruhi efisiensi sistem apabila tidak diatur dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan strategi optimasi yang tepat agar performa sistem dapat dimaksimalkan.

Dibandingkan penelitian sebelumnya yang hanya berfokus pada peningkatan performa GPU secara terpisah, penelitian ini menekankan pentingnya kolaborasi antara CPU dan GPU dalam membangun sistem komputasi yang lebih efisien. Pendekatan heterogen memberikan keunggulan dalam pembagian tugas sesuai karakteristik perangkat keras sehingga mampu meningkatkan kecepatan pemrosesan dan efisiensi sistem secara keseluruhan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa arsitektur heterogen CPU-GPU merupakan solusi efektif untuk mendukung kebutuhan komputasi modern yang membutuhkan performa tinggi dan pemrosesan data dalam skala besar. Pendekatan ini memiliki potensi besar untuk terus dikembangkan pada bidang kecerdasan buatan, analisis big data, simulasi ilmiah, dan teknologi komputasi masa depan lainnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, integrasi arsitektur heterogen CPU-GPU terbukti mampu meningkatkan performa aplikasi komputasi intensif secara lebih efektif dibandingkan penggunaan CPU tunggal. Kolaborasi antara CPU yang berfungsi menangani proses serial dan GPU yang unggul dalam pemrosesan paralel memungkinkan distribusi beban kerja menjadi lebih optimal. Hal tersebut berdampak pada peningkatan kecepatan eksekusi, efisiensi penggunaan sumber daya, serta kemampuan sistem dalam menangani data dan proses komputasi berskala besar.

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan komputasi heterogen memiliki kontribusi penting dalam mendukung perkembangan teknologi modern, khususnya pada bidang kecerdasan buatan, simulasi ilmiah, dan pengolahan big data. Selain memberikan peningkatan performa, arsitektur CPU-GPU juga menawarkan skalabilitas sistem yang lebih baik untuk memenuhi kebutuhan komputasi masa depan.

Namun, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, terutama karena menggunakan metode studi literatur sehingga hasil penelitian bergantung pada referensi dan penelitian terdahulu yang dianalisis. Selain itu, penelitian belum melakukan pengujian implementasi secara langsung pada perangkat keras tertentu

sehingga hasil performa belum dapat digeneralisasikan pada seluruh jenis sistem komputasi.

Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan implementasi dan pengujian langsung menggunakan platform komputasi heterogen tertentu agar diperoleh hasil yang lebih spesifik dan akurat. Pengembangan penelitian juga dapat difokuskan pada optimasi manajemen memori, efisiensi transfer data CPU-GPU, serta penerapan teknologi komputasi heterogen pada berbagai bidang aplikasi modern lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Computer Engineering A. Munshi, B. Gaster, T. Mattson, dan D. Kaeli, *OpenCL Programming Guide*. Boston: Addison-Wesley, 2020.
- [2]. CUDA NVIDIA Corporation, "CUDA C Programming Guide," NVIDIA Developer Documentation, 2023.
- [3]. Parallel Computing J. Sanders dan E. Kandrot, *CUDA by Example: An Introduction to General-Purpose GPU Programming*. Boston: Addison-Wesley, 2021.
- [4]. Artificial Intelligence A. Fitriansyah, R. Nugraha, dan M. A. Ramdhani, "Implementasi Komputasi Paralel Menggunakan GPU pada Pengolahan Data Berskala Besar," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 10, no. 2, pp. 115-123, 2023.
- [5]. High Performance Computing D. Prasetyo dan Y. Kurniawan, "Analisis Arsitektur Heterogen CPU-GPU untuk Peningkatan Performa Komputasi Intensif," *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 9, no. 1, pp. 45-53, 2022.
- [6]. Computer Architecture S. Hidayat, A. Fauzi, dan N. Rahmawati, "Penerapan GPU Computing pada Simulasi Ilmiah Berbasis CUDA," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, vol. 12, no. 3, pp. 201-209, 2024.
- [7]. Big Data M. R. Saputra dan I. Firmansyah, "Optimasi Kinerja Sistem Komputasi Paralel Menggunakan Integrasi CPU dan GPU," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 8, no. 1, pp. 88-96, 2024.
- [8]. Scientific Computing T. Mattson, B. Sanders, dan B. Massingill, *Patterns for Parallel Programming*. Boston: Addison-Wesley, 2021.
- [9]. Computer Science R. Wijaya dan F. Maulana, "Perbandingan Performa Sistem CPU dan GPU pada Aplikasi Komputasi Intensif," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 11, no. 2, pp. 134-142, 2023.
- [10]. NVIDIA NVIDIA Corporation, "CUDA Toolkit Documentation," 2024.