



**PENGEMBANGAN KOMPUTASI PARALEL DENGAN OPENCL DAN
NVIDIA CUDA PADA JAVA**

LAPORAN TUGAS AKHIR



SEPTIAN PRAMANA ROHADI

41521110012

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**



**PENGEMBANGAN KOMPUTASI PARALEL DENGAN OPENCL DAN
NVIDIA CUDA PADA JAVA**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**SEPTIAN PRAMANA ROHADI
41521110012**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Septian Pramana Rohadi
NIM : 41521110012
Program Studi : Teknik Informatika
Judul Laporan Skripsi : Pengembangan Komputasi Paralel Dengan
OpenCL dan Nvidia CUDA pada Java

Menyatakan bahwa Laporan Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Skripsi saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 19 Juli 2025



Septian Pramana Rohadi

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

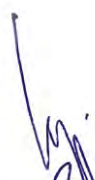
HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Septian Pramana Rohadi
NIM : 41521110012
Program Studi : Teknik Informatika
Judul Laporan Skripsi : Pengembangan Komputasi Paralel Dengan
OpenCL dan Nvidia CUDA pada Java

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Umniy Salamah, ST., MMSI ()
NIDN : 0306098104
Ketua Penguji : Wawan Gunawan, S.Kom., M.T.,
M.Kom. ()
NIDN : 0424108104
Penguji 1 : Harni Kusniyati, S.T., M.Kom ()
NIDN : 0324068101
Penguji 2 : Ida Farida, S.T., M.Kom. ()
NIDN : 0324018301

Jakarta, 19 Juli 2025

Mengetahui,

Dekan

Ketua Program Studi


Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI
NIDN : 0320037002


Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom
NIDN : 0225067701

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa, atas segala rahmat dan ridha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang merupakan salah satu persyaratan kelulusan Program Studi Strata Satu (S1) pada jurusan Teknik Informatika, Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena kesempurnaan sejatinya hanya milik Tuhan yang Maha Esa. Oleh karena itu, saran dan masukan yang membangun senantiasa penulis terima dengan senang hati. Serta berkat dukungan, motivasi, bantuan, bimbingan, dan doa dari banyak pihak, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
3. Bapak Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Mercubuana.
4. Ibu Umniy Salamah, ST., MMSI. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan pengarahan, motivasi, menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran sehingga selama pembuatan tugas akhir ini terjadwal dengan baik.
5. Kedua Orang Tua saya yang selalu mensupport dan mendukung saya selama menjalani masa studi sebagai mahasiswa Universitas Mercubuana..
6. Semua teman kuliah yang selalu berbagi informasi dan memberikan dukungan dalam bentuk yang berbeda-beda.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tuhan yang Maha Esa membalas kebaikan dan selalu mencurahkan rahmat, hidayah, serta panjang umur kepada kita semua, aamiin. Terima Kasih.

Jakarta, 19 Juli 2025

Septian Pramana Rohadi

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Septian Pramana Rohadi
NIM : 41521110012
Program Studi : Teknik Informatika
Judul Laporan Skripsi : Pengembangan Komputasi Paralel Dengan OpenCL dan Nvidia CUDA pada Java

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Laporan Magang/Skripsi/Tesis/Disertasi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 19 Juli 2025

Yang menyatakan,



Septian Pramana Rohadi

ABSTRAK

Nama : Septian Pramana Rohadi
NIM : 41521110012
Program Studi : Teknik Informatika
Pengembangan Komputasi Paralel
Judul Proposal Penelitian : Dengan OpenCL dan Nvidia CUDA
pada Java
Dosen Pembimbing : Umniy Salamah, ST., MMSI

Java sebagai bahasa pemrograman tingkat tinggi untuk keperluan umum memiliki keterbatasan dalam kemampuan komputasi paralel berbasis kartu grafis (GPGPU), terutama karena kurangnya dukungan pustaka yang matang dan fragmentasi implementasi antar *platform*. Kerangka kerja yang dikembangkan dalam penelitian bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan mengintegrasikan dukungan CUDA dan OpenCL menjadi sebuah antarmuka secara terpadu serta memungkinkan penambahan platform lain secara modular. Kerangka kerja ini memanfaatkan kelas Java secara langsung yang dikompilasikan ulang menjadi kode kernel dengan menggunakan transpiler. Struktur data Vector juga dibuat sebagai pengganti atas Array sebagai media penyimpanan data untuk GPGPU. Selain untuk menjalankan kode diatas GPGPU, kerangka kerja ini juga dibuat dengan alat emulasi SIMT untuk tujuan pemeriksaan alur eksekusi dalam proses *debugging*. Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan, komputasi GPGPU melalui kerangka kerja ini terbukti dapat memangkas waktu komputasi hingga 78% dibandingkan pendekatan konvensional dengan *multithreading* CPU pada JVM.

Kata kunci: Komputasi Paralel, Kerangka Kerja, Pustaka Program.

ABSTRACT

Nama : Septian Pramana Rohadi
NIM : 41521110012
Program Studi : Teknik Informatika
Pengembangan Komputasi Paralel
Judul Proposal Penelitian : Dengan OpenCL dan Nvidia CUDA
pada Java
Dosen Pembimbing : Umniy Salamah, ST., MMSI

Java, as a general-purpose programming language has inherent limitation in parallel computation on GPU (GPGPU) due to the lack of mature library support and fragmented platform-specific implementations. This framework was developed to address that gap by unifying CUDA and OpenCL under a single programming interface, while also allowing modular extensibility for future platform support. This framework leverages standard Java classes that are transpiled at runtime into platform-specific GPU kernel code. Additionally, a custom Vector data structure is provided to replace the use of Java Array for GPGPU data storage. Other than GPU execution, this framework includes built-in SIMT emulator that enable CPU-based debugging tools for kernel logic. Benchmark result demonstrated this framework offers a performance improvement of up to 78% in reduced computation time compared to multithreaded CPU execution in the JVM.

Keywords: Parallel Computing, Framework, Program Library.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Teori Pendukung	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Jenis Penelitian.....	18
3.2 Tahapan Penelitian.....	18
BAB IV PEMBAHASAN	21
4.1 Analisis	21
4.2 Desain dan Implementasi	29
4.3 Program Kernel	39
4.4 Pengembangan Platform	41
4.5 Emulasi SIMT	42
4.6 Akses GPGPU.....	46

4.7	Ekstensi	51
4.8	Hasil	51
4.9	Pendekatan JOCL dan JCuda	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		76
5.1	Kesimpulan	76
5.2	Saran	77
DAFTAR PUSTAKA		80
LAMPIRAN		84



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait.....	6
Tabel 4.1 Performa List dan Vector Untuk int16.....	54
Tabel 4.2 Performa List dan Vector Untuk int32.....	55
Tabel 4.3 Performa List dan Vector Untuk int64.....	57
Tabel 4.4 Performa List dan Vector Untuk fp32.....	58
Tabel 4.5 Performa List dan Vector Untuk fp64.....	59
Tabel 4.6 Persentase Performa Untuk int16.....	60
Tabel 4.7 Persentase Performa Untuk int32.....	61
Tabel 4.8 Persentase Performa Untuk int64.....	63
Tabel 4.9 Persentase Performa Untuk fp32.....	64
Tabel 4.10 Persentase Performa Untuk fp64.....	65
Tabel 4.11 Persentase Performa Keseluruhan.....	66
Tabel 4.12 Performa CUDA dan OpenCL.....	67
Tabel 4.13 Perbandingan Performa Metode SIMT dan Loop Konvensional.....	69



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alur Tahapan Penelitian.....	18
Gambar 4.1 SIMT dan Thread Divergence.....	21
Gambar 4.2 Akses Memori	22
Gambar 4.3 Hirarki Komponent GPGPU	22
Gambar 4.4 Konkurensi Dengan Thread dan Queue	26
Gambar 4.5 Alur Transpiler	26
Gambar 4.6 JAR ke Kernel	27
Gambar 4.7 Diagram Aktifitas Proses	27
Gambar 4.8 Rancangan Arsitektur Kerangka Kerja	30
Gambar 4.9 Model Interaksi Memori	31
Gambar 4.10 Antar Muka NativeResources	32
Gambar 4.11 Hirarki Vector	33
Gambar 4.12 Vector.....	34
Gambar 4.13 Antar Muka Masing-masing Komponen.....	36
Gambar 4.14 Abstraksi Transpiler.....	38
Gambar 4.15 Dimensi Lokal dan Global	43
Gambar 4.16 Hasil Transpilasi Java ke CUDA	52
Gambar 4.17 Hasil Transpilasi Java ke OpenCL	52
Gambar 4.18 Kode Otomatisasi Pengujian Vector	53
Gambar 4.19 Hasil Pengujian Vector	54
Gambar 4.20 Proses Debugging dan Evaluasi Variabel Fungsi Kernel	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kartu Asistensi.....	84
Lampiran 2 Tautan SCM Github.....	85
Lampiran 3 Tautan Repositori Publik Maven.....	85
Lampiran 4 Curriculum Vitae	86
Lampiran 5 Surat Pernyataan HAKI.....	87
Lampiran 6 Sertifikat BNSP	89
Lampiran 7 Form Revisi Dosen Penguji.....	90
Lampiran 8 Hasil Cek Turnitin.....	92

