

TESIS

**SIMULASI PERAMBATAN GELOMBANG SUARA
DENGAN METODE STAGGERED GRID FINITE
DIFFERENCE TIME DOMAIN MENGGUNAKAN
ARSITEKTUR CUDA GPU**



ARIEF BUDIMAN

No. Mhs. : 105301460/PS/MTF

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2012**

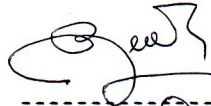


UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

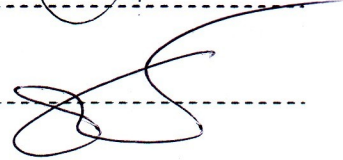
PENGESAHAN TESIS

Nama : ARIEF BUDIMAN
Nomor Mahasiswa : 105301460/PS/MTF
Konsentrasi : Soft Computing
Judul Tesis : Simulasi Perambatan Gelombang Suara Dengan
Metode Staggered Grid Finite Difference Time
Domain Menggunakan Arsitektur CUDA GPU.

Nama Penguji	Tanggal	Tanda Tangan
--------------	---------	--------------

Dr. Pranowo, S.T., M.T.	3-1-2013	
-------------------------	----------	--

Yudi Dwi Andiyanta, S.T., M.T.	3-1-2013	
--------------------------------	----------	---

Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D.	3-1-2013	
--------------------------------	----------	---

Ketua Program Studi



Dra. Ernawati, M.T.

PERNYATAAN TESIS

Yang bertandatangan dibawah ini saya

Nama : Arief Budiman, S.T./ 105301460/PS/MTF

Judul Tesis : **Simulasi Perambatan Gelombang Suara Dengan Metode
Staggered Grid Finite Difference Time Domain Menggunakan
Arsitektur CUDA GPU**

Menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil tulisan saya sendiri. Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis ini tidak terdapat keseluruhan atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya.

Apabila saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja maupun tidak, dengan ini saya menyatakan menarik tesis yang saya ajukan sebagai hasil tulisan saya sendiri ini. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan menyalin atau meniru tulisan orang lain seolah-olah hasil pemikiran saya sendiri, berarti gelar dan ijasah yang telah diberikan oleh universitas batal saya terima.

Yogyakarta, Desember 2012

Arief Budiman, S.T.

INTISARI

Pemanfaatan GPU untuk proses komputasi telah terbukti dapat mempercepat waktu proses, karena kemampuannya tersebut maka GPU banyak digunakan pada kegiatan ilmiah, aplikasi database, geometri, aplikasi pengolahan citra, dan kesemuanya diterapkan untuk mendapatkan performa komputasi yang lebih baik. Oleh karena itu pada penelitian ini peneliti akan menerapkan arsitektur CUDA GPU dengan menggunakan hardware Nvidia GeForce GT430 pada proses komputasi untuk pemodelan dan simulasi perambatan gelombang suara atau akustik dan kemudian menganalisa hasil dari penerapan tersebut. Simulasi perambatan gelombang suara tersebut akan dibangun dengan menggunakan model 2D Finite Difference Time Domain Staggered Grid. Dan tools yang digunakan pada penelitian ini adalah bahasa pemrograman C CUDA dengan Microsoft Visual Studio 2007.

Kata kunci : GPU, CUDA, 2D Finite Difference Time Domain Staggered Grid

ABSTRACT

Utilization of the GPU to process of computing have proven can speed up processing time, because of its ability, the GPU is widely used in scientific activity, database applications, geometry, image processing applications, and they applied to get better computing performance. Therefore, in this study the researchers will implement the CUDA architecture GPUS by using hardware Nvidia GeForce GT430 on Computational process modeling and simulation for propagation of sound waves or acoustic and then analyze the results of the application. Simulation of the propagation of sound waves will be built using a 2D model of the Finite Difference Time Domain Staggered Grid. And the tools used in this research is the C CUDA programming language with Microsoft Visual Studio 2010.

Keywords: GPU, CUDA, 2D Finite Difference Time Domain Staggered Grid

KATA PENGANTAR

Penulis menghaturkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, ridho dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini dengan baik. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknologi pada Program Studi Magister Teknik Informatika, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang ikut terlibat dan mendukung terselesainya Tugas Akhir ini:

1. Allah SWT, yang selalu menguatkan dan mengasihi saya melalui ajaran dan bimbingan-Nya.
2. Bapak Dr. Pranowo, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan kepercayaan, bimbingan, dan masukan yang sangat berarti bagi penulis.
3. Yudi Dwi Andiyanta, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan kepercayaan, bimbingan, dan masukan yang sangat berarti bagi penulis.
4. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kepercayaan dan masukan yang sangat berarti bagi penulis.
5. Seluruh dosen dan para staff Program Studi Magister Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
6. Alm Bapak yang menjadi motivasi dan Ibu tersayang, yang tidak pernah berhenti mendukung harapan dan cita-cita saya, Istri saya Dian Silva

yang selalu mendukung dan menemani saya dalam keadaan apapun. Dan rekan-rekan *Secret Society* yang selalu memotivasi dengan caranya sendiri. Tidak lupa anakku Afika yang selalu menjadi motivasi dalam hidup saya

7. Teman – teman baik ku selama menempuh pendidikan di Program Pascasarjana UAJY Tommy, Ardi, Pak Anang, Dhanik, Arief Eko, Pak Sugeng, Pak Heru dan semuanya yang tidak bisa aku tuliskan satu–satu.

Terima kasih untuk semua bantuan yang telah kalian berikan untukku.

Demikian laporan Tesis ini dibuat dengan sebaik-baiknya oleh penulis. Jika masih ada kekurangan dalam laporan ini, maka kritik dan saran bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, Desember 2012

Arief Budiman, S.T.

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Pernyataan.....	iii
Intisari.....	iv
Abstract.....	v
Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi.....	viii
Daftar Tabel.....	x
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Algoritma.....	xii
 BAB I PENDAHULUAN	
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Rumusan Masalah.....	3
I.3. Batasan Masalah.....	4
I.4. Keaslian Penelitian.....	4
I.5. Manfaat Penelitian.....	4
I.6. Tujuan Penelitian.....	4
I.7. Sistematika Penulisan.....	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1. Penelitian Terdahulu.....	7
II.2. Finite Difference Time Domain.....	13
II.3. Finite Difference Time Domain Staggered Grid.....	16
II.4. Komputasi Paralel.....	18
II.5. Perkembangan Komputasi GPU.....	20
II.6. Compute Unified Device Architecture (CUDA).....	21
II.7. Model Komputasi CUDA.....	25
II.8. Implementasi Parallelisasi pada GPU.....	27
II.9. Finite Difference Time Domain Pada GPU.....	32
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
III.1. Alat Penelitian.....	34
III.2. Langkah-langkah Penelitian.....	35
III.2.1. Identifikasi Permasalahan.....	36
III.2.2. Perumusan Model Matematika.....	37
III.2.3. Perancangan Algoritma Software.....	37
III.2.4. Coding.....	38
III.2.4.1. Code Berbasis CPU.....	38
III.2.4.2. Code Berbasis CUDA.....	41
III.2.5. Pengujian.....	46

III.2.6.	Analisis.....	46
----------	---------------	----

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA HASIL

IV.1.	Pengujian.....	48
IV.2.	Hasil Pengujian.....	48
IV.2.1.	Simulasi.....	49
IV.2.2.	Waktu Komputasi.....	51
IV.2.3.	Analisa Hasil.....	57

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1.	Kesimpulan.....	59
V.2.	Saran.....	59

DAFTAR PUSTAKA		60
-----------------------	-------	----

LAMPIRAN		xiii
-----------------	-------	------

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil Pengujian <i>Code</i> Program Berbasis CPU dan CUDA GPU menggunakan kernel pertama.....	51
Tabel 4.2	Perbandingan Percepatan Pada CUDA GPU menggunakan kernel pertama.....	53
Tabel 4.3	Hasil Pengujian <i>Code</i> Program Berbasis CUDA GPU menggunakan kernel kedua.....	54
Tabel 4.4	Perbandingan Percepatan Pada CUDA GPU menggunakan kernel kedua.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema FDTD Staggered Grid 1 Dimensi.....	14
Gambar 2.2	Skema FDTD Staggered Grid 2 Dimensi.....	14
Gambar 2.3	Skema FDTD Staggered Grid 3 Dimensi	15
Gambar 2.4	Skema FDTD Staggered Grid 2 Dimensi Pada Sumbu xy.....	17
Gambar 2.5	Perbandingan kecepatan GPU dengan CPU	22
Gambar 2.6	Arsitektur CPU dan GPU	22
Gambar 2.7	Perbandingan Memory Bandwith CPU dan GPU.....	23
Gambar 2.8	Arsitektur CUDA GPU	24
Gambar 2.9	Interkoneksi antara <i>Host</i> dengan CUDA GPU.....	24
Gambar 2.10	<i>Thread Blocks</i> dan <i>Grid</i>	26
Gambar 2.11	Penjumlahan 2 Vektor.....	27
Gambar 2.12	Alokasi <i>block threads</i> untuk penjumlahan vektor.....	31
Gambar 3.1	Flowchart Langkah-langkah Penelitian.....	36
Gambar 3.2	Dekomposisi <i>array</i> 2 dimensi.....	38
Gambar 3.3	<i>Block Threads</i> pada CUDA GPU.....	42
Gambar 3.4	Alokasi kernel pada <i>block threads</i>	44
Gambar 4.1	Inisialisasi <i>source</i> simulasi perambatan gelombang suara.....	49
Gambar 4.2	Simulasi perambatan gelombang suara pada iterasi ke 2000.....	50
Gambar 4.3	Simulasi perambatan gelombang suara pada iterasi ke 10000.....	50
Gambar 4.4	Grafik perbandingan waktu komputasi CPU dan CUDA menggunakan kernel pertama.....	52
Gambar 4.5	Grafik perbandingan percepatan CUDA <i>Global Memory</i> , <i>Texture Memory</i> , dan <i>Graphics Interopability</i> menggunakan kernel Pertama.....	53
Gambar 4.6	Grafik perbandingan waktu komputasi CPU dan CUDA menggunakan kernel kedua.....	55
Gambar 4.7	Grafik perbandingan percepatan CUDA <i>Global Memory</i> , <i>Texture Memory</i> , dan <i>Graphics Interopability</i> menggunakan kernel kedua.....	56

DAFTAR ALGORITMA

Algoritma 2.1	<i>Code</i> penjumlahan 2 vektor dengan menggunakan CPU.....	28
Algoritma 2.2	<i>Main()</i> <i>code</i> penjumlahan 2 vektor dengan menggunakan GPU.	29
Algoritma 2.3	<i>Main()</i> <i>code</i> penjumlahan 2 vektor dengan menggunakan GPU (lanjutan algoritma 2.3).....	30
Algoritma 2.4	Kernel utama pada aplikasi penjumlahan 2 vektor.....	31
Algoritma 3.1	Kernel berbasis CPU.....	39
Algoritma 3.2	Alokasi <i>array</i> pada memori <i>host</i>	39
Algoritma 3.3	Inisialisasi <i>source</i> suara.....	40
Algoritma 3.4	Inisialisasi <i>boundary</i> medan ruang simulasi.....	40
Algoritma 3.5	Pengosongan pada memori <i>host</i>	41
Algoritma 3.6	Inisialisasi <i>block threads</i>	41
Algoritma 3.7	Kernel Model Pertama.....	43
Algoritma 3.8	Kernel Model Kedua.....	43
Algoritma 3.9	Kernel Model Kedua (lanjutan algoritma 3.8).....	43
Algoritma 3.10	Alokasi <i>threads</i> pada masing-masing <i>block</i> pada kernel pertama.....	45
Algoritma 3.11	Alokasi <i>threads</i> pada masing-masing <i>block</i> pada kernel kedua...	45
Algoritma 3.12	Alokasi pada memori GPU.....	45
Algoritma 3.13	<i>Copy</i> nilai input <i>p</i> , <i>u</i> , dan <i>v</i> pada GPU.....	46
Algoritma 3.14	Pengosongan memori pada GPU.....	46