

**KOMPUTASI PARALEL BERBASIS GPU CUDA
UNTUK PENGEMBANGAN *IMAGE INPAINTING*
DENGAN METODE *PERONA-MALIK***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai
Derajat Sarjana Teknik Informatika



Disusun Oleh :

I Gede Putu Agus Wiranata Panca

11 07 06625

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2015**

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL

KOMPUTASI PARALEL BERBASIS GPU CUDA UNTUK PENGEMBANGAN IMAGE INPAINTING DENGAN METODE PERONA-MALIK

Disusun Oleh :

I Gede Putu Agus Wiranata Panca / 11 07 06625

Dinyatakan telah memenuhi syarat

Pada tanggal Juni 2015

Pembimbing I:



Dr. Pranowo, S.T., M.T.

Pembimbing II:



Ir. Djoko Budiyanto, Ph.D.

Tim Penguji

Penguji I:



Dr. Pranowo, S.T., M.T.

Penguji II:



Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D.

Penguji III:



Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T.

Yogyakarta, Juni 2015

Fakultas Teknologi Industri
Program Studi Teknik Informatika

Dekan,


FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI

Dr. A. Teguh Siswanto

INTISARI

Image Inpainting adalah sebuah proses memperbaiki atau mengisi bagian yang hilang pada citra digital berdasarkan informasi yang dikumpulkan dari daerah sekitarnya. Dalam penelitian ini diteliti bagaimana melakukan *retouching* citra dengan mengimplemantasikan algoritma *Perona-Malik* yang dikombinasikan dengan algoritma *Heat* untuk melakukan *Inpainting* pada citra digital menggunakan komputasi paralel dengan memanfaatkan GPU melalui sebuah *platform* yang dinamakan CUDA. Hasilnya adalah *Image Inpainting* yang dikembangkan dapat mempercepat proses komputasi hingga 56 kali lipat lebih cepat dari proses sebelumnya yang dilakukan dengan CPU.

Kata Kunci : Komputasi Paralel, CUDA, Citra, Inpainting, Perona-Malik.

ABSTRACT

Image Inpainting is a process of fixing or filling in missing the digital image based on information collected from the surrounding area. In this study investigated how do retouching the image apply with Perona-Malik algorithms combined with Heat algorithms to perform Inpainting on digital images using parallel computing by utilizing the GPU via a platform called CUDA. The result is that developed Inpainting Image can accelerate the computing process up to 56 times faster than previous processes performed by the CPU.

Keywords : *Parallel Computing, CUDA, Image, Inpainting, Perona-Malik.*

HALAMAN PERSEMBAHAN



Wiranata Panca
dan seluruh keluarga

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa / Tuhan Yang Maha Esa karena penulis berhasil menyelesaikan pembuatan tugas akhir dengan baik.

Dalam melaksanakan tugas akhir, penulis mendapatkan banyak bantuan dari pihak-pihak yang mendukung penulis baik secara langsung ataupun tidak langsung. Untuk itu, dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis, secara khusus kepada:

1. Ida Sang Hyang Widhi Wasa / Tuhan Yang Maha Esa atas bimbingan dan tuntunan-Nya dalam mengarahkan penulis kearah yang benar, sehingga tugas akhir ini berhasil selesai dengan baik dan lancar.
2. Bapak Dr. Pranowo, S.T, M.T., selaku dosen pembimbing satu yang telah membimbing penulis selama melaksanakan tugas akhir.
3. Bapak Ir. Djoko Budiyanto, Ph.D., selaku dosen pembimbing dua yang telah membimbing penulis selama melaksanakan tugas akhir.
4. Segenap dosen Teknik Informatika UAJY yang telah memberikan pengetahuannya kepada penulis sehingga penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
5. Orang tua dan keluarga penulis, yang telah mendukung penulis dalam menjalankan tugas akhir.

6. Semua teman penulis yang selalu mendukung penulis saat melaksanakan tugas akhir maupun mendukung pada saat ujian pendadaran.
7. Keluarga The Gengs(semut merah) : Giri, Wira Mamuju, Indra, Bangkit, Arik, Wulan, Rara yang selalu setia memberi support kepada penulis dalam suka maupun duka.
8. Seluruh teman TF 2011 yang selalu ada dan mensupport penulis : irvan, eud, cio, ulina, novry, novi, talita, komang, finsa, dika, pritha, desi, neneng, fersa, indah, putri, yenny, pras, itin, fonda, fani, sisil, esti, tio, adit, dkk.
9. Semua orang lain yang penulis tidak dapat sebutkan satu per satu, yang telah mendukung penulis selama ini hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun.

Akhir kata, penulis berharap agar tugas akhir ini dapat berguna bagi kita semua.

Yogyakarta, Juni 2015

Penulis,

I Gede Putu Agus Wiranata Panca

DATAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
INTISARI	iii
ABSTRACT	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DATAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR PERSAMAAN	xvi
DAFTAR KODE	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	4
I.3. Batasan Masalah	4
I.4. Tujuan Penelitian	4
I.5. Sistematika Penulisan	5
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA & LANDASAN TEORI	7
II.1. Tinjauan Pustaka	7
II.2. Landasan Teori	9

II.2.1. Citra Digital	9
II.2.2. Pengolahan Citra	10
II.2.3. OpenCV	11
II.2.4. Image Inpainting dengan Metode Perona-Malik	13
II.2.4.1. Image Inpainting	13
II.2.4.2. Metode Perona-Malik	15
II.2.5. Komputasi Paralel	19
II.2.6. Nvidia CUDA	20
II.2.7. Penilaian Kualitas Citra	23
II.2.7.1. Mean Squared Error	23
II.2.7.2. Peak Signal to Noise Ratio	24
II.2.7.3. Structural Similarity Index Metric	25
BAB III	27
METODOLOGI PENELITIAN	27
III.1. Bahan Penelitian	27
III.2. Alat Penelitian	31
III.3. Langkah-langkah Penelitian	33
III.3.1. Studi Pustaka	34
III.3.2. Perancangan Algoritma	34
III.3.2.1. Serial Perona-Malik Inpainting	34
III.3.2.2. Paralel Perona-Malik Inpainting	36
III.3.3. Pengkodean	38
III.3.3.2. Implementasi Algoritma Perona-Malik ..	43

III.3.3.2.1. Implementasi Algoritma Perona-Malik CPU	46
III.3.3.2.2. Implementasi Algoritma Perona-Malik GPU	52
III.3.3.3. Implementasi Algoritma Validasi Image	59
III.3.3.3.1. Implementasi Algoritma Validasi MSE	61
III.3.3.3.2. Implementasi Algoritma Validasi PSNR	62
III.3.3.3.3. Implementasi Algoritma Validasi SSIM	63
III.3.4. Pengujian	65
III.3.5. Analisis	65
BAB IV.....	66
ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	66
IV.1. Rancangan Antarmuka	66
IV.2. Implementasi Antarmuka	67
IV.3. Pengujian	71
IV.3.1. Hasil Pengujian	72
IV.3.2. Analisis Hasil Pengujian	92
BAB V.....	103
KESIMPULAN DAN SARAN.....	103
V.1. Kesimpulan	103
V.2. Saran	103
DAFTAR PUSTAKA.....	104
LAMPIRAN.....	108

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Contoh manual <i>inpainting</i> oleh ahli seni ..	1
Gambar 2.1.	struktur daerah <i>isophote</i>	16
Gambar 2.2.	Perbandingan Performa CPU dan GPU	20
Gambar 2.3.	Struktur Unit Pemroses pada CUDA	22
Gambar 2.4.	Struktur Memori pada CUDA	22
Gambar 3.1.	fruits.bmp	27
Gambar 3.2.	fruit.bmp	28
Gambar 3.3.	tarja.bmp	28
Gambar 3.4.	bromo.bmp	29
Gambar 3.5.	lena.bmp	29
Gambar 3.6.	portrait.bmp	30
Gambar 3.7.	malioboro.bmp	30
Gambar 3.8.	beach.bmp	31
Gambar 3.9.	<i>flowchart</i> langkah-langkah penelitian	33
Gambar 4.1.	Rancangan Antarmuka PMI	66
Gambar 4.2.	Implementasi Antarmuka 1	68
Gambar 4.3.	Implementasi Antarmuka 2	69
Gambar 4.4.	Implementasi Antarmuka 3	70
Gambar 4.5.	Implementasi Antarmuka 4	71
Gambar 4.6.	Citra Asli - Portrait.bmp	72
Gambar 4.7.	Citra dengan coretan - Portrait_rusak.bmp	73
Gambar 4.8.	Mask1	73

Gambar 4.9. Mask2	73
Gambar 4.10. Mask3	73
Gambar 4.11. Grafik Rata-rata Waktu(ms) Komputasi dari setiap masking pada semua metode Relatif Terhadap Jumlah Iterasi	79
Gambar 4.12. Grafik Rata-rata MSE dari setiap metode pada semua masking Relatif Terhadap Jumlah Iterasi .	80
Gambar 4.13. Grafik Rata-rata PSNR dari setiap metode pada semua masking Relatif Terhadap Jumlah Iterasi .	80
Gambar 4.14. Grafik Rata-rata SSIM dari setiap metode pada semua masking Relatif Terhadap Jumlah Iterasi .	81
Gambar 4.15. Citra Asli - Tarja.bmp	82
Gambar 4.16. Citra dengan coretan - Tarja_rusak.bmp .	82
Gambar 4.17. Mask1	83
Gambar 4.18. Mask2	83
Gambar 4.19. Mask3	83
Gambar 4.20. Grafik Rata-rata Waktu(ms) Komputasi dari setiap masking pada semua metode Relatif Terhadap Jumlah Iterasi	89
Gambar 4.21. Grafik Rata-rata MSE dari setiap metode pada semua masking Relatif Terhadap Jumlah Iterasi .	90
Gambar 4.22. Grafik Rata-rata PSNR dari setiap metode pada semua masking Relatif Terhadap Jumlah Iterasi .	90
Gambar 4.23. Grafik Rata-rata SSIM dari setiap metode pada semua masking Relatif Terhadap Jumlah Iterasi .	91

Gambar 4.24. Grafik Perbandingan kecepatan pada citra berwarna 1.....	96
Gambar 4.25. Grafik Perbandingan kecepatan pada citra berwarna 2.....	97
Gambar 4.26. Grafik Perbandingan kecepatan pada citra berwarna 3.....	98
Gambar 4.27. Grafik Perbandingan kecepatan pada citra grayscale 1.....	99
Gambar 4.28. Grafik Perbandingan kecepatan pada citra grayscale 2.....	100
Gambar 4.29. Grafik Perbandingan kecepatan pada citra grayscale 3.....	101

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Modul dan fungsi openCV.....	12
Tabel 2.2. contoh perbandingan uji MSE.....	24
Tabel 2.3. contoh perbandingan uji PSNR.....	25
Tabel 2.4. contoh perbandingan uji SSIM.....	26
Tabel 4.1. Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask1</i> , Iterasi = 300.	73
Tabel 4.2. Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask1</i> , Iterasi = 600.	74
Tabel 4.3. Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask1</i> , Iterasi = 1500	74
Tabel 4.4. Hasil Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask1</i>	75
Tabel 4.5. Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask2</i> , Iterasi = 300.	75
Tabel 4.6. Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask2</i> , Iterasi = 600.	76
Tabel 4.7. Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask2</i> , Iterasi = 1500	76
Tabel 4.8. Hasil Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask2</i>	77
Tabel 4.9. Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask3</i> , Iterasi = 300.	77
Tabel 4.10. Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask3</i> , Iterasi = 600	78
Tabel 4.11. Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask3</i> , Iterasi = 1500	78
Tabel 4.12. Hasil Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask3</i>	79
Tabel 4.13. Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask1</i> , Iterasi = 300	83
Tabel 4.14. Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask1</i> , Iterasi = 600	84
Tabel 4.15. Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask1</i> , Iterasi = 1500	84
Tabel 4.16. Hasil Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask1</i>	85
Tabel 4.17. Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask2</i> , Iterasi = 300	85
Tabel 4.18. Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask2</i> , Iterasi = 600	86

Tabel 4.19. Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask2</i> , Iterasi = 150086	
Tabel 4.20. Hasil Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask2</i>	87
Tabel 4.21. Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask3</i> , Iterasi = 300	87
Tabel 4.22. Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask3</i> , Iterasi = 600	88
Tabel 4.23. Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask3</i> , Iterasi = 150088	
Tabel 4.24. Hasil Pengujian <i>Masking</i> = <i>Mask3</i>	89
Tabel 4.25. Perbandingan kecepatan pada citra berwarna 1.....	96
Tabel 4.26. Perbandingan kecepatan pada citra berwarna 2.....	97
Tabel 4.27. Perbandingan kecepatan pada citra berwarna 3.....	98
Tabel 4.28. Perbandingan kecepatan pada citra grayscale 1.....	99
Tabel 4.29. Perbandingan kecepatan pada citra grayscale 2.....	100
Tabel 4.30. Perbandingan kecepatan pada citra grayscale 3.....	101

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1. Persamaan Inpainting.....	14
Persamaan 2.2. Inpainting dengan Laplacian.....	14
Persamaan 2.3. Diffusi Anisotropik.....	15
Persamaan 2.4. Diskretisasi Operator Laplacian.....	15
Persamaan 2.5. Delta daerah Isophote.....	16
Persamaan 2.6. Perona-Malik Equation.....	17
Persamaan 2.7. Koefisien Perona-Malik 1.....	18
Persamaan 2.8. Koefisien Perona-Malik 2.....	18
Persamaan 2.9. Inpainting dengan Perona-Malik.....	18
Persamaan 2.10. MSE.....	23
Persamaan 2.11. PSNR.....	24
Persamaan 2.12. SSIM.....	25
Persamaan 2.13. Penjabaran SSIM.....	26

DAFTAR KODE

Kode 3.1. Library	39
Kode 3.2. Deklarasi Variable	40
Kode 3.3. Prosedur dan Fungsi	41
Kode 3.4. load and display image	42
Kode 3.5. inisialisasi	43
Kode 3.6. Normalisasi	44
Kode 3.7. Konversi image ke array 1D	45
Kode 3.8. Prosedur inpainting	46
Kode 3.9. Prosedur PeronaMalikCPU	47
Kode 3.10. Prosedur Proses PeronaMalikCPU	50
Kode 3.11. Prosedur PeronaMalikGPU	53
Kode 3.12. Prosedur Proses PeronaMalikGPU	57
Kode 3.13. Konversi Array ke Image	60
Kode 3.14. Validasi MSE	61
Kode 3.15. Validasi PSNR	63
Kode 3.16. Validasi SSIM	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. SKPL
Lampiran 2. DPPL
Lampiran 3. Data Lengkap Hasil Uji

