

**SEGMENTASI CITRA PADA VIDEO DENGAN METODE LEVEL
SET BERBASIS PEMROGRAMAN PARALEL GPU CUDA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana Teknik Informatika**



Disusun Oleh :

Norman Lewis Siboro

12 07 07112

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

2016

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

SEGMENTASI CITRA PADA VIDEO DENGAN METODE *LEVEL* SET BERBASIS PEMROGRAMAN PARALEL GPU CUDA

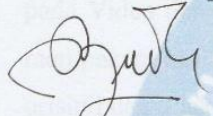
Disusun Oleh :

Norman Lewis Siboro

12 07 07112

Dinyatakan telah memenuhi syarat
pada tanggal : Juli 2016

Pembimbing I,

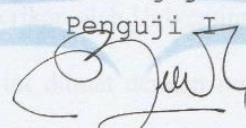

Dr. Pranowo, S.T., M.T.

Pembimbing II,

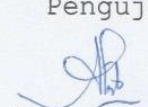

Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T.

Tim Penguji :

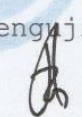
Penguji I


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

Penguji II


B. Yudi Dwiandiyanta, S.T., M.T.

Penguji III


Th. Adi Purnomo Sidhi, S.T., M.T.

Yogyakarta, Juli 2016

Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Fakultas Teknologi Industri

Dekan :



Dr. A. Teguh Siswantoro

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Norman Lewis Siboro

NPM : 12 07 07112

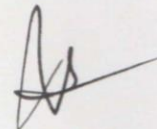
Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Segmentasi Citra pada Video dengan Metode *Level Set* Berbasis Pemrograman Paralel GPU CUDA” merupakan hasil penelitian saya pada tahun akademik 2015/2016 yang bersifat orisinil dan tidak mengandung plagiasi dari karya manapun.

Bila dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku termasuk dicabut gelar sarjana yang diberikan oleh Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenarnya.

Yogyakarta 14 Juli 2016

Yang Menyatakan



Norman Lewis Siboro

INTISARI

Segmentasi Citra merupakan suatu proses pengolahan citra yang penting dan sering digunakan untuk menganalisis citra. Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah metode *Level Set*. Zhang et al menyatakan bahwa fungsi *level set* dapat mendeteksi citra dengan intensitas inhomogen.

Video digital pada dasarnya tersusun atas serangkaian *frame* yang ditampilkan dengan kecepatan tertentu (*frame/detik*) sehingga segmentasi citra pada *frame* video juga dapat dilakukan mengingat bahwa *frame* dalam video juga merupakan citra itu sendiri. Segmentasi citra menggunakan metode *level set* membutuhkan waktu yang lama apalagi digunakan untuk sekumpulan citra. Untuk mengatasi kebutuhan waktu yang lama maka diusulkan komputasi paralel berbasis GPU CUDA. CUDA merupakan model pemrograman yang dapat meningkatkan kinerja komputasi dengan memanfaatkan GPU.

Pada penelitian ini, proses segmentasi citra pada video menggunakan GPU NVIDIA GTX 660 dapat mempercepat proses hingga 17x lebih cepat dibandingkan dengan CPU.

Kata Kunci: Segmentasi, *Level Set*, GPU, CUDA, komputasi paralel

ABSTRACT

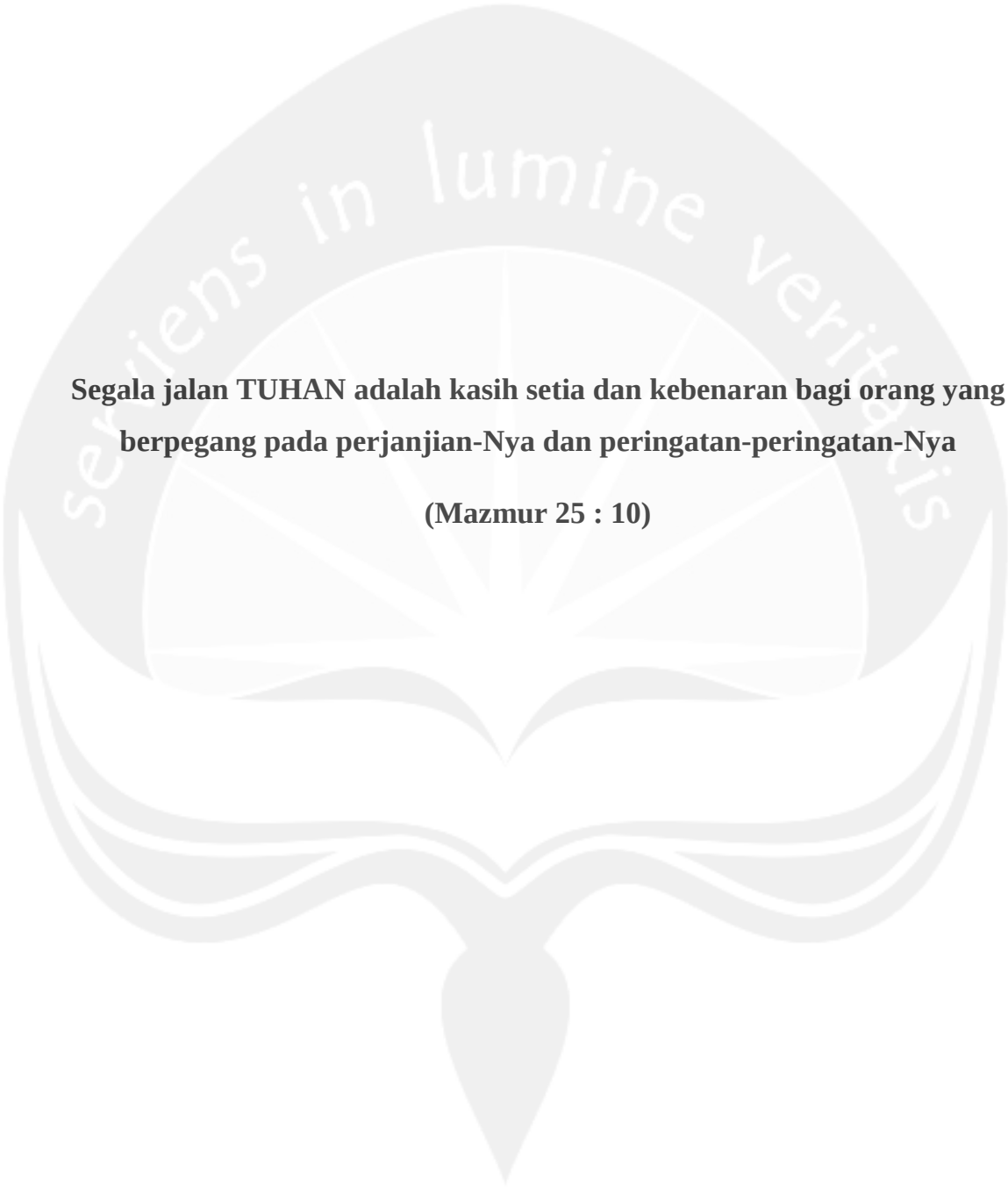
Image Segmentation is an important thing in Image Processing and it often uses to analyze image. Method used for this research is Level Set. Zhang et al stated that level set function can detect the image with intensity inhomogen.

Digital video is actually arranged of a series of images which is shown with certain speed (frame/second), so image segmentation in video's frame can also be applied because video's frame is also image. Image segmetation using level set method needs a long time to process even less it uses to segment a series of images. In order to address the need for a long time, it is proposed to use GPU CUDA-based parallel computing. CUDA is a programming model that can improve performance by utilizing GPU computing.

In this research, image segmentation in video using GPU NVIDIA GTX 660 can accelerate the process of computing 17 times faster than using the CPU.

Keywords: Segmentation, Level Set, GPU, CUDA, a parallel computing

HALAMAN PERSEMBAHAN



**Segala jalan TUHAN adalah kasih setia dan kebenaran bagi orang yang
berpegang pada perjanjian-Nya dan peringatan-peringatan-Nya
(Mazmur 25 : 10)**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala penyertaannya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Informatika di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

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. Tuhan Yang Maha Esa atas bimbingan dan tuntunan-Nya dalam mengarahkan penulis ke arah yang benar, sehingga tugas akhir ini berhasil selesai dengan baik dan benar.
2. Bapak, Hasudungan Siboro, dan Mama, Arta Deli Anna Aritonang, yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungan untuk menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Pranowo, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing satu yang telah membimbing penulis melaksanakan tugas akhir.
4. Bapak Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T., selaku dosen pembimbing dua yang telah membimbing penulis selama melaksanakan tugas akhir.
5. Segenap dosen Teknik Informatika UAJY yang telah memberikan pengetahuannya kepada penulis sehingga penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
6. Semua teman penulis yang selalu mendukung penulis saat melaksanakan tugas akhir.
7. Untuk semua pribadi yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan dan semangat selama penelitian berlangsung.

Penulis sadar bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik pembaca. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, Juli 2016

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
INTISARI	iv
ABSTRACT	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR KODE	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	3
I.3. Batasan Masalah.....	3
I.4. Tujuan Penelitian.....	3
I.5. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
BAB III LANDASAN TEORI.....	8
III.1. Citra Digital	8
III.2. Video Digital.....	8

III.3.	Segmentasi Citra	9
III.4.	Metode Level Set	9
III.5.	Segmentasi Citra Menggunakan Metode Level Set.....	10
III.6.	Algoritma Level Set.....	12
III.6.1.	Upwinding.....	12
III.6.2.	Curvature	14
III.6.3.	Stabilitas	15
III.7.	Komputasi Paralel	15
III.8.	NVIDIA CUDA	16
BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN	20
IV.1.	Bahan Penelitian.....	20
IV.2.	Alat Penelitian	21
IV.3.	Langkah-langkah Penelitian	23
IV.3.1.	Studi Pustaka.....	23
IV.3.2.	Perancangan Algoritma.....	24
IV.3.3.	Pengkodean	26
IV.3.3.1.	Implementasi Algoritma Secara Umum	27
IV.3.3.2.	Implementasi Algoritma Level Set.....	33
IV.3.3.2.1.	Implementasi Algoritma <i>Level Set</i> CPU	40
IV.3.3.2.2.	Implementasi Algoritma <i>Level Set</i> GPU.....	66
IV.3.4.	Pengujian.....	97
IV.3.5.	Analisis	98
BAB V	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	99

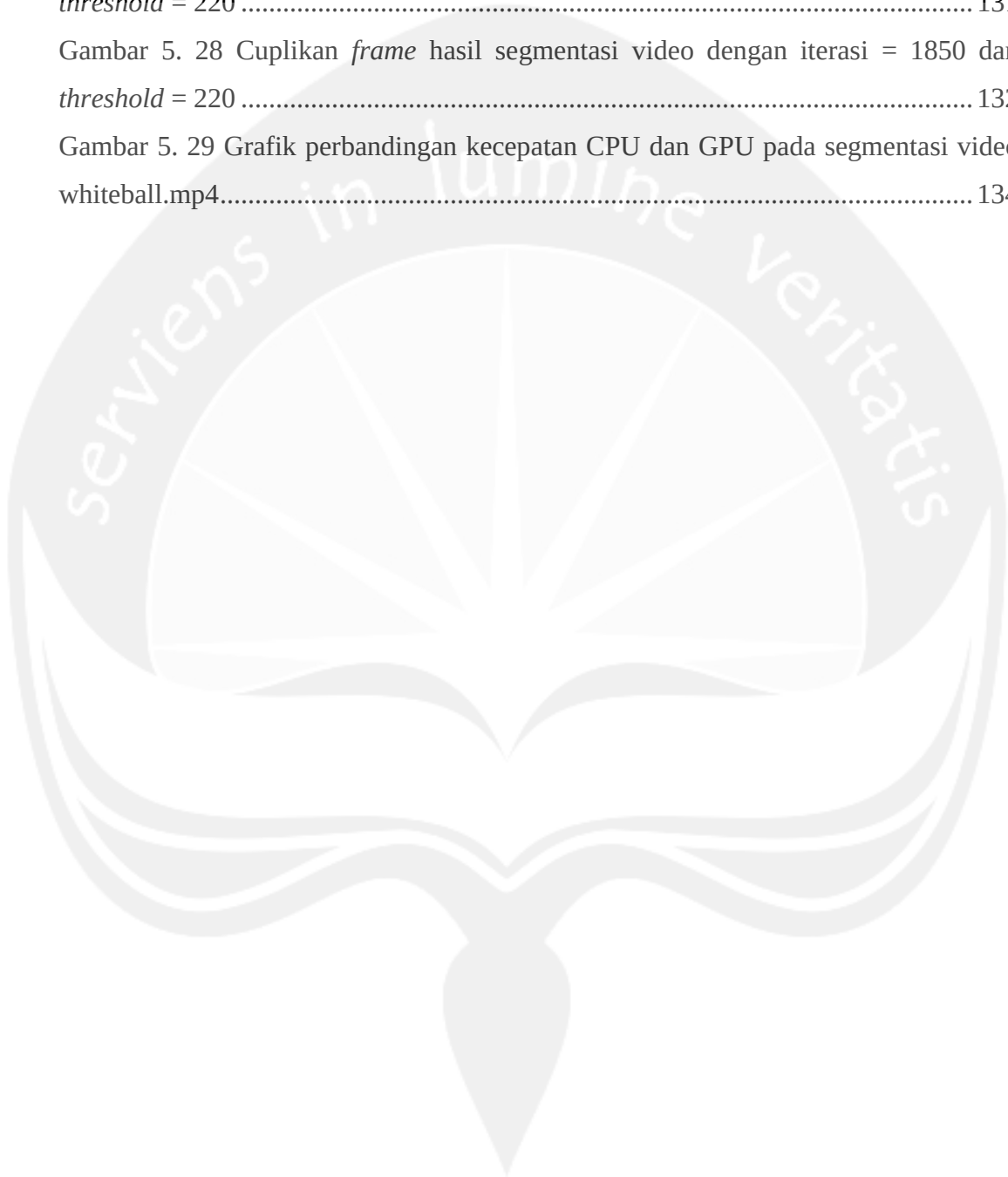
V.1. Rancangan Antarmuka	99
V.2. Implementasi Antarmuka	100
V.3. Pengujian	103
V.3.1. Hasil Pengujian dan Analisis	104
V.3.1.1. Hasil Pengujian dan Analisis Video dengan Resolusi 360p	104
V.3.1.1.1. Analisis Hasil dan Analisis Perbandingan Waktu CPU dan GPU video <i>amoeba</i> .mp4 dengan nilai <i>threshold</i> 130	106
V.3.1.1.2. Analisis Hasil dan Analisis Perbandingan Waktu CPU dan GPU video <i>amoeba</i> .mp4 dengan nilai <i>threshold</i> 158	110
V.3.1.1.3. Analisis Hasil dan Analisis Perbandingan Waktu CPU dan GPU video <i>amoeba</i> .mp4 dengan nilai <i>threshold</i> 186	114
V.3.1.2. Hasil Pengujian dan Analisis Video dengan Resolusi 420p	118
V.3.1.2.1. Analisis Hasil dan Analisis Perbandingan Waktu CPU dan GPU video <i>whiteball</i> .mp4 dengan nilai <i>threshold</i> 145	121
V.3.1.2.2. Analisis Hasil dan Analisis Perbandingan Waktu CPU dan GPU video <i>whiteball</i> .mp4 dengan nilai <i>threshold</i> 185	125
V.3.1.2.3. Analisis Hasil dan Analisis Perbandingan Waktu CPU dan GPU video <i>whiteball</i> .mp4 dengan nilai <i>threshold</i> 220	129
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	135
VI.1. Kesimpulan.....	135
VI.2. Saran.....	135
DAFTAR PUSTAKA.....	137
LAMPIRAN.....	139

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Speed term (Mostofi & College, 2009).....	11
Gambar 3. 2 Perbandingan Performa CPU dan GPU (Panca, 2015)	16
Gambar 3. 3 Struktur Unit Pemroses pada CUDA (Panca, 2015)	17
Gambar 3. 4 Struktur Memori pada CUDA (Panca, 2015).....	19
Gambar 4. 1 Cuplikan <i>frame</i> dari video amoeba.mp4	20
Gambar 4. 2 Cuplikan <i>frame</i> dari video whiteball.mp4.....	21
Gambar 4. 3 flowchart langkah-langkah penelitian	23
Gambar 4. 4 Indexing	44
Gambar 5. 1 Rancangan Antarmuka Program	99
Gambar 5. 2 Implementasi Antarmuka 1	101
Gambar 5. 3 Implementasi Antarmuka 2	102
Gambar 5. 4 Implementasi Antarmuka 3	102
Gambar 5. 5 Implementasi Antarmuka 4	103
Gambar 5. 6 Cuplikan <i>frame</i> dari video amoeba.mp4	104
Gambar 5. 7 Inisialisasi phi untuk video amoeba.mp4	105
Gambar 5. 8 Cuplikan <i>frame</i> hasil segmentasi video dengan iterasi = 300 dan <i>threshold</i> = 130	107
Gambar 5. 9 Cuplikan <i>frame</i> hasil segmentasi video dengan iterasi = 450 dan <i>threshold</i> = 130	108
Gambar 5. 10 Cuplikan <i>frame</i> hasil segmentasi video dengan iterasi = 600 dan <i>threshold</i> = 130	109
Gambar 5. 11 Cuplikan <i>frame</i> hasil segmentasi video dengan iterasi = 300 dan <i>threshold</i> = 158	111

Gambar 5. 12 Cuplikan <i>frame</i> hasil segmentasi video dengan iterasi = 450 dan <i>threshold</i> = 158	112
Gambar 5. 13 Cuplikan <i>frame</i> hasil segmentasi video dengan iterasi = 600 dan <i>threshold</i> = 158	113
Gambar 5. 14 Cuplikan <i>frame</i> hasil segmentasi video dengan iterasi = 300 dan <i>threshold</i> = 186	114
Gambar 5. 15 Cuplikan <i>frame</i> hasil segmentasi video dengan iterasi = 450 dan <i>threshold</i> = 186	115
Gambar 5. 16 Cuplikan <i>frame</i> hasil segmentasi video dengan iterasi = 600 dan <i>threshold</i> = 186	116
Gambar 5. 17 Grafik perbandingan kecepatan CPU dan GPU pada segmentasi video amoeba.mp4	118
Gambar 5. 18 Cuplikan <i>frame</i> dari video whiteball.mp4.....	119
Gambar 5. 19 . Inisialisasi <i>phi</i> untuk video whiteball.mp4.....	120
Gambar 5. 20 Cuplikan <i>frame</i> hasil segmentasi video dengan iterasi = 700 dan <i>threshold</i> = 145	121
Gambar 5. 21 Cuplikan <i>frame</i> hasil segmentasi video dengan iterasi = 1300 dan <i>threshold</i> = 145	123
Gambar 5. 22 Cuplikan <i>frame</i> hasil segmentasi video dengan iterasi = 1850 dan <i>threshold</i> = 145	124
Gambar 5. 23 Cuplikan <i>frame</i> hasil segmentasi video dengan iterasi = 700 dan <i>threshold</i> = 185	126
Gambar 5. 24 Cuplikan <i>frame</i> hasil segmentasi video dengan iterasi = 1300 dan <i>threshold</i> = 185	127
Gambar 5. 25 Cuplikan <i>frame</i> hasil segmentasi video dengan iterasi = 1850 dan <i>threshold</i> = 185	128
Gambar 5. 26 Cuplikan <i>frame</i> hasil segmentasi video dengan iterasi = 700 dan <i>threshold</i> = 220	130

Gambar 5. 27 Cuplikan <i>frame</i> hasil segmentasi video dengan iterasi = 1300 dan <i>threshold</i> = 220	131
Gambar 5. 28 Cuplikan <i>frame</i> hasil segmentasi video dengan iterasi = 1850 dan <i>threshold</i> = 220	132
Gambar 5. 29 Grafik perbandingan kecepatan CPU dan GPU pada segmentasi video whiteball.mp4.....	134



DAFTAR TABEL

Tabel 5. 1 Pengujian segmentasi video amoeba.mp4 dengan nilai <i>threshold</i> 130 pada video amoeba.mp4 dengan resolusi video 360p	109
Tabel 5. 2 Pengujian segmentasi video amoeba.mp4 dengan nilai <i>threshold</i> 158 pada video amoeba.mp4 dengan resolusi video 360p	113
Tabel 5. 3 Pengujian segmentasi video amoeba.mp4 dengan nilai <i>threshold</i> 186 pada video amoeba.mp4 dengan resolusi video 360p	117
Tabel 5. 4 Pengujian segmentasi video whiteball.mp4 dengan nilai <i>threshold</i> 145 pada video whiteball.mp4 dengan resolusi video 420p	124
Tabel 5. 5 Pengujian segmentasi video whiteball.mp4 dengan nilai <i>threshold</i> 185 pada video whiteball.mp4 dengan resolusi video 420p	129
Tabel 5. 6 Pengujian segmentasi video whiteball.mp4 dengan nilai <i>threshold</i> 220 pada video whiteball.mp4 dengan resolusi video 420p	133

DAFTAR KODE

Kode 4. 1 library	27
Kode 4. 2 Deklarasi variabel global.....	28
Kode 4. 3 Deklarasi prosedur dan fungsi.....	30
Kode 4. 4 Prosedur membaca <i>file</i> video	31
Kode 4. 5 Prosedur menulis video baru	33
Kode 4. 6 Prosedur inisialisasi nilai <i>phi</i>	35
Kode 4. 7 Prosedur Inisialisasi nilai <i>D</i>	37
Kode 4. 8 Prosedur Pengambilan citra asli sesuai nilai akhir <i>phi</i>	39
Kode 4. 9 Prosedur utama proses segmentasi video	40
Kode 4. 10 Prosedur utama segmentasi video CPU.....	41
Kode 4. 11 Prosedur segmentasi video pada CPU	42
Kode 4. 12 Menghitung nilai D_x (CPU)	45
Kode 4. 13 Menghitung nilai D_x^+ (CPU).....	46
Kode 4. 14 Menghitung nilai D_x^- (CPU).....	47
Kode 4. 15 Menghitung nilai D_x^{+y} (CPU).....	48
Kode 4. 16 Menghitung nilai D_x^{-y} (CPU).....	49
Kode 4. 17 Menghitung nilai $\max(D_x + ,0)^2$ (CPU).....	50
Kode 4. 18 Menghitung nilai $\max(-D_x - ,0)^2$ (CPU).....	50
Kode 4. 19 Menghitung nilai $\min(D_x + ,0)^2$ (CPU)	51
Kode 4. 20 Menghitung nilai $\min(-D_x - ,0)^2$ (CPU)	52
Kode 4. 21 Menghitung nilai D_y (CPU)	53
Kode 4. 22 Menghitung nilai D_y^+ (CPU).....	54
Kode 4. 23 Menghitung nilai D_y^- (CPU).....	55
Kode 4. 24 Menghitung nilai D_y^{+x} (CPU).....	56
Kode 4. 25 Menghitung nilai D_y^{-x} (CPU).....	57
Kode 4. 26 Menghitung nilai $\max(D_y + ,0)^2$ (CPU)	58

Kode 4. 27 Menghitung nilai $\max(-D_y - ,0)^2$ (CPU)	58
Kode 4. 28 Menghitung nilai $\min(D_y + ,0)^2$ (CPU)	59
Kode 4. 29 Menghitung nilai $\min(-D_y - ,0)^2$ (CPU)	60
Kode 4. 30 Menghitung nilai $\nabla\phi_{\max}$ (CPU).....	61
Kode 4. 31 Menghitung nilai $\nabla\phi_{\min}$ (CPU).....	61
Kode 4. 32 Menghitung nilai nx^+ (CPU).....	62
Kode 4. 33 Menghitung nilai ny^+ (CPU).....	62
Kode 4. 34 Menghitung nilai nx^- (CPU).....	63
Kode 4. 35 Menghitung nilai ny^- (CPU).....	63
Kode 4. 36 Menghitung nilai <i>Curvature</i> (CPU)	64
Kode 4. 37 Menghitung nilai <i>F</i> (CPU)	64
Kode 4. 38 Menghitung nilai $\nabla\phi$ (CPU).....	65
Kode 4. 39 Menghitung nilai <i>phi</i> (CPU).....	66
Kode 4. 40 Prosedur utama segmentasi video pada GPU.....	67
Kode 4. 41 Prosedur Segementasi pada GPU	69
Kode 4. 42 Prosedur utama <i>update</i> nilai <i>phi</i> pada GPU	72
Kode 4. 43 Prosedur menghitung nilai D_x (GPU)	74
Kode 4. 44 Prosedur menghitung nilai D_x^+ (GPU).....	75
Kode 4. 45 Prosedur menghitung nilai D_x^- (GPU).....	76
Kode 4. 46 Prosedur menghitung nilai D_x^{+y} (GPU).....	77
Kode 4. 47 Prosedur menghitung nilai D_x^{-y} (GPU).....	78
Kode 4. 48 Prosedur menghitung nilai $\max(D_x + ,0)^2$ (GPU).....	79
Kode 4. 49 Prosedur menghitung nilai $\max(-D_x - ,0)^2$ (GPU).....	80
Kode 4. 50 Prosedur menghitung nilai $\min(D_x + ,0)^2$ (GPU)	81
Kode 4. 51 Prosedur menghitung nilai $\min(-D_x - ,0)^2$ (GPU)	82
Kode 4. 52 Prosedur menghitung nilai D_y (GPU)	83
Kode 4. 53 Prosedur menghitung nilai D_y^+ (GPU).....	84

Kode 4. 54 Prosedur menghitung nilai D_y^- (GPU).....	85
Kode 4. 55 Prosedur menghitung nilai D_y^{+x} (GPU).....	86
Kode 4. 56 Prosedur menghitung nilai D_y^{-x} (GPU).....	87
Kode 4. 57 Prosedur menghitung nilai $\max(D_y + ,0)^2$ (GPU).....	88
Kode 4. 58 Prosedur menghitung nilai $\max(-D_y - ,0)^2$ (GPU).....	89
Kode 4. 59 Prosedur menghitung nilai $\min(D_y + ,0)^2$ (GPU)	89
Kode 4. 60 Prosedur menghitung nilai $\min(-D_y - ,0)^2$ (GPU)	90
Kode 4. 61 Prosedur menghitung nilai $\nabla\phi_{\max}$ (GPU).....	91
Kode 4. 62 Prosedur menghitung nilai $\nabla\phi_{\min}$ (GPU).....	92
Kode 4. 63 Prosedur menghitung nilai nx^+ (GPU).....	92
Kode 4. 64 Prosedur menghitung nilai ny^+ (GPU).....	93
Kode 4. 65 Prosedur menghitung nilai nx^- (GPU).....	93
Kode 4. 66 Prosedur menghitung nilai ny^- (GPU).....	94
Kode 4. 67 Prosedur menghitung nilai $Curvarute$ (GPU).....	94
Kode 4. 68 Prosedur menghitung nilai F (GPU)	95
Kode 4. 69 Prosedur menghitung nilai $\nabla\phi$ (GPU).....	96
Kode 4. 70 Prosedur menghitung nilai ϕ (GPU).....	96
Kode 4. 71 Prosedur menyalin nilai ϕ yang baru (GPU)	97