

**AKSELERASI PROSES *FACE RECOGNITION* DENGAN
ALGORITMA *ELASTIC BUNCH GRAPH MATCHING (EBGM)*
SECARA PARALEL PADA GPU**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana Teknik Informatika



Oleh

IGNATIUS ALDI PRADANA

14 07 07762

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR BERJUDUL

**AKSELERASI PROSES *FACE RECOGNITION* DENGAN ALGORITMA
ELASTIC BUNCH GRAPH MATCHING (EBGM)
SECARA PARALEL PADA GPU**

Disusun oleh:

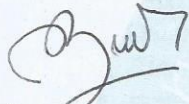
Ignatius Aldi Pradana

14 07 07762

Dinyatakan telah memenuhi syarat

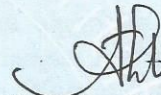
Pada Tanggal: 18 Juli 2018

Pembimbing I,



(Dr. Pranowo, S.T., M.T.)

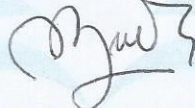
Pembimbing II,



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

Tim Penguji:

Penguji I,



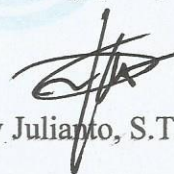
(Dr. Pranowo, S.T., M.T.)

Penguji II,



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

Penguji III,



(Eddy Julianto, S.T., M.T.)

Yogyakarta, 18 Juli 2018

Program Studi Teknik Informatika

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Atma Jaya Yogyakarta



Dekan,

(Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc.)

AKSELERASI PROSES *FACE RECOGNITION* DENGAN ALGORITMA *ELASTIC BUNCH GRAPH MATCHING (EBGM)* SECARA PARALEL PADA GPU

Disusun oleh:
Ignatius Aldi Pradana
NPM: 14 07 07762

INTISARI

Masalah keamanan terhadap autentikasi seseorang dalam pelaksanaan suatu acara, dan autentikasi seorang kriminal terhadap penggunaan paspor menjadi salah satu topik yang masih diperbincangkan saat ini. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut, salah satunya adalah dengan memanfaatkan bidang kajian *Computer Vision* seperti *face recognition* atau pengenalan wajah yang dapat meningkatkan tingkat keamanan dalam autentikasi seseorang pada sebuah sistem.

Dalam mewujudkan *face recognition*, maka algoritma yang digunakan adalah *Elastic Bunch Graph Matching (EBGM)* dengan menggunakan *dataset image* wajah mahasiswa Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY) yang berjumlah 346 *images* untuk *training* dan 105 *images* untuk *test recognition*. Algoritma EBGM ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi, tetapi memiliki waktu komputasi yang dibutuhkan lebih lama dibandingkan algoritma yang lain. Maka dari itu, agar algoritma EBGM ini semakin baik, akan dilakukan paralelisasi menggunakan *Graphical Processing Unit (GPU)*.

Hasil penelitian ini menunjukkan proses komputasi yang terjadi mampu di optimalkan oleh GPU dibandingkan dengan menggunakan CPU dalam proses komputasi, sehingga waktu komputasi mendapatkan percepatan hingga 10 kali lebih cepat. Selain itu, hasil pengenalan wajah ini memiliki tingkat akurasi hingga 98%.

Kata kunci : *Face recognition, Elastic Bunch Graph Matching (EBGM), parallelization, GPU*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat-Nya, penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis juga sadar bahwa banyak pihak-pihak yang sangat berperan dalam terwujudnya tugas akhir ini. Baik membantu secara langsung memberikan arahan, nasihat dan lain sebagainya. Juga pihak-pihak yang membantu secara tidak langsung seperti doa, dukungan dan lain lain. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis menghaturkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak tersebut, secara khusus kepada:

1. Bapak Dr. Pranowo, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing satu yang telah memberikan wejangan dan inspirasi selama mengerjakan tugas akhir ini.
2. Bapak B. Yudi Dwiandiyanta, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing dua yang telah memberikan saran, pembenaran dan arahan selama mengerjakan tugas akhir ini.
3. Segenap dosen Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan teladan dan ajaran mulai dari masuk awa kuliah hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
4. Orang tua penulis yang selalu memberikan semangat dan doa, khususnya saat mengerjakan tugas akhir ini.
5. Teman-teman penulis dalam kelompok *Computer Vision*: Roni, Fabian, Eka, Asis yang dengan sabar menemani dari awal dalam mengerjakan tugas akhir ini.
6. Teman-teman terdekat penulis: Yoanes, Andrew, Dito, Gereetz, Dimas, Depri, Didi, Elmo, Nanda yang selalu menemani dan memberikan semangat selama mengerjakan tugas akhir ini.
7. Bapak Xianming Chen sebagai acuan penulis, sekaligus memberikan arahan bagaimana seharusnya tugas akhir ini dikerjakan.
8. Semua orang yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang turut memberikan bantuan dan semangat kepada penulis untuk bisa menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih belumlah sempurna. Maka dari itu, penulis sangat terbuka dengan adanya kritik dan saran yang membangun tentang tugas akhir ini.

Pada akhir kata pengantar ini penulis berharap, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menjadi inspirasi bagi para pembaca.

Yogyakarta, 2 Juli 2018

Penulis,

Ignatius Aldi Pradana



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
INTISARI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR KODE.....	x
NOTASI.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Metodologi	4
1.5.1. Alat dan bahan.....	4
1.5.2. Langkah-langkah penelitian	5
1.5.3. Pengimplementasian	7
1.5.4. Pengujian.....	7
1.6. Sistematika Penulisan Tugas Akhir.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
BAB III LANDASAN TEORI.....	14
3.1. Image Digital	14
3.2. Computer Vision	14
3.3. Face Recognition	15
3.4. Elastic Bunch Graph Mathcing	15
3.5. Gabor Wavelet Transform.....	17
3.6. Paralelisasi Dengan GPU	18
BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN	20

4.1.	Pengantar	20
4.2.	Membaca Seluruh Image Training Set	21
4.3.	Seluruh Image Diubah ke Grayscale	22
4.4.	Mendapatkan Gabor Feature	23
4.4.1.	Mendapatkan Koefisien Gabor Wavelet	23
4.4.2.	Konvolusi image dengan Koefisien Gabor Wavelet.....	24
4.4.3.	Pengambilan Gabor Feature	26
4.5.	Mendapatkan Gabor Feature dengan GPU.....	27
4.6.	Mendapatkan Feature Point.....	28
4.7.	Menyimpan Hasil Pelatihan ke Dalam File.....	30
4.8.	Menghitung Similarity Point	30
4.9.	Memilih Similarity Point Tertinggi Sebagai Hasil Face Recognition....	31
BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN		33
5.1.	Implementasi Pengkodean.....	33
5.1.1.	Struktur Program.....	33
5.1.2.	Implementasi Kode Pada File GaborCPU.....	34
5.1.3.	Implementasi Kode Pada File FeatureExtraction.....	56
5.1.4.	Implementasi Kode Pada File Header dan HeaderGPU	63
5.1.5.	Implementasi Kode Pada File Main.....	64
5.2.	Pengujian	81
5.2.1.	Hasil Pengujian	82
5.2.2.	Analisis Hasil Pengujian	84
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		87
6.1.	Kesimpulan.....	87
6.2.	Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA		88

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan Tingkat Akurasi dan Waktu Komputasi Beberapa Algoritma <i>Face Recognition</i> dengan Berbagai Dataset	11
Tabel 2.2. Perbandingan Waktu Komputasi <i>Face Recognition</i> EBGD Dengan Paralelisasi <i>Cluster</i> Komputer.....	12
Tabel 5.1. Pengujian <i>Feature Extraction / Training</i> CPU	82
Tabel 5.2. Pengujian <i>Feature Extraction / Training</i> GPU	83
Tabel 5.3. Pengujian <i>Test Face Recognition</i> CPU.....	83
Tabel 5.4. Pengujian <i>Test Face Recognition</i> GPU.....	84
Tabel 5.5. Tabel Perbandingan Waktu Komputasi	84
Tabel 5.6. Perbandingan Tingkat Akurasi	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Contoh Dataset Training yang Digunakan	5
Gambar 3.1. Contoh Gambaran Face Recognition	15
Gambar 3.2. Contoh Pengambilan Feature Point EBGM (Sumber: www.researchgate.net)	16
Gambar 3.3. Pemetaan Grid, Block dan Thread Pada GPU CUDA (Sumber: http://gpucuda.ece.uprm.edu/wp-content/uploads/2008/11/41.png)	19
Gambar 4.1. Flowchart pelatihan training set	20
Gambar 4.2. Flowchart pengujian test set	21
Gambar 4.3. Flowchart membaca image	22
Gambar 4.4. Flowchart mendapatkan Gabor Wavelet	24
Gambar 4.5. Flowchart proses konvolusi filtering	25
Gambar 4.6. Flowchart mendapatkan Gabor Feature	27
Gambar 4.7. Flowchart Feature Extraction	29
Gambar 4.8. Flowchart Menghitung Similarity Point	31
Gambar 4.9. Flowchart algoritma mendapatkan hasil recognition dari similarity point.	32
Gambar 5.1. Diagram Struktur Implementasi Pengkodean	33
Gambar 5.2. Screenshot Tampilan Utama Program	66
Gambar 5.3. Grafik Perbandingan Waktu Komputasi	85

DAFTAR KODE

Kode 4.1. Pseudocode Mendapatkan Koefisien Gabor Wavelet	23
Kode 4.2. Pseudocode konvolusi image dengan gabor wavelet	25
Kode 4.3. Pseudocode mendapatkan Gabor Feature.....	26
Kode 4.4. Pseudocode mendapatkan Gabor Feature dengan GPU	28
Kode 4.5. Pseudocode Feature Extraction	29
Kode 4.6. Pseudocode Menghitung Similarity Point.	30
Kode 4.7. Pseudocode algoritma mendapatkan hasil recognition.	32
Kode 5.1. Kode Header GaborCPU	35
Kode 5.2. Fungsi Get Gabor Wavelet	37
Kode 5.3. Kode Fungsi Get Gabor Feature.....	40
Kode 5.4. Fungsi Filter Image	42
Kode 5.5. Kode Fungsi Parse Matrix to Array.....	43
Kode 5.6. Kode Fungsi Parse Array to Matrix.....	44
Kode 5.7. Kode Fungsi mat2gray	44
Kode 5.8. Kode Fungsi Menampilkan Isi Matrix	45
Kode 5.9. Kode Pada File Header Gabor GPU.....	46
Kode 5.10. Kode Fungsi Get Gabor Wavelet GPU.	47
Kode 5.11. Kode Fungsi Get Gabor Features GPU.	52
Kode 5.12. Fungsi Get Filter For One Pixel.	54
Kode 5.13. Kode Fungsi Filter Image GPU	55
Kode 5.14. Kode Pada File Header Feature Extraction.	56
Kode 5.15. Kode Fungsi Get Features Points	57
Kode 5.16. Kode Fungsi Get Max of Feature Window	59
Kode 5.17. Kode Fungsi Get Average Value.....	60
Kode 5.18. Kode Fungsi Get Similarity.....	61
Kode 5.19. Kode Fungsi Save to File	62
Kode 5.20. Kode Fungsi Mark the File.....	62
Kode 5.21. Kode Pada File Header	63

Kode 5.22. Kode Pada File HeaderGPU	64
Kode 5.23. Kode Fungsi Main	66
Kode 5.24. Kode Pada Fungsi CPU Generate Feature.....	69
Kode 5.25. Kode Fungsi GPU Generate Feature	71
Kode 5.26. Kode Fungsi CPU Test Recognize	76
Kode 5.27. Kode Fungsi GPU Test Recognize.....	81



NOTASI

- a. $S_a(J, J')$: Nilai *similarity* dari *feature points test* dengan *training*.
- b. $\sum_j a_j a'_j$: Jumlah total nilai dari tiap-tiap perkalian *feature points test* dengan *training*.
- c. $\sum_j a_j^2 \sum_j a'^2_j$: Jumlah total nilai *feature points test* dikuadratkan dikalikan dengan jumlah total nilai *feature points training* dikuadratkan.
- d. $G_{u,v}(z)$: Nilai *Gabor Wavelet* sesuai indeks u dan v untuk *image z*.
- e. $k_{u,v}$: Nilai konstanta pada perhitungan *Gabor Wavelet*.
- f. ∂^2 : Nilai sigma pada rumus *Gabor Wavelet*.
- g. π : Nilai phi.
- h. Z : *Image* yang akan diambil nilai *Gabor Wavelet*-nya.
- i. $H(u, v, x, y)$: Nilai *Gabor Feature*.
- j. \otimes : Proses konvolusi.
- k. $I(x, y)$: Nilai *image* pada indeks ke x dan y .