

**MAGNIFIKASI PERBAIKAN CITRA DIGITAL
DENGAN METODE INTERPOLASI BICUBIC BASIS
SPLINE BERBASIS PEMROGRAMAN PARALEL**

TUGAS AKHIR

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



Dibuat Oleh:

Ignasius Boli Suban

14 07 07901

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

2019

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul
MAGNIFIKASI PERBAIKAN CITRA DIGITAL DENGAN METODE
INTERPOLASI BICUBIC BASIS SPLINE BERBASIS PEMPROGRAMAN
PARALEL

Disusun Oleh :
IGNASIUS BOLI SUBAN /140707901

Dinyatakan telah memenuhi syarat
Pada tanggal : 16 April 2018

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

(Findra Kartika Sari D, S.T.,M.M.,M.T)

Yogyakarta, April 2019
Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Fakultas Teknologi Industri

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

Pernyataan Orisinalitas & Publikasi Ilmiah

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Ignasius Boli Suban

NPM : 140707901

Program Studi : Teknik Informatika

Fakultas : Teknologi Industri

Judul Penelitian : Magnifikasi Perbaikan Citra Digital Dengan Metode Interpolasi Bicubic Basis Spline Berbasis Pemrograman Paralel

Menyatakan dengan ini:

1. Tugas Akhir ini adalah benar tidak merupakan salinan sebagian atau keseluruhan dari karya penelitian lain.
2. Memberikan kepada Universitas Atma Jaya Yogyakarta atas penelitian ini, berupa Hak untuk menyimpan, mengelola, mendistribusikan, dan menampilkan hasil penelitian selama tetap mencantumkan nama penulis.
3. Bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum atas pelanggaran Hak Cipta dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, April 2019

Yang menyatakan,

Ignasius Boli Suban

140707901

Halaman Persembahan

Oh Mary
Conceived without sin
Pray for us who have recourse to you
Amen

Untuk kedua orang tuaku

Tak mungkin bisa kubalas
Ketulusan dan cinta yang kudapatkan
Selamanya akan tetap membekas
Hingga akhir hayatku takkan kulupakan

Terima kasih atas pengorbanannya untukku
Terima kasih untuk doa dan dukungannya
Terima kasih masih mempercayai aku
Terima kasih telah memberikan segalanya

Untuk keluargaku

Penghiburan, motivasi, air mata, canda tawa dan doa dari kalian membuat aku selalu kuat dan tak pernah lupa berhenti bersyukur memiliki keluarga sehebat kalian.

Untuk kedua adikku

Jarang ada yang percaya kalau kita kakak beradik kandung, tapi diam-diam kita saling menguatkan lewat canda tawa dan percakapan-pecakapan ringan tentang sepak bola, cita-cita, politik, bahkan negara (**handi**).

Jarak membatasi pertemuan kita teknologi seakan tak berguna, namun terkadang hanya dengan mengingatmu segalanya menjadi lebih baik. Jangan pernah berhenti melangkah (**Ina**).

Tak jarang kusisipkan nama kalian di doaku bersyukur atas pengertinya buatku selama ini. Tetaplah jadi kebanggaan orang tua

Untuk sdr. Ignasius Boli Suban S.T.

Pernahkah berpikir akan mengalami semua ini?
Pernahkah berpikir akan melangkah sejauh ini?
Sudahkah sejenak berhenti pergi kesudut hati terjauhmu
Menghadap-NYA dan dengan suara lirih berkata terima kasih

Sudah bisakah berpegang teguh pada komitmenmu?
Sudah bisakah mengalakan diri sendiri?
Bagaimana dengan masa depan, sudah terpikirkan?
Bagaimana dengan target-targetmu tercapai?

Siapkah dengan gelar S.T mu?
Jangan pernah merasa hebat tapi rendah hatilah
Siapkah bertanggung jawab dengan nama barumu?
Jangan pernah takut tapi hadapilah

Harapan-harapan yang telah kau susun
Jangan hanya dibayangkan, tapi raihlah
Cita-cita yang telah kau rencanakan
Jangan tinggal harapan tapi kejarlah
Walau lelah yang kau dapatkan
Jangan pernah berhenti untuk melangkah

Dari sdr. Ignasius Boli Suban

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.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah menyumbangkan pikiran, tenaga, dukungan, bimbingan, dan doa kepada penulis baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis, secara khusus kepada:

1. Tuhan Yesus Yang Maha Esa yang selalu membimbing, menuntun, melindungi dan melimpahkan berkat serta memberikan penguatan dan kesabaran kepada penulis.
2. Bapak, Mathias Tura Sabon dan Mama, Yohana Lipat Bali, adik, Handi Raya dan adik, Ina Mala yang terus mendoakan dan memberikan semangat serta dukungan kepada penulis.
3. Keluarga yang selalu setia menemani dan memberikan penghiburan serta penguatan : Mama Lina, Mama Lia, Bapak Lukas.
4. Bapak Dr. A. Teguh Siswantoro selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
5. Bapak Dr. Pranowo, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini
6. Bapak Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Seluruh Dosen dan Staf Pengajar Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membantu penulis selama masa kuliah.

8. Sahabat-sahabat yang berjuang bersama-sama sejak awal kuliah dan memberikan semangat kepada penulis terutama Grup GAJE : Cipta, Nelson, Alfi, Robert, Reno, Andre, El dan Vendy.
9. Teman-teman seperjuangan yang mendalami bidang *computer vision*: Aldi , Fabian, Eka dan Roni.
10. Teman-teman Komunitas Mahasiswa NTT Atma Jaya Yogyakarta (KOMANTTA) yang selalu menghibur dan memberikan semangat kepada penulis.
11. Teman-Teman BPH Komunitas Mahasiswa NTT Atma Jaya Yogyakarta (KOMANTTA) angkatan 2014 yang selalu memberi semangat dan mendukung: Febri, Lucia, Dinda, Domi, Cua, Gusti, Tomy, Mawar, Titi, Alfi.
12. Teman-teman KKN 72 terutama Region Timur dan Kelompok Tumbang Titi : Cicil, Rudy dan Manda yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
13. Teman-teman Keluarga Mahasiswa Adonara Yogyakarta (KMAY) yang tetap mendukung penulis.
14. Teman-teman SMA yang selalu menanyakan kabar dan memberikan semangat kepada penulis, terutama : Rony, Dion, Hunter, Angker, Chiro, Gervas, Leon, Edy, Mikel, Ferdi, Iko.
15. Teman hidup yang selalu memberi semangat, arahan dan dengan sabar menemani dalam pembuatan tugas akhir : Valentine Ivon Bahy
16. Seluruh teman-teman yang mendukung penulis yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan waktu dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, April 2019

Ignasius Boli Suban

140707901

TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL
MAGNIFIKASI PERBAIKAN CITRA DIGITAL DENGAN
METODE INTERPOLASI BICUBIC BASIS SPLINE BERBASIS
PEMPROGRAMAN PARALEL

Intisari

IGNASIUS BOLI SUBAN

140707901

Proses magnifikasi merupakan suatu proses perbesaran pada citra digital. Dalam melakukan proses magnifikasi sering terdapat kabur dan bayangan serta efek kotak-kotak pada hasil citranya. Metode yang digunakan untuk proses magnifikasi citra digital dalam penelitian ini adalah metode *interpolasi bicubic basis spline*. Pada metode *bicubic basis spline* menggunakan 4x4 piksel tetangga terdekat dari citra yang hendak dimagnifikasi. Tujuan penulis menggunakan metode *interpolasi bicubic basis spline* agar mendapatkan tepi-tepi citra hasil yang lebih halus. Selain itu penulis juga menggunakan metode *interpolasi nearest neighbor* dan metode *interpolasi bilinear*. Dalam penelitian ini penulis ingin mempercepat lagi proses magnifikasi, oleh karena itu penulis menggunakan GPU CUDA untuk mempercepat proses magnifikasi tersebut.

Hasil penelitian menggunakan GPU CUDA dapat mempercepat proses magnifikasi 16-20 kali dengan menggunakan metode *bicubic basis spline*, 10-23 kali dengan menggunakan metode *bilinear* dan 44-51 kali dengan menggunakan metode *nearest neighbor*. Penerapan GPU CUDA dalam proses magnifikasi ini tidak mempengaruhi kualitas pada citra hasil. Pengukuran kualitas citra dilakukan dengan menghitung nilai MSE dan PSNR untuk masing-masing metode. Dimana semakin rendah nilai MSE maka semakin baik kualitas citranya dan sebaliknya semakin tinggi nilai PSNR maka semakin baik kualitas citranya.

Kata kunci : *Magnifikasi, Interpolasi, Bicubic Basis Spline, Bilinear, Nearest Neighbor, MSE, PSNR, GPU CUDA*

Daftar Isi

LEMBAR PENGESAHAN	ii
Pernyataan Orisinalitas & Publikasi Ilmiah	iii
Halaman Persembahan	iv
KATA PENGANTAR	vi
Intisari	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xiv
Daftar Code	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi Penelitian	4
1.6. Alat dan Bahan	5
1.7. Sistematika Penulisan Laporan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1. Citra Digital	13
3.2. Magnifikasi	15
3.3. Interpolasi	16
3.4. Magnifikasi dengan metode interpolasi <i>Bicubic Basis Spline</i>	17
3.5. Magnifikasi dengan metode interpolasi pembanding	18
3.6. Mengukur kualitas citra	21
3.7. Komputasi paralel	22
3.8. GPU CUDA	23
3.9. OpenCV	26

BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN	27
4.1 Proses Magnifikasi Citra dengan Metode <i>Bicubic Basis Spline</i> berbasis Paralel dengan GPU CUDA.....	27
4.1.1 Mempersiapkan citra.....	29
4.1.2 Mengubah citra ke bentuk matriks.....	30
4.1.3 Menyalin dari <i>Host</i> ke <i>Device</i>	30
4.1.4 Menghitung waktu mulai	30
4.1.5 Melakukan proses magnifikasi menggunakan metode <i>Bicubic Basis Spline</i>	30
4.1.6 Menghitung waktu terakhir.....	30
4.1.7 Menyalin dari <i>Device To Host</i>	31
4.1.8 Mengembalikan matriks ke bentuk citra.....	31
4.1.9 Menyimpan citra	31
4.1.10 Mengukur kualitas citra	31
4.1.11 Menampilkan hasil citra.....	31
4.2 Proses Magnifikasi Citra dengan Metode <i>Bicubic Basis Spline</i> berbasis serial.....	35
4.2.1 Mempersiapkan citra.....	37
4.2.2 Mengubah citra ke bentuk matriks.....	37
4.2.3 Menghitung waktu mulai	38
4.2.4 Melakukan proses magnifikasi menggunakan metode <i>Bicubic Basis Spline</i>	38
4.2.5 Menghitung waktu terakhir.....	38
4.2.6 Mengembalikan matriks ke bentuk citra.....	38
4.2.7 Menyimpan citra	38
4.2.8 Mengukur kualitas citra	38
4.2.9 Menampilkan hasil citra.....	39
BAB V IMPLEMETASI DAN PENGUJIAN	45
5.1 Implementasi Kode	45
5.1.1 <i>Header</i> program	45
5.1.2 <i>Main</i> program.....	47
5.1.3 <i>Source</i> program	55
5.2 Pengujian	67
5.2.1. Bahan Pengujian	67
5.2.2. Hasil Pengujian	70

5.2.3. Analisis Hasil Pengujian	75
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	83
6.1 Kesimpulan.....	83
6.2 Saran.....	83
Daftar pustaka	84



Daftar Gambar

Gambar 2. 1. Perbandingan estimasi waktu pada keempat metode interpolasi	9
Gambar 2. 2. Perbandingan Citra hasil pengecilan pada keempat metode interpolasi.....	9
Gambar 3. 1. Contoh Citra Biner (Sumber: [11])	13
Gambar 3.2. Contoh Citra Grayscale (Sumber: [11])	14
Gambar 3.3. Contoh Citra Warna (Sumber : [10])	14
Gambar 3.4. Contoh Proses Magnifikasi pada Citra (Sumber : [3]).....	16
Gambar 3.5. Hasil Interpolasi Bicubic (Sumber: [3]).....	18
Gambar 3.6. Ilustrasi Interpolasi Nearest Neighbor (Sumber: [11]).....	19
Gambar 3.7. Hasil Interpolasi Nearest Neighbor (Sumber : [3]).....	19
Gambar 3.8. Ilustrasi Interpolasi Bilinear (Sumber: [5]).....	20
Gambar 3.9. Hasil Interpolasi Bilinear (Sumber: [3])	21
Gambar 3.10. Memori Bandwidth dari CPU dan GPU (Sumber:[7]).....	24
Gambar 3.11. Arsitektur CUDA (Sumber: [6])	25
Gambar 4.1. Alur proses magnifikasi dengan metode bicubic basis spline berbasis paralel dengan GPU CUDA dalam bentuk flowchart.....	29
Gambar 4.2. Pseudocode proses magnifikasi citra dengan metode Bicubic Basis Spline	32
Gambar 4.3. Pseudocode prosedur bicubic_GPU.....	33
Gambar 4.4. Pseudocode prosedur kualitas_images.....	33
Gambar 4.5. Alur proses magnifikasi dengan metode Bicubic Basis Spline berbasis serial dalam bentuk flowchart.....	37
Gambar 4.6. Pseudocode proses magnifikasi citra dengan metode Bicubic Basis Spline	39
Gambar 4.7. Pseudocode prosedur bicubic.....	40
Gambar 4.8. Pseudocode prosedur bilinear_GPU	42
Gambar 4.9. Pseudocode prosedur bilinear	43
Gambar 4.10. Pseudocode prosedur nearest_GPU	43

Gambar 4.11. Pseudocode prosedur nearest	44
Gambar 5.1. cameraman-cr-256.....	68
Gambar 5.2. cameraman-cr-128.....	68
Gambar 5.3. cameraman-cr-64.....	69
Gambar 5.4. asis-cr-256	69
Gambar 5.5. asis-cr-64	69
Gambar 5.6. asis-cr-128	70
Gambar 5.7. Grafik perbandingan waktu komputasi pada metode bicubic basis spline	76
Gambar 5. 8. Grafik perbandingan waktu komputasi pada metode bilinear.....	78
Gambar 5.9. Grafik perbandingan waktu komputasi pada metode nearest neighbor	80

Daftar Tabel

Tabel 2. 1. Hasil Perhitungan PSNR pada keempat metode interpolasi diatas.....	10
Tabel 2. 2. The Time-Consuming Of Serial and Parallel Bilinear Spatial Interpolation of Different Grid Size.....	11
Tabel 5.1. Hasil Pengujian dengan metode nearest neighbor dengan CPU.....	71
Tabel 5.2. Hasil Pengujian dengan metode nearest neighbor dengan GPU CUDA	71
Tabel 5.3. Hasil Pengujian dengan metode bilinear dengan CPU	72
Tabel 5.4. Hasil Pengujian dengan metode bilinear dengan GPU CUDA.....	73
Tabel 5.5. Hasil Pengujian dengan metode bicubic basis spline dengan CPU	74
Tabel 5.6. Hasil Pengujian dengan metode bicubic basis spline dengan GPU CUDA	74
Tabel 5.7. Perbandingan waktu komputasi pada metode bicubic basis spline	75
Tabel 5.8. Perbandingan kualitas citra pada metode bicubic basis spline	77
Tabel 5.9. Perbandingan waktu komputasi pada metode bilinear	77
Tabel 5.10. Tabel perbandingan kualitas citra pada metode bilinear.....	79
Tabel 5.11. Perbandingan waktu komputasi pada metode nearest neighbor	79
Tabel 5.12. Perbandingan kualitas citra pada metode nearest neighbor	81
Tabel 5.13. Perbandingan kualitas citra pada metode nearest neighbor, biliner dan bicubic basis spline	82

Daftar Code

Kode 5. 1. Library baik pada CPU maupun GPU dan variabel global	46
Kode 5. 2. Prosedur-prosedur yang digunakan dalam proses magnifikasi citra	47
Kode 5.3. Mempersiapkan citra dan mengubah citra kebentuk matriks	48
Kode 5. 4. Kode untuk proses magnifikasi citra dengan metode bicubic basis spline dan proses lainnya yang mendukung magnifikasi citra.....	51
Kode 5.5. Kode untuk proses magnifikasi citra dengan metode Bicubic Basis Spline dan proses lainnya yang mendukung magnifikasi citra	53
Kode 5.6. Prosedur convertMatToArray	55
Kode 5.7. Prosedur convertArrayToMat	56
Kode 5.8. Prosedur bicubic_GPU	58
Kode 5.9. Prosedur bicubic	60
Kode 5.10. Prosedur bilinear_GPU	61
Kode 5.11. Prosedur bilinear	63
Kode 5.12. Prosedur nearest_GPU	64
Kode 5.13. Prosedur nearest	65
Kode 5.14. Prosedur kualitas_image.....	66