

**Segmentasi Citra Medis menggunakan metode *Level Set*  
dan *Fuzzy Clustering* berbasis *Parallel Processing***

**Tugas Akhir**

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Mencapai Derajat  
Sarjana Teknik Informatika**



**Dibuat oleh :**

**Albertus Travis Na**

**15 07 08192**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
2019**

# LEMBAR PENGESAHAN

Segmentasi Citra Medis menggunakan metode *Level Set* dan *Fuzzy Clustering*  
berbasis *Parallel Processing*

Yogyakarta, 29 April 2019

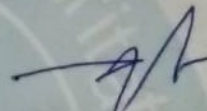
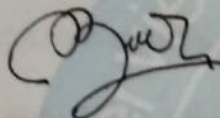
Albertus Travis Na

150708192

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



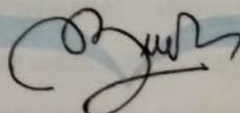
Dr. Pranowo, S.T., M.T.

Ir. A. Djoko Budiyanto SHR, M.Eng., Ph.D.

NPP : 09.96.596

NPP : 08.93.463

Penguji I

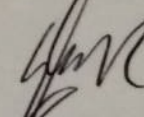
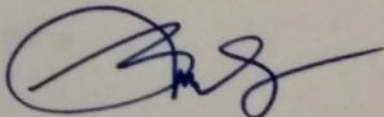


Dr. Pranowo, S.T., M.T.

NPP : 09.96.596

Penguji II

Penguji III



Yulius Harjoseputro, S.T., M.T.

Eduard Rusdianto, S.T., M.T.

NPP : 04.15.897

NPP : 06.97.623

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Industri

FAKULTAS  
TEKNOLOGI INDUSTRI

Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc.

NPP : 09.93.464

## Pernyataan Orisinalitas & Publikasi Ilmiah

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Albertus Travis Na  
NPM : 150708192  
Program Studi : Teknik Informatika  
Fakultas : Teknologi Industri  
Judul Penelitian : Segmentasi Citra Medis menggunakan metode Level Set dan Fuzzy Clustering berbasis Parallel Processing

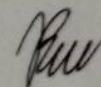
Menyatakan dengan ini:

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, 29 April 2019

Yang menyatakan,



Albertus Travis Na

150708192

## Halaman Persembahan

*“Tantangan bukanlah sebuah halangan, melainkan kesempatan yang dapat digunakan untuk melampaui batasmu sendiri”*

*seruiens in lumine veritatis*

Skripsi ini dipersembahkan Albertus Travis Na kepada orang-orang yang telah membantu penulis terutama :

- ♥ Tuhan Yang Maha Esa
- ♥ Keluarga (Ooh, Cicik, Mamah, Papah)
- ♥ Stella Lestari Santoso

Semoga dengan skripsi ini, orang-orang tersebut dapat semakin bangga terhadap Albertus Travis Na kedepannya. Terima kasih juga kepada orang-orang yang telah singgah di dalam kehidupan Albertus Travis Na baik itu lama maupun sesaat. Pengalaman, pelajaran, dan tiap perkataan dari orang-orang itu lah yang telah membentuk Albertus Travis Na, S.T.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan penyertaannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Segmentasi Citra Medis menggunakan metode *Level Set* dan *Fuzzy Clustering* berbasis *Parallel Processing*” dengan lancar dan baik.

Skripsi ini disusun tidak lain bertujuan sebagai laporan atas penelitian yang dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai derajat sarjana Teknik Informatika dari Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam melakukan penelitian dan penyusunan skripsi ini penulis telah mendapatkan bantuan, bimbingan, dan dorongan dari banyak pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang selalu membimbing, memberikan berkat-Nya, dan menyertai penulis.
2. Bapak Dr. A. Teguh Siswantoro, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Martinus Maslim, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Ibu Patricia Ardanari, S.Si, M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Informatika yang membantu administrasi dari awal hingga akhir penelitian.
5. Bapak Dr. Pranowo, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing, memberikan masukan dan motivasi kepada penulis selama melakukan penelitian dan penyusunan skripsi dari awal sampai dengan akhir.
6. Bapak Ir. A. Djoko Budiyanto SHR, M.Eng., Ph.D., selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan nasehat serta

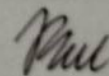


motivasi kepada penulis selama melakukan penelitian dan penyusunan skripsi.

7. Orang tua dan keluarga tercinta, yang memberikan doa dan dukungan baik moral maupun material kepada penulis untuk selalu berusaha mencapai hasil yang terbaik dari awal sampai dengan akhir.
8. Stella Lestari Santoso yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada saya dari awal proses pengerjaan sampai dengan akhir.
9. Grup PG (Komang, Bobby, Dika, Wahyu, Kevin, Daniel, Ian, Verry) yang membantu dan memberikan semangat kepada penulis dalam proses penelitian ini.
10. Anak-anak kos Mandarin yang selalu memberikan dukungan terhadap saya dari mulainya penelitian sampai dengan akhir.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang selalu memberikan doa, dukungan dan semangat.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis melakukan dengan sepenuh hati dan sebaik-baiknya. Namun, penulis sadar bahwa tidak ada hal yang sempurna di dunia ini. Untuk itu, apabila terdapat kekeliruan, penulis mohon maaf dan sangat terbuka atas kritik dan saran. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya ilmu bagi para pembaca.

Yogyakarta, 29 April 2019



Albertus Travis Na

150708192

## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| JUDUL.....                                      | i    |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                         | i    |
| Pernyataan Orisinalitas & Publikasi Ilmiah..... | ii   |
| Halaman Persembahan.....                        | iv   |
| KATA PENGANTAR .....                            | v    |
| DAFTAR ISI.....                                 | vii  |
| DAFTAR GAMBAR .....                             | ix   |
| DAFTAR TABEL.....                               | xi   |
| DAFTAR SIMBOL .....                             | xiii |
| Intisari.....                                   | xiv  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                         | xiv  |
| 1.1. Latar Belakang Masalah.....                | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                      | 3    |
| 1.3. Tujuan Pembahasan.....                     | 3    |
| 1.4. Sistematika Penyajian.....                 | 3    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                    | 5    |
| BAB III LANDASAN TEORI.....                     | 7    |
| 3.1. Segmentasi .....                           | 7    |
| 3.2. <i>Level Set</i> .....                     | 8    |
| 3.3. <i>Fuzzy Clustering</i> .....              | 9    |
| 3.4. <i>Parallel Processing</i> .....           | 10   |
| 3.5. NVIDIA CUDA .....                          | 11   |
| BAB IV METODOLOGI PENELITIAN .....              | 14   |
| 4.1. Alat Penelitian.....                       | 14   |
| 4.2. Langkah-langkah Penelitian .....           | 15   |
| 4.3. Penjelasan Algoritma Program.....          | 18   |
| BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....                | 46   |
| 5.1. Rencana Pengujian .....                    | 46   |
| 5.2. Hasil Pengujian .....                      | 47   |
| BAB VI PENUTUP .....                            | 72   |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 6.1. Kesimpulan ..... | 72 |
| 6.2. Saran .....      | 72 |
| DAFTAR PUSTAKA .....  | 73 |





## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 1.1 Contoh Segmentasi terhadap Suatu Objek.....  | 2  |
| Gambar 3.1 Gambaran umum proses segmentasi .....  | 7  |
| Gambar 3.2 Perbedaan arsitektur GPU dan CPU.....  | 10 |
| Gambar 3.3 Arsitektur memori pada CUDA.....   | 11 |
| Gambar 3.4 Organisasi Block dan Thread yang disimpan dalam Array.....   | 12 |
| Gambar 4.1. Flowchart dari penelitian .....   | 16 |
| Gambar 4.2. Flowchart algoritma Fuzzy C-Means .....   | 19 |
| Gambar 4.3. Flowchart algoritma Level Set Segmentation .....  | 26 |
| Gambar 5.1 Grafik Perbandingan kecepatan eksekusi CPU dan GPU.....  | 48 |
| Gambar 5.2 Hasil Segmentasi Citra Uji 1 menggunakan CPU dan GPU dengan 500 Iterasi.....                               | 49 |
| Gambar 5.3 Hasil Segmentasi Citra Uji 2 menggunakan CPU dan GPU dengan 500 Iterasi.....                               | 50 |
| Gambar 5.4. Hasil Segmentasi Citra Uji 3 menggunakan CPU dan GPU dengan 2500 Iterasi.....                             | 51 |
| Gambar 5.5. Hasil Segmentasi Level Set & Fuzzy Clustering Citra Uji 1 menggunakan CPU dan GPU dengan 53 Iterasi.....  | 54 |
| Gambar 5.6. Hasil Fuzzy Clustering Citra Uji 1 .....  | 55 |
| Gambar 5.7 Hasil Segmentasi Level Set & Fuzzy Clustering Citra Uji 2 menggunakan CPU dan GPU dengan 53 Iterasi.....   | 56 |
| Gambar 5.8. Hasil Fuzzy Clustering Citra Uji 2 .....  | 57 |
| Gambar 5.9. Hasil Segmentasi Level Set & Fuzzy Clustering Citra Uji 3 menggunakan CPU dan GPU dengan 53 Iterasi.....  | 58 |
| Gambar 5.10. Hasil Fuzzy Clustering citra uji 3.....  | 59 |
| Gambar 5.11. Hasil Segmentasi Level Set & Fuzzy Clustering Citra Uji 4 menggunakan CPU dan GPU dengan 53 Iterasi..... | 60 |
| Gambar 5.12. Hasil Fuzzy Clustering Citra Uji 4.....  | 61 |
| Gambar 5.13. Hasil Segmentasi Level Set & Fuzzy Clustering Citra Uji 5 menggunakan CPU dan GPU dengan 53 Iterasi..... | 62 |
| Gambar 5.14. Hasil Fuzzy Clustering Citra Uji 5.....  | 63 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 5.15. Hasil Segmentasi Level Set & Fuzzy Clustering Citra Uji 6 menggunakan CPU dan GPU dengan 53 Iterasi..... | 64 |
| Gambar 5.16. Hasil Fuzzy Clustering Citra Uji 6.....  | 65 |
| Gambar 5.17. Hasil Segmentasi Level Set & Fuzzy Clustering Citra Uji 7 menggunakan CPU dan GPU dengan 56 Iterasi..... | 66 |
| Gambar 5.18. Hasil Fuzzy Clustering Citra Uji 7.....  | 67 |
| Gambar 5.19. Hasil Segmentasi Level Set & Fuzzy Clustering Citra Uji 8 menggunakan CPU dan GPU dengan 53 Iterasi..... | 68 |
| Gambar 5.20. Hasil Fuzzy Clustering Citra Uji 8.....  | 68 |



## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 4.1. Spesifikasi Komputer-1 yang digunakan untuk Pengujian.....  | 14 |
| Tabel 4.2. Spesifikasi Komputer-2 yang digunakan untuk Pengujian.....  | 14 |
| Tabel 5.1. Perbandingan Waktu Eksekusi CPU dan GPU untuk Citra berukuran (225 x 225).....                                | 47 |
| Tabel 5.2. Perbandingan Waktu Eksekusi CPU dan GPU untuk Citra berukuran (512 x 512).....                                | 47 |
| Tabel 5.3. Perbandingan Waktu Eksekusi CPU dan GPU untuk Citra berukuran (1800 x 1560).....                              | 47 |
| Tabel 5.4. Tabel perbandingan hasil penelitian metode Level Set.....   | 52 |
| Tabel 5.5. Tabel perbandingan hasil penelitian metode Level Set & Fuzzy Clustering.....                                  | 53 |
| Tabel 5.6. Perbandingan Waktu Eksekusi Fuzzy Clustering CPU dan GPU untuk Citra berukuran (225 x 225).....               | 55 |
| Tabel 5.7. Perbandingan Waktu Eksekusi Level Set & Fuzzy Clustering CPU dan GPU untuk Citra berukuran (225 x 225).....   | 56 |
| Tabel 5.8. Perbandingan Waktu Eksekusi Fuzzy Clustering CPU dan GPU untuk Citra berukuran (250 x 200).....               | 57 |
| Tabel 5.9. Perbandingan Waktu Eksekusi Level Set & Fuzzy Clustering CPU dan GPU untuk Citra berukuran (250 x 200).....   | 57 |
| Tabel 5.10. Perbandingan Waktu Eksekusi Fuzzy Clustering CPU dan GPU untuk Citra berukuran (512 x 512).....              | 59 |
| Tabel 5.11. Perbandingan Waktu Eksekusi Level Set & Fuzzy Clustering CPU dan GPU untuk Citra berukuran (512 x 512).....  | 59 |
| Tabel 5.12. Perbandingan Waktu Eksekusi Fuzzy Clustering CPU dan GPU untuk Citra berukuran (512 x 512).....              | 61 |
| Tabel 5.13. Perbandingan Waktu Eksekusi Level Set & Fuzzy Clustering CPU dan GPU untuk Citra berukuran (512 x 512).....  | 61 |
| Tabel 5.14. Perbandingan Waktu Eksekusi Fuzzy Clustering CPU dan GPU untuk Citra berukuran (768 x 1024).....             | 63 |
| Tabel 5.15. Perbandingan Waktu Eksekusi Level Set & Fuzzy Clustering CPU dan GPU untuk Citra berukuran (768 x 1024)..... | 63 |

|   |    |
|---|----|
| Tabel 5.16. Perbandingan Waktu Eksekusi Fuzzy Clustering CPU dan GPU untuk Citra berukuran (1024 x 1024).....             | 65 |
| Tabel 5.17. Perbandingan Waktu Eksekusi Level Set & Fuzzy Clustering CPU dan GPU untuk Citra berukuran (1024 x 1024)..... | 65 |
| Tabel 5.18. Perbandingan Waktu Eksekusi Fuzzy Clustering CPU dan GPU untuk Citra berukuran (1766 x 1595).....             | 67 |
| Tabel 5.19. Perbandingan Waktu Eksekusi Level Set & Fuzzy Clustering CPU dan GPU untuk Citra berukuran (1766 x 1595)..... | 67 |
| Tabel 5.20. Perbandingan Waktu Eksekusi Fuzzy Clustering CPU dan GPU untuk Citra berukuran (900 x 1920).....              | 69 |
| Tabel 5.21. Perbandingan Waktu Eksekusi Level Set & Fuzzy Clustering CPU dan GPU untuk Citra berukuran (900 x 1920).....  | 69 |
| Tabel 5.22. Perbandingan Eksekusi CPU dan GPU pada komputer uji pertama untuk Proses Komputasi Clustering.....            | 70 |
| Tabel 5.23. Perbandingan Eksekusi CPU dan GPU pada komputer uji kedua untuk Proses Komputasi Level Set.....               | 70 |

## DAFTAR SIMBOL



|                |                         |
|----------------|-------------------------|
| $\emptyset$    | Fungsi <i>Level Set</i> |
| $\nabla$       | Fungsi <i>Gradient</i>  |
| *              | Konvolusi               |
| $\delta$       | Fungsi <i>Dirac</i>     |
| $\nabla^2$     | Laplacian               |
| $\nabla \cdot$ | Fungsi <i>Divergent</i> |
| $P'$           | Fungsi Potensial        |
| $g$            | Indikator Tepi          |
| $K$            | Kelengkungan kurva      |
| $\Delta t$     | <i>Timestep</i>         |

## Intisari

### SEGMENTASI CITRA MEDIS MENGGUNAKAN METODE *LEVEL SET* DAN *FUZZY CLUSTERING* BERBASIS *PARALLEL PROCESSING*

Intisari

Albertus Travis Na

150708192

Kesehatan merupakan salah satu hal yang penting dalam hidup manusia. Salah satu hal yang dapat mengancam kesehatan manusia sendiri merupakan penyakit atau kelainan yang terdapat di dalam tubuh. Oleh karena itu diperlukan bantuan alat medis untuk dapat melihat kelainan atau penyakit yang terdapat dalam tubuh manusia tersebut. Hasil dari alat medis tersebut merupakan citra medis yang akan dianalisis oleh ahli. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan segmentasi terhadap citra medis itu sendiri. Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah metode kombinasi *Level Set* dan *Fuzzy Clustering*. Metode ini mengkombinasikan proses inialisasi dengan menggunakan *Fuzzy Clustering* dan meneruskan hasil dari proses inialisasi tersebut dengan menggunakan metode *Level Set*. Selain itu pemrograman paralel dengan menggunakan GPU CUDA juga digunakan untuk mempercepat waktu yang diperlukan untuk proses segmentasi. Hasil dari metode kombinasi *Level Set & Fuzzy Clustering* dapat mempercepat proses komputasi sampai dengan 45 kali lipat daripada hanya menggunakan metode *Level Set* saja untuk 8 kali percobaan dengan dimensi citra medis yang berbeda-beda. Selain itu, pemrosesan paralel dengan menggunakan GPU CUDA juga dapat mempercepat proses komputasi sampai dengan 25 kali lipat dari program serial (CPU).

Kata kunci : *Level Set*, *Fuzzy Clustering*, GPU CUDA, Segmentasi, Citra Medis

Dosen Pembimbing I : Dr. Pranowo, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Ir. A. Djoko Budiyanto SHR, M.Eng., Ph.D.

Jadwal Sidang Tugas Akhir : 24 April 2019