

**SEGMENTASI CITRA X-RAY THORAX MENGGUNAKAN METODE
GEOMETRIC ACTIVE CONTOUR BERBASIS ANDROID**

SKRIPSI

**Oleh:
ABUNAWAS ARIFANDI
NIM. 17650020**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**SEGMENTASI CITRA X-RAY THORAX MENGGUNAKAN METODE
GEOMETRIC ACTIVE CONTOUR BERBASIS ANDROID**

SKRIPSI

Oleh:
ABUNAWAS ARIFANDI
NIM. 17650020

Diajukan kepada:
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023

HALAMAN PERSETUJUAN

**SEGMENTASI CITRA X-RAY THORAX MENGGUNAKAN METODE
GEOMETRIC ACTIVE CONTOUR BERBASIS ANDROID**

SKRIPSI

Oleh:

ABUNAWAS ARIFANDI

NIM. 17650020

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji

Tanggal: 15 Desember 2023

Pembimbing I,



Dr. Ir. M. Amin Hariyadi, M.T
NIP. 19670018 200501 1 001

Pembimbing II,



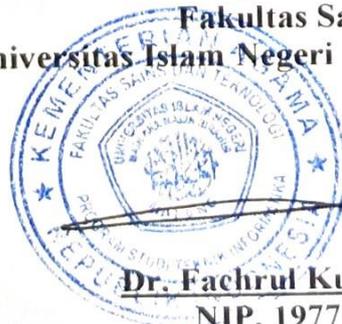
Ajib Hanani, M.T
NIDT. 19840731 20160801 1 076

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Informatika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPM
NIP. 197710 20200912 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

SEGMENTASI CITRA X-RAY THORAX MENGGUNAKAN METODE GEOMETRIC ACTIVE CONTOUR BERBASIS ANDROID

SKRIPSI

Oleh:

ABUNAWAS ARIFANDI

NIM. 17650020

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 15 Desember 2023

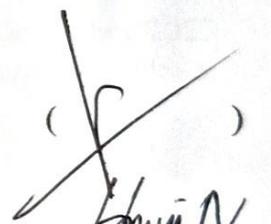
Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji : Dr. Irwan Budi Santoso, M.Kom
NIP. 19770103 201101 1 004

Anggota Penguji 1 : Hani Nurhayati, M.T
NIP. 19780625 200801 2 006

Anggota Penguji 2 : Dr. Ir. Mokhamad Amin Hariyadi, M.T
NIP. 19670018 200501 1 001

Anggota Penguji 3 : Ajib Hanani, M.T
NIDT. 19840731 20160801 1 076

()
()
()
()

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang**




Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPM
NIP. 19771020 200912 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Abunawas Arifandi

NIM : 17650020

Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika

Judul Skripsi : Segmentasi Citra *X-Ray Thorax* Menggunakan Metode *Geometric Active Contour* Berbasis Android

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 15 Desember 2023
Yang membuat pernyataan,



Abunawas Arifandi
NIM. 17650020

MOTTO

“Tidak ada mimpi yang gagal, yang ada hanyalah mimpi yang tertunda.
Cuman sekiranya kalau teman-teman merasa gagal dalam mencapai mimpi
Jangan khawatir, mimpi-mimpi lain bisa diciptakan”

Windah Basudara

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Syukur Alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus menyelesaikan Skripsi yang berjudul “*Segmentasi citra x-ray thorax menggunakan metode geometric active contour berbasis android*” ini dengan lancar dan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik begitu juga keluarga, para sahabat dan para pengikutnya seluruh umat Islam.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih teiring do'a dan harapan jazakumullah ahsanal jaza' kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA, selaku rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Ir. Mokhammad Amin Hariyadi dan Ajib Hanani, M.T selaku dosen pembimbing Skripsi, yang telah banyak memberikan pengarahan dan pengalaman yang berharga.
5. Segenap sivitas akademika Program Studi Teknik Informatika, terutama seluruh dosen, terima kasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.
6. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang senantiasa memberikan doa dan restunya kepada penulis dalam menuntut ilmu.
7. Anggota keluarga dan kerabat yang selalu memberikan doa dan semangat kepada penulis.
8. Para jajaran Pengasuh Pusat Mahad Al-Jamiah (MSAA UIN Malang)
9. Saudara dan teman se-pengabdian di Pusat Mahad Al-Jamiah (MSAA UIN Malang)
10. Dr. KH. Halimi Zuhdy (Ketua RMI NU Kota Malang), para Kiyai dan Bu nyai Pengurus RMI NU Kota Malang yang selalu memberikan panutan dan keberkahan.
11. Saudara UNOCORE (Teknik Informatika Angkatan 2017) yang menjadi teman dalam menuntut ilmu.
12. Keluarga besar DIS Corporation, Inagata Technosmith, DOT Indonesia dan PTIPD UIN malang, yang telah memberikan banyak pengalaman.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga Skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi. Aamiin Ya Rabbal 'Alamin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, 15 Desember 2023

Abunawas Arifandi

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR BARIS KODE	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
المستخلص	xvi
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pernyataan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II Tinjauan Pustaka.....	5
2.1 Penelitian Terkait	5
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Segmentasi Citra	9
2.2.2 Segmentasi Geometric Active Contour.....	14
2.2.3 Citra Medis.....	16
2.2.4 Citra X-Ray.....	17
2.2.5 Paru-paru	18
2.2.6 Validasi.....	19
BAB III Metodologi Penelitian	22
3.1 Desain Sistem	22
3.2 Objek citra yang diteliti	24
3.3 Perancangan Antarmuka	42
3.4 Pengujian Sistem	44
BAB IV Implementasi dan Pengujian.....	46
4.1 Spesifikasi Sistem	47
4.1.1 Spesifikasi Server.....	47
4.1.2 Spesifikasi Device Mobile	47
4.2 Implementasi Metode Segmentasi Citra X-Ray Thorax Menggunakan <i>Geometric Active Contour</i>	48
4.2.1 Implementasi Server.....	48
4.2.2 Program Utama	54
4.2.3 Pre-processing Citra X-Ray	57
4.2.4 Segmentasi Geometric Active Contour.....	60

4.2.5 Validasi Sistem.....	67
4.2.6 Implementasi Mobile.....	69
4.3 Implementasi Antarmuka	72
4.3.1 Implementasi Tab Unggah Data.....	72
4.3.2 Implementasi Tab Hasil Segmentasi dan Akurasi.....	73
4.4 Pengujian dan Pembahasan	74
BAB V Kesimpulan dan Saran	78
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar citra <i>x-ray thorax</i>	18
Gambar 2.2 Anatomi Paru-paru	19
Gambar 2.3 Perbedaan antara segmentasi citra manual dengan segmentasi hasil percobaan	20
Gambar 2.4 Formulasi matriks dari TP, TN, FP, FN.....	21
Gambar 3.1 Desain Sistem.....	22
Gambar 3.2 Diagram Sistem Secara Umum	23
Gambar 3.3 Citra <i>X-Ray Thorax</i>	24
Gambar 3.4 Blok Diagram <i>Grayscale</i>	26
Gambar 3.5 Blok Diagram <i>Unsharp Mask</i>	27
Gambar 3.6 Hasil Citra Setelah Melalui Proses <i>Pre-processing</i>	28
Gambar 3.7 Diagram Alir <i>Geometric Active Contour</i>	289
Gambar 3.8 Inisialisasi Kurva Awal	30
Gambar 3.9 Visualisasi nilai SDF pada kurva	31
Gambar 3.10 Blok Diagram <i>Force Image Information</i>	33
Gambar 3.11 Representasi Koordinat x, y	34
Gambar 3.12 Blok Diagram <i>Curvature</i>	35
Gambar 3.13 Blok Diagram untuk memperbarui SDF	37
Gambar 3.14 Blok Diagram <i>Sussmand Method</i>	39
Gambar 3.15 Contoh Hasil Segmentasi	40
Gambar 3.16 Antarmuka Tab Unggah Data	43
Gambar 3.17 Antarmuka Tab Hasil Segmentasi.....	44
Gambar 3.18 Hasil Segmentasi Algoritma Deep Learning.....	45
Gambar 4.1 Alur Implementasi.....	46
Gambar 4.2 Tampilan Tab Unggah Data citra <i>x-ray thorax</i>	74
Gambar 4.3 Tab Hasil Segmentasi.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kebutuhan Data.....	25
Tabel 4.1 Spesifikasi server	47
Tabel 4.2 Spesifikasi <i>device mobile</i>	47
Tabel 4.3 Baris Kode App.py	48
Tabel 4.4 Penjelasan Fungsi dari Setiap Baris Kode dalam Tabel 4.3	50
Tabel 4.5 Barik Kode Index.html.....	51
Tabel 4.6 Fungsi Baris Kode pada Index.html.....	60
Tabel 4.7 Baris kode ProgramUtama.py	66
Tabel 4.8 Fungsi baris kode ProgramUtama.py	56
Tabel 4.9 Baris Kode PreProcessing.py	72
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Sistem	759

DAFTAR BARIS KODE

Baris Kode 4.1 App.py.....	48
Barik Kode 4.2. Index.html.....	51
Baris kode 4.3 ProgramUtama.py.....	55
Baris Kode 4.4 PreProcessing.py.....	58
Baris Kode 4.5. Implementasi Metode <i>Geometric Active Contour</i> pada File LungSegmentation.py.....	62
Baris Kode 4.6. Validasi.py.....	68
Baris Kode 4.7 activity_main.xml (antarmuka <i>mobile</i>).....	69
Baris Kode 4.8 MainActivity.kt.....	70

ABSTRAK

Arifandi, Abunawas. 2023 **Segmentasi Citra X-Ray Thorax Menggunakan Metode *Geometric Active Contour* Berbasis Android**. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. Ir. Mokhammad Amin Hariyadi, M.T (II) Ajib Hanani, M.T.

Kata Kunci: Pengolahan Citra, Citra *X-Ray Thorax*, *Geometric Active Contour*

Analisa paru-paru pada hasil foto sinar-x yang dilakukan secara manual memiliki kekurangan dalam hal kecepatan mengidentifikasi kelainan. Adanya kemajuan teknologi dalam pengolahan citra, diharapkan membantu mempercepat praktisi medis dalam mengidentifikasi kelainan pada paru-paru. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan segmentasi pada hasil foto sinar-x adalah *geometric active contours* dengan membandingkan ukuran hasil yang didapat dengan ukuran paru-paru yang memiliki keadaan normal. Metode ini dipilih karena memiliki kelebihan seperti kesederhanaan komputasi dan kemampuan untuk mengubah topologi kurva selama deformasi. Metode ini adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi tepi, sehingga memudahkan untuk menentukan objek paru-paru pada hasil foto sinar-x. Pada penelitian menggunakan 28 citra x-ray thorax. Untuk menguji kinerja dari metode yang diusulkan hasil akurasi yang didapat dibandingkan hasil segmentasi manual. Hasil yang didapatkan yaitu nilai akurasi terkecil dari pengujian adalah 88,1%, nilai akurasi terbesar dari pengujian adalah 95,9%, dan rata-rata hasil akurasi dari pengujian adalah 92%.

ABSTRACT

Arifandi, Abunawas. (2023). "**Thorax X-Ray Image Segmentation using Geometric Active Contour Method Based on Android.**" Undergraduate Thesis. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology. Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Advisors: (I) Dr. Ir. Mokhamad Amin Hariyadi, M.T. (II) Ajib Hanani, M.T.

Analyzing the lungs in manually conducted X-ray photo results has limitations in terms of speed in identifying abnormalities. With the advancement of technology in image processing, it is hoped to assist medical practitioners in expediting the identification of lung abnormalities. One method that can be used to segment X-ray photo results is geometric active contours by comparing the obtained size with the size of normal lungs. This method is chosen for its advantages such as computational simplicity and the ability to change curve topology during deformation. It is one of the methods that can be used to identify edges, thus facilitating the determination of lung objects in X-ray photo results. In the study, 28 chest X-ray images were used. To test the performance of the proposed method, the accuracy obtained was compared to manual segmentation results. The results obtained showed the smallest accuracy value from the testing was 88.1%, the largest accuracy value from the testing was 95.9%, and the average accuracy result from the testing was 92%.

Keywords: Image Processing, *X-Ray Thorax Image*, *Geometric Active Contour*

المستخلص

عارفندي، أبونواس. 2023. تجزئة صور الأشعة السينية (x-ray) للصدر باستخدام طريقة خطوط الهندسي النشطى المستندة إلى نظام أندرويد (android) الأُطْرُوخَة. برنامج دراسة الهندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانق. المشرفان: (أ) د. إر. محمد أمين هارياي الماجستير، (ب) عجيب حنائي، الماجستير

الكلمات الرئيسية: معالجة الصور، صورة الأشعة السينية (x-ray) للصدر، شكل الهندسي النشطى

أُنّ تحليل الرئة اليدوي بالأشعة السينية له قصور من حيث سرعة تحديد التشوهات. ومن المأمول أن يساعد التقدم التكنولوجي في معالجة الصور على تسريع ممارسي الطب في تحديد تشوهات الرئة. إحدى الطرق التي يمكن استخدامها لتجزئة صور الأشعة السينية هي الخطوط الهندسي النشطى من خلال مقارنة حجم النتائج التي تم الحصول عليها بحجم الرئتين الطبيعية. تم اختيار هذه الطريقة لأنها تتمتع بمزايا مثل البساطة الحسابية والقدرة على تغيير طوبولوجيا المنحنى أثناء التشوه. هذه الطريقة هي إحدى الطرق التي يمكن استخدامها لتحديد الحواف، مما يسهل تحديد أجسام الرئة في صور الأشعة السينية. استخدم البحث 28 صورة الأشعة السينية للصدر. لاختبار أداء الطريقة المقترحة، تمت مقارنة نتائج الدقة التي تم الحصول عليها مع نتائج التجزئة اليدوية. وكانت النتائج التي تم الحصول عليها أن أصغر قيمة دقة من الاختبار كانت 88.1%، وأكبر قيمة دقة من الاختبار كانت 95.9%، ومتوسط نتيجة الدقة من الاختبارات كانت 92.9%

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Paru-paru merupakan salah satu organ yang sangat penting dalam menjalankan sistem pernapasan. Ia adalah organ pernapasan atau respirasi yang berkaitan erat dengan sistem sirkulasi peredaran darah manusia atau makhluk hidup vertebrata yang menggunakan udara untuk bernapas. Fungsi utama dari paru-paru adalah untuk menukar oksigen (O^2) dari udara dengan karbon dioksida (CO^2) dari darah yang dinamakan proses bernapas (Budi, 2016). Jika fungsi daripada paru-paru terganggu, maka kesehatan di dalam tubuh manusia juga terganggu, karena kesehatan paru-paru sangat mempengaruhi kesehatan tubuh secara keseluruhan. Kelainan pada paru-paru merupakan gangguan kesehatan yang berbahaya. Pada umumnya, para praktisi medis menggunakan hasil foto atau citra dari sinar-x pada paru-paru pasien untuk mendiagnosis kelainan paru-paru yang diderita. Namun, identifikasi kelainan pada paru-paru kebanyakan masih menggunakan analisis manual (radiologi) pada hasil foto sinar-x. Analisa paru-paru pada hasil foto sinar-x yang dilakukan secara manual memiliki kekurangan dalam hal kecepatan mengidentifikasi kelainan. Dengan kemajuan teknologi dalam pengolahan citra, diharapkan membantu praktisi medis dalam mengidentifikasi kelainan pada paru-paru.

Land, Zworykin, dan Hatke mengawali pengembangan aplikasi pengolahan citra pada dunia biomedis yakni pada tahun 1958. Pada masa itu digunakanlah *electronic color translating microscope* dalam upaya memperagakan

citra *ultraviolet* pada layar televisi, khususnya untuk peragaan aliran sel-sel darah merah yang dilanjutkan dengan digunakannya sistem *cellscan* untuk analisis citra sel darah putih secara otomatis. Bahkan sampai dikembangkannya tomografi sinar-x yang digunakan untuk merekam dan meneliti keadaan otak maupun tubuh manusia secara keseluruhan (Watiningsih, 2012). Identifikasi kelainan paru-paru menggunakan pengolahan citra hasil foto sinar-x sendiri merupakan upaya untuk menganalisa kelainan secara terkomputerisasi dan diharapkan dapat menggantikan proses identifikasi secara manual yang digunakan selama ini.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kelainan paru-paru menggunakan citra adalah dengan melakukan segmentasi pada hasil foto sinar-x. Hasil yang dari segmentasi tersebut adalah objek paru-paru yang dapat diproses secara komputerisasi sehingga bisa dideteksi kelainan dengan membandingkan ukuran hasil yang didapat dengan ukuran paru-paru yang memiliki keadaan normal. Salah satu metode yang bisa digunakan adalah *geometric active contours*. Metode *geometric active contours* memiliki kelebihan seperti kesederhanaan komputasi dan kemampuan untuk mengubah topologi kurva selama deformasi. Metode *level set* adalah kelas metode evolusi kurva yang memiliki dasar model *geometric active contours*. Metode ini diperkenalkan oleh Osher-Sethian yang mengatasi masalah terkait dengan pendekatan minimalisasi energi klasik (Rian, 2017). Metode ini adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi tepi, sehingga memudahkan untuk menentukan objek paru-paru pada hasil foto sinar-x.

Pada penelitian ini akan dilakukan proses segmentasi pada citra sinar-x paru-paru menggunakan metode *geometric active contour* untuk meneliti apakah metode tersebut dapat digunakan untuk melakukan proses segmentasi pada citra sinar-x paru-paru. Jika proses segmentasi dapat dilakukan, akan diteliti juga nilai akurasi yang didapatkan dengan membandingkan hasil segmentasi menggunakan metode *geometric active contour* dengan hasil segmentasi manual.

1.2 Pernyataan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan dalam latar belakang, maka diperoleh suatu pernyataan masalah yaitu, seberapa besar nilai akurasi dari hasil segmentasi citra sinar-x paru-paru menggunakan metode *geometric active contour*.

1.3 Tujuan

Berdasarkan pernyataan masalah yang telah dibahas, tujuan penelitian yang dilakukan adalah untuk mengukur besar nilai akurasi metode *geometric active contour* dalam segmentasi citra sinar-x paru-paru.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Gambar yang dapat diproses dalam penelitian ini hanyalah hasil foto *x-ray thorax*.
2. Penelitian hanya dilakukan untuk melakukan proses hingga mendapatkan hasil segmentasi saja tanpa melakukan pengukuran terhadap hasil segmentasi.

3. Tidak digunakan untuk mengidentifikasi kelainan pada paru-paru dan hanya digunakan untuk melakukan proses segmentasi.
4. Perhitungan setelah segmentasi hanya digunakan untuk melakukan validasi guna mendapatkan nilai akurasi dari implementasi metode yang telah dibuat.
5. Dimensi atau resolusi dari citra sinar-x paru-paru yang digunakan adalah 256 pixel x 256 pixel dengan format *jpg (Joint Photographix Experts Group)*.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini dapat dimanfaatkan tenaga medis baik di rumah sakit ataupun tidak, khususnya untuk tenaga medis yang menangani permasalahan paru-paru, sehingga tenaga medis dapat melakukan diagnosa kelainan paru-paru lebih cepat dan akurat.
2. Penelitian ini dapat digunakan oleh Dokter spesialis paru-paru yang secara khusus bekerja menangani penyakit paru-paru, sehingga memudahkan dokter dalam mengetahui kelainan paru-paru yang diderita oleh pasien.
3. Penelitian ini dapat dimanfaatkan radiolog yang secara khusus bekerja melakukan pemrosesan sinar-x pada paru-paru untuk mempercepat perhitungan pada ukuran paru-paru.
4. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan bahwa metode *Geometric Active Contour* dapat digunakan untuk melakukan proses segmentasi pada citra sinar-x paru-paru serta mengukur tingkat akurasinya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab tinjauan pustaka membahas diantaranya penelitian terkait, landasan teori, serta metode yang digunakan penulis dalam penelitian.

2.1 Penelitian Terkait

Studi tentang segmentasi citra yang peneliti temukan pada artikel-artikel ilmiah maupun dari konferensi pada umumnya menjelaskan tentang metode yang dilakukan untuk mendapatkan akurasi dan efisiensi dalam melakukan segmentasi gambar. Studi yang peneliti temukan tidak jauh dari metode *Geometric Active Contour* dan pengolahan citra pada dunia medis.

Berdasarkan Penelitian Fevens (2006), Penulis melakukan segmentasi citra x-ray gigi yang digunakan untuk Analisa dalam lingkungan medis dengan menggunakan metode level set variasi otomatis. Pada penelitian ini, penulis menggunakan dua tahap untuk melakukan segmentasi yaitu tahap pelatihan dan tahap segmentasi. Pada tahap pelatihan gambar representatif yang dipilih disegmentasi menggunakan hirarki level-set deteksi wilayah. Kemudian hasil ekstraksi diikuti analisis komponen utama diterapkan dan hasilnya digunakan untuk melatih *support vector machine (SVM)*. Selama tahap segmentasi, rontgen gigi diklasifikasikan pertama kali oleh *SVM* yang terlatih. Klasifikasi menyediakan kontur awal yang dekat dengan batas yang benar untuk tiga *level set* berpasangan yang digerakkan oleh pemodelan patologis variasiional yang sangat mempercepat segmentasi *level set*. Penulis menunjukkan hasil eksperimen bahwa kerangka

segmentasi yang diusulkan mampu mempercepat segmentasi *level set* dalam lingkungan medis.

Pada penelitian yang dilakukan Zhang (2010), penulis mengusulkan metode segmentasi model kontur aktif berbasis wilayah baru. Model ini diimplementasikan dengan pemrosesan khusus bernama Selective Binary dan Gaussian Filtering Regularized Level Set (SBGFRLS), yang pertama-tama menjadikan fungsi *level set* menjadi biner, dan kemudian menggunakan kernel smoothing Gaussian untuk mengaturnya. Penulis menunjukkan hasil eksperimen pada gambar sintetik yang menunjukkan kelebihan dari metode yang diusulkan dari metode kontur aktif geodesik (GAC) dan kontur aktif Chan-Vese (C-V) dalam hal efisiensi dan akurasi.

Berdasarkan pendapat Konfeld (2013) pada penelitian yang dilakukan oleh penulis yaitu menyajikan metode baru untuk segmentasi gigi dengan interaksi pengguna yang minimal. Pada awalnya, perkiraan awal untuk kurva pemisah antara gigi dan gusi dihitung dan dioptimalkan dengan menggunakan kontur aktif. Langkah kedua menghitung lengkungan gigi dan celah antara gigi. Untuk mendeteksi setiap permukaan gigi dengan tepat, penulis akhirnya menempatkan ular di sekitar puncak setiap gigi.

Berdasarkan penelitian Zhang (2014) penelitian penulis dilakukan untuk memfasilitasi analisis gambar sinar-X digital untuk memisahkan latar belakang gambar. Metode segmentasi DAS(*watershed*) berbasis marker diusulkan untuk membuat segmen segmen gambar X-ray. Hasilnya, metode yang diusulkan dapat menjadi alat potensial untuk diagnosis dan kuantifikasi gambar sinar-X.

Menurut penelitian yang dilakukan Modava dan Akbarizadeh (2015), peneliti melakukan ekstraksi garis pantai dari gambar SAR menggunakan pengelompokan fuzzy spasial dan metode *active contour*. Penulis menyajikan pendekatan yang efisien untuk mengekstraksi garis pantai dari gambar SAR resolusi tinggi. Pertama, fuzzy clustering dengan batasan spasial diterapkan pada input gambar SAR. Selanjutnya, binarisasi dilakukan dengan menggunakan metode Otsu pada hasil fusi. Ketiga, filter morfologis digunakan pada gambar biner untuk menghilangkan segmen palsu setelah binarisasi. Untuk mengekstrak garis pantai, metode *level set* kontur aktif digunakan pada kontur awal dan diterapkan pada gambar input SAR untuk memperbaiki segmentasi. Hasil eksperimen pada gambar SAR resolusi rendah dan tinggi menunjukkan kinerja yang baik untuk ekstraksi garis pantai.

Pada penelitian, karya Santosh dan Antani (2017), peneliti melihat perlunya skrining populasi HIV di daerah terbatas sumber daya untuk paparan ke Tuberkulosis (TB), menggunakan posteroanterior chest radiographs (CXRs). Peneliti ingin mengetahui apakah simetri regio paru paru membantu mendeteksi kelainan paru paru menggunakan skrining sinar-X dada otomatis. Penulis menganalisis simetri regio paru menggunakan fitur bentuk multi-skala, dan tekstur fitur tepi plus. Untuk klasifikasi, Penulis telah melakukan kombinasi berdasarkan voting dari tiga klasifikasi berbeda: Bayesian network (BN), jaringan saraf persepsi multilayer (MLP) dan random forest (RF). Penulis telah menggunakan tiga koleksi patokan CXR yang disediakan oleh Perpustakaan Kedokteran Nasional AS, dan

Institut Nasional Penyakit Tuberkulosis dan Pernafasan India, dan telah mencapai akurasi maksimum akurasi pengamatan (ACC) sebesar 91,00%.

Pada penelitian Khadidos (2017), penulis mengusulkan metode berdasarkan kontur aktif yang diimplementasikan menggunakan metode *level set* untuk segmentasi gambar medis. Metode yang diusulkan menggunakan evolusi *level set* yang didasarkan pada minimalisasi fungsi energi objektif yang istilah energinya ditimbang menurut kepentingan relatifnya dalam mendeteksi batas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang diusulkan mengarah pada hasil deteksi batas yang lebih akurat daripada metode segmentasi *level set* berbasis tepi, khususnya di sekitar tepi yang lemah.

Berdasarkan pendapat Li (2018) di dalam penelitian penulis, diidentifikasi dan diklasifikasikannya algoritma untuk mengatasi masalah dengan mengenali objek secara akurat dan efektif. Pertama, proses pengolahan gambar awal diperoleh melalui *denoising*, *smoothness*, dan erosi gambar. Kemudian, Penulis menggunakan analisis granularitas dan metode morfologi untuk mengenali objek. Untuk identifikasi objek dan analisis objek, Penulis menghitung empat karakteristik setiap sel: area, kebulatan, faktor persegi panjang, dan perpanjangan. Akhirnya, Penulis mengelompokkan sel menggunakan metode kontur aktif yang dimodifikasi. Selain itu, Penulis menerapkan fitur kromatik untuk mengenali sel-sel kanker darah. hasil percobaan menunjukkan bahwa algoritma ini dapat mempercepat kecepatan deteksi.

Berdasarkan penelitian Choudhry dan Kapoor (2018), penulis mengusulkan metode *level set* berbasis *fuzzy* energi baru untuk segmentasi gambar medis. Metode

ini sangat menguntungkan jika digunakan untuk mensegmentasi gambar noise. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang diusulkan menawarkan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan metode terbaru lainnya untuk segmentasi gambar noise.

Roberts dan Spencer (2019) memperkenalkan istilah pemasangan baru yang lebih berguna dalam praktik daripada kerangka kerja *Chan-Vese*. Secara khusus, idenya adalah untuk mendefinisikan suatu istilah yang memungkinkan latar belakang terdiri dari beberapa daerah ketidakhomogenan. Peneliti memberikan hasil eksperimen komparatif untuk pendekatan alternatif guna menunjukkan keunggulan metode yang diusulkan dan memperluas kemungkinan penerapan metode ini.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Segmentasi Citra

Analisis citra biasanya mengacu pada pengolahan citra oleh komputer dengan tujuan menemukan objek apa saja yang disajikan pada citra tersebut. Segmentasi citra adalah salah satu proses pengolahan citra yang sangat penting guna menganalisis citra secara otomatis. Segmentasi citra terdiri dari proses membagi gambar menjadi bagian-bagian penyusunnya dan mengekstraksi bagian-bagian yang menarik atau yang dibutuhkan (objek) dari citra tersebut. Berbagai macam algoritma segmentasi citra telah dikembangkan dalam beberapa dekade terakhir dan jumlah metodenya terus meningkat setiap tahun (Zhang, 1996).

Segmentasi citra adalah langkah pertama dalam analisis citra dengan pengenalan pola. Segmentasi citra adalah komponen utama dan esensial dari analisa citra dan atau sistem pengenalan pola, yang merupakan salah satu proses paling sulit dalam pengolahan citra untuk menentukan kualitas hasil akhir dari analisis. Segmentasi citra adalah proses membagi citra menjadi bagian atau kawasan yang berbeda (Cheng, 2001).

Teknik-teknik yang populer digunakan untuk proses segmentasi citra adalah: metode *thresholding*, teknik berbasis deteksi tepi, teknik berbasis wilayah (*region*), teknik berbasis *clustering*, teknik berbasis *watershed*, teknik berbasis persamaan diferensial parsial, dan teknik berbasis jaringan saraf tiruan. Semua teknik ini berbeda penggunaannya dan caranya dalam melakukan pemrosesan segmentasi citra (Dilpreet, 2014).

1. *Thresholding*

Metode *thresholding* adalah metode yang paling sederhana dalam pemrosesan segmentasi citra. Metode ini membagi piksel gambar sesuai dengan tingkat intensitasnya. Metode ini digunakan pada gambar yang memiliki objek lebih terang daripada latar belakang. Pemilihan metode ini bisa manual atau otomatis, yaitu dapat didasarkan pada pengetahuan atau informasi sebelumnya tentang fitur dari gambar.

2. Teknik deteksi tepi (*edge based*)

Teknik deteksi tepi merupakan metode segmentasi berbasis tepi yang didasarkan pada perubahan laju nilai intensitas pada suatu citra karena nilai intensitas tunggal tidak memberikan informasi yang baik tentang tepi. Teknik

deteksi tepi menemukan tepi di mana turunan pertama intensitasnya lebih besar dari ambang tertentu atau turunan kedua memiliki persimpangan nol. Dalam metode segmentasi berbasis deteksi tepi, pertama-tama tepi dideteksi dan kemudian dihubungkan bersama untuk membentuk batas objek untuk mensegmentasi wilayah yang diperlukan. Metode dasar segmentasi berbasis dua sisi adalah: Histogram abu-abu dan metode berbasis Gradien. Untuk mendeteksi tepi salah satu teknik deteksi tepi dasar dapat digunakan *sobel operator, canny operator and Robert's operator*. Hasil dari metode ini pada dasarnya adalah citra biner. Ini adalah teknik struktural berdasarkan deteksi diskontinuitas.

3. Teknik berbasis wilayah (*region based*)

Metode berbasis wilayah adalah metode yang mensegmentasi citra ke dalam beberapa bagian wilayah yang mempunyai karakteristik yang sama. Ada dua teknik dalam teknik berbasis wilayah, yaitu:

- a. Metode perluasan wilayah (*region growing methods*). Metode segmentasi berbasis perluasan wilayah mensegmentasi citra ke dalam beberapa wilayah berdasarkan hasil perluasan dari wilayah awal yang di inisiasi (piksel awal). Wilayah awal ini dapat dipilih secara manual (berdasarkan pengetahuan sebelumnya) atau secara otomatis (berdasarkan aplikasi tertentu). Kemudian wilayah awal tersebut akan meluas tetapi terkontrol oleh hubungan antar piksel dan dengan bantuan pengetahuan sebelumnya dari masalah, maka perluasan wilayah akan berhenti.

b. Metode pemisahan dan penggabungan wilayah (*region splitting and merging method*). Metode segmentasi berbasis pemisahan dan penggabungan wilayah menggunakan dua teknik dasar, yaitu pemisahan dan penggabungan untuk mensegmentasi gambar menjadi berbagai wilayah. Pemisahan berarti membagi gambar secara berulang menjadi wilayah yang memiliki karakteristik serupa dan penggabungan digunakan untuk menggabungkan wilayah serupa yang berdekatan.

4. Metode Segmentasi berbasis pengelompokan (*Clustering*)

Teknik *clustering* adalah teknik yang mensegmentasi citra ke dalam kelompok piksel dengan karakteristik yang sama. Pengelompokan data (*data clustering*) adalah metode yang membagi elemen data menjadi kelompok sehingga elemen dalam kelompok yang sama lebih mirip satu sama lain daripada kelompok yang lain. Ada dua kategori dasar metode pengelompokan: Metode hierarki dan Metode berbasis partisi. Metode hierarki didasarkan pada konsep pohon. Dalam hal ini akar pohon mewakili seluruh *database* dan simpul internal mewakili kelompok (*cluster*). Di sisi lain metode berbasis partisi menggunakan metode optimasi secara *iteratif* untuk meminimalkan fungsi tujuan.

5. Metode *watershed*

Metode *watershed* menggunakan konsep interpretasi topologi. Dalam hal ini intensitas mewakili cekungan yang memiliki lubang di jarak minimum dari tempat jatuhnya air. Ketika air mencapai batas cekungan, cekungan yang berdekatan digabungkan menjadi satu. Untuk mempertahankan pemisahan,

bendungan cekungan diperlukan dan merupakan batas wilayah dari segmentasi. Bendungan cekungan dibuat dengan menggunakan dilasi. Metode *watershed* mempertimbangkan gradien citra sebagai permukaan topografi. Piksel yang memiliki gradien lebih banyak direpresentasikan sebagai batas yang kontinu.

6. Metode segmentasi berbasis persamaan parsial diferensial

Metode persamaan parsial diferensial adalah metode segmentasi yang cepat. Metode persamaan parsial diferensial baik digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan waktu yang cepat untuk pemrosesannya. Ada dua metode PDE dasar: filter difusi isotropik non linier (digunakan untuk menyempurnakan tepian) dan pemulihan variasi non-kuadrat cembung (digunakan untuk menghilangkan *noise*). Hasil dari metode PDE adalah kaburnya tepi dan batas yang dapat digeser dengan menggunakan operator tertutup. Metode PDE orde empat digunakan untuk mengurangi noise dari citra dan metode PDE orde dua digunakan untuk mendeteksi tepi dan batas dengan lebih baik.

7. Metode berbasis jaringan saraf tiruan (*artificial neural network*)

Metode segmentasi berbasis jaringan saraf tiruan mensimulasikan strategi pembelajaran otak manusia untuk tujuan pengambilan keputusan. Metode jaringan saraf tiruan banyak digunakan untuk segmentasi citra medis. Metode ini digunakan untuk memisahkan gambar yang diperlukan dari latar belakang. Jaringan saraf terbuat dari sejumlah besar *node* yang terkoneksi dan setiap koneksi memiliki bobot tertentu. Metode ini tidak bergantung pada PDE.

Metode segmentasi berbasis jaringan saraf tiruan memiliki dua langkah dasar: mengekstraksi fitur dan segmentasi dengan jaringan saraf.

2.2.2 Segmentasi Geometric Active Contour

Geometric Active Contour banyak digunakan sebagai salah satu metode untuk menentukan batas-batas objek dalam citra. Hal ini dikarenakan *Geometric Active Contour* memiliki langkah awal dengan menginisiasi kurva yang ditentukan oleh pengguna. Kurva tersebut akan berkembang secara dinamis pada citra untuk meminimalkan energi (panjangnya). Energinya dirancang sedemikian rupa sehingga minimumnya terjadi ketika jejak kurva melewati titik-titik piksel dengan gradien (perbedaan nilai piksel) yang tinggi pada citra. Karena batas-batas suatu objek sering ditentukan oleh titik-titik, kurva dari *Geometric Active Contour* tidak bergerak di batas tersebut (Yunmei, 2002).

GAC direpresentasikan secara implisit sebagai *level set* 2 Dimensi dengan fungsi evolusi menurut formulasi *euclidian*. GAC didasarkan pada teknik *level set* yang diimplementasikan melalui teori evolusi kurva dan tidak memiliki titik kontrol untuk menentukan batas (Al-Dualimi, 2016).

Proses segmentasi citra *x-ray thorax* menggunakan *geometric active contour* atau *geodesic active contour* (GAC). *Geometric active contour* adalah jenis model segmentasi kontur aktif yang mengembangkan ide-ide dari kurva Euclidean yang memperpendek evolusi. Kontur melebar dan menyempit tergantung pada deteksi objek pada gambar. Model-model ini sebagian besar terinspirasi oleh metode *level set*, dan telah banyak digunakan dalam komputasi gambar medis (Hemalatha, 2018).

Proses awal dari *Geometric active contour* adalah dengan menginisialisasi kurva awal C_0 dengan aliran geometri yang didapat dari evolusi kontur planar (persamaan 2.1)

$$C_t = g(C)(k - v)\vec{N} \quad (2.1)$$

Dengan g sebagai fungsi skalar indikator tepi, kN vektor kelengkungan, dan N sebagai vektor normal ke kurva dan v sebagai konstanta bebas.

Evolusi kurva terus merambat hingga nilai g menjadi nol yang menunjukkan kurva mencapai tepi wilayah atau objek yang diperlukan dari gambar. Dalam metode model kontur ini, parameter ular digantikan oleh panjang busur *Euclidean* yang ditentukan di dalam persamaan 2.2.

$$ds = |C_p| dp \quad (2.2)$$

Panjang busur *Euclidean* menggambarkan panjang kurva yang tidak teratur berdasarkan kelengkungan dan gaya energi. Gaya energi internal dan eksternal digabungkan bersama-sama yang mengarah ke minimum turunan fungsional dari aliran kurva geometris. Evolusi diferensial kelengkungan wilayah dalam suatu gambar diberikan oleh *Euler Lagrange* (Persamaan 2.3)

$$\frac{dC}{dt} = (g(C)k - \langle \nabla g, \vec{N} \rangle)\vec{N} \quad (2.3)$$

Pada rumus Dengan C didefinisikan sebagai fungsi jarak yang ditandai. *Geometric Active Contour* tergantung pada fungsi *level set* dan evolusi kurva planar geometris yang menggambarkan wilayah untuk segmentasi. Dengan menambahkan

area yang meminimalkan daerah (gaya balon), propagasi kontur terjadi secara internal dengan meminimalkan energi interior. Oleh karena itu, persamaan *Euler Lagrange* ditentukan sebagai penurunan terdalam yang ditunjukkan persamaan 2.4.

$$\frac{dC}{dt} = \left(g(C)k - \langle \nabla g, \vec{N} \rangle - \sigma g(C) \right) \vec{N} \quad (2.4)$$

Model kontur menggunakan kekuatan energi untuk gambar kurva aliran geometris. Kontur geometris dapat diperoleh berdasarkan daerah dan tepi dalam kelengkungan gambar.

2.2.3 Citra Medis

Perkembangan teknologi komputer sangat pesat, terbukti dengan kehadiran pengolahan citra digital (*image processing*). Pemanfaatan pengolahan citra digital mempunyai cakupan area pemanfaatan yang sangat luas, salah satu bidang keilmuan yang memanfaatkan berbagai fungsi pengolahan citra digital adalah ilmu kedokteran yang sering dikenal dengan citra medis (*medical image*). Berbagai modalitas pencitraan seperti foto *x-ray* atau rotgen, *computerized tomography* (CT), *Ultrasound* (US), maupun *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) digunakan untuk memperoleh citra medis. Hasil citra yang diperoleh adalah serangkaian irisan gambar medis dua dimensi (2D). Citra medis dapat digunakan untuk menunjukkan hingga bagian terdalam dari tubuh pasien, sehingga citra medis menjadi salah satu media utama dalam menganalisis suatu penyakit. Informasi di dalam citra medis sangat dibutuhkan bagi tenaga medis untuk mendiagnosis penyakit guna mendukung pengambilan *treatment* yang harus diberikan kepada pasien (Candra, 2013).

2.2.4 Citra X-Ray

Sinar-X (*X-Ray*) ditemukan oleh fisikawan Jerman Wilhelm Conrad Roentgen pada tahun 1895. Penemuan sinar-X mampu memberikan perubahan mendasar dalam bidang kedokteran. Penemuan ini kemudian dimanfaatkan oleh manusia untuk tujuan radiodiagnosa dalam bidang medis. Kemampuan sinar-X dalam membedakan kerapatan jaringan tubuh manusia yang berbeda memungkinkan informasi tentang tubuh manusia dapat diperoleh tanpa perlu melakukan operasi bedah. Pencitraan anatomi tubuh manusia menggunakan sinar-X dilakukan dengan menempatkan film fotografi di permukaan, di mana citra terbentuk karena perbedaan intensitas sinar-X yang terserap oleh bagian-bagian tubuh sebelum mencapai permukaan film. Kandungan unsur-unsur yang ada di dalam organ tubuh berpengaruh terhadap daya serap sinar-X (Mukhlis, 2014).

Sinar-X adalah jenis radiasi gelombang elektromagnetik yang memiliki kesamaan dengan gelombang radio, panas, cahaya, dan sinar ultraviolet, namun memiliki panjang gelombang yang jauh lebih pendek. Proses pembuatan gambar dari suatu objek menggunakan sinar-X dikenal sebagai radiografi, yang mana radiografi telah menjadi salah satu alat diagnosis utama di kedokteran (gigi, tulang, dan bagian dalam organ tubuh). Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, pemanfaatan sinar-X di bidang kedokteran nuklir menjadi salah satu cara untuk meningkatkan kesehatan masyarakat. Salah satu penunjang yang dipakai untuk mendiagnosis penyakit atau kelainan dalam tubuh manusia dikenal dengan istilah foto rontgen (Barunawaty, 2019).



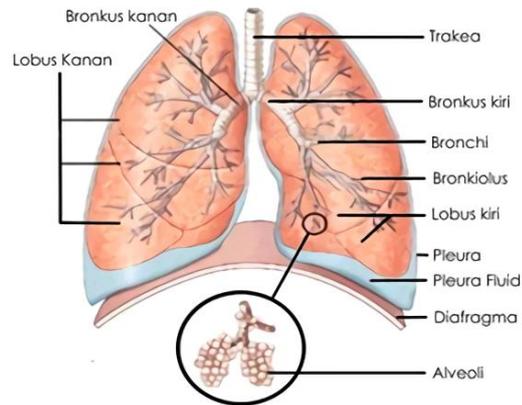
Gambar 2.1 Gambar citra *x-ray thorax*

2.2.5 Paru-paru

Paru-paru merupakan salah satu dari tiga komponen utama bersama hidung dan saluran pernapasan yang memiliki peran sangat penting dalam proses pernapasan manusia. Pernapasan menjadi hal yang krusial bagi keberlangsungan makhluk hidup karena aktivitas tubuh memerlukan oksigen. Terdapat sepasang paru-paru yang terletak di dalam rongga dada bagian kanan dan kiri. Paru-paru kanan terdiri dari 3 lobus atau gelambir, sedangkan paru-paru kiri memiliki 2 lobus atau gelambir. Di dalam paru-paru, terdapat sekitar 300 juta alveolus. Paru-paru dilindungi oleh selaput pleura di bagian luarnya untuk menghindari gesekan ketika melakukan proses pernapasan (Joko, 2010:9).

Paru-paru merupakan organ pernapasan yang terbagi menjadi dua bagian dan berlokasi di dalam dada (thorax). Fungsi utama dari paru-paru adalah untuk melakukan pertukaran gas antara udara di atmosfer dengan darah. Paru-paru beroperasi seperti pompa mekanik dengan peran ganda, yaitu menarik udara dari

atmosfer (O_2) ke dalam paru-paru (inspirasi) dan mengeluarkan udara alveolus (CO_2) dari tubuh (ekspirasi) (Ofisa, 2015).



Gambar 2.2 Anatomi Paru-paru

2.2.6 Validasi

Validasi atau pengujian ketelitian hasil segmentasi bertujuan untuk melihat kesalahan-kesalahan klasifikasi sehingga dapat diketahui persentase ketepatannya (akurasi) hasil segmentasi. Akurasi hasil segmentasi diuji menggunakan cara membuat matriks kesalahan (*error matrix*) atau matriks konfusi (*confusion matriks*) (Nurhadi, 2019).

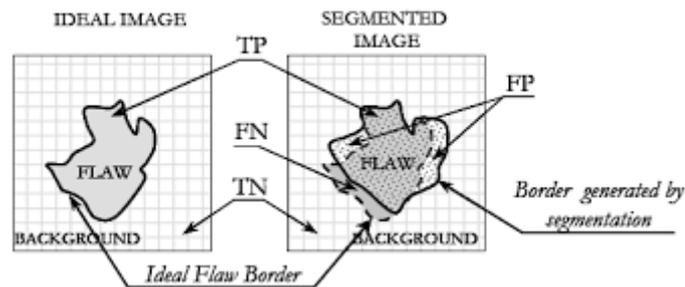
Validasi digunakan untuk menghitung nilai akurasi pada hasil segmentasi citra dengan membandingkan hasil percobaan segmentasi citra pada hasil segmentasi citra asli. Adapun persamaan untuk menghitung nilai tersebut ditunjukkan pada persamaan 2.5 (Lailyana, 2009).

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (2.5)$$

- TP adalah *true positive* (nilai kebenaran hasil citra dengan paru paru)

- TN adalah true negative (nilai kebenaran antara hasil citra dengan background)
- FP adalah *false positive* (nilai ketidaktepatan antara hasil citra dengan paru paru)
- FN adalah *false negative* (nilai ketidaktepatan antara hasil citra dengan background)

Nilai yang digunakan untuk validasi ditentukan dari jumlah piksel yang dilingkupi pada citra hasil percobaan, dan pada citra hasil segmentasi manual. Gambar 2.3 menggambarkan pembagian daerah TP, TN, FP, FN pada citra segmentasi manual dengan citra hasil percobaan (Lailyana, 2009).



Gambar 2.3 Perbedaan antara segmentasi citra manual dengan segmentasi hasil percobaan

Keempat nilai di atas (TP, TN, FP, FN) dihitung berdasarkan cakupan jumlah piksel yang dilingkupi dan dapat diformulasikan dengan matriks 2x2 seperti pada gambar 2.4

		True class		Measures
		Positive	Negative	
Predicted class	Positive	True positive TP	False positive FP	Positive predictive value (PPV) $\frac{TP}{TP+FP}$
	Negative	False negative FN	True negative TN	Negative predictive value (NPV) $\frac{TN}{FN+TN}$
Measures		Sensitivity $\frac{TP}{TP+FN}$	Specificity $\frac{TN}{FP+TN}$	Accuracy $\frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN}$

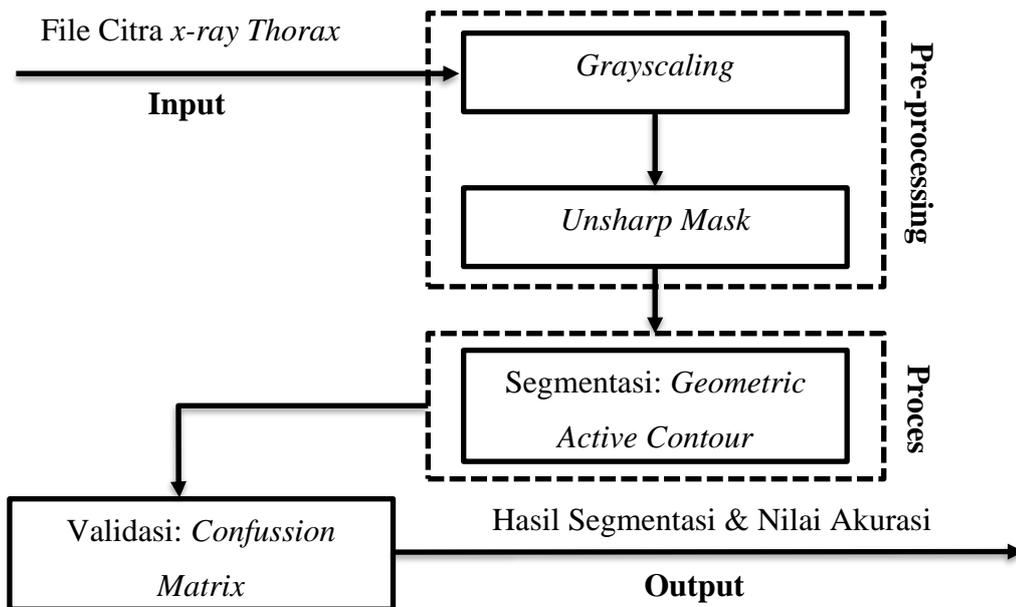
Gambar 2.4 Formulasi matriks dari TP, TN, FP, FN

BAB III

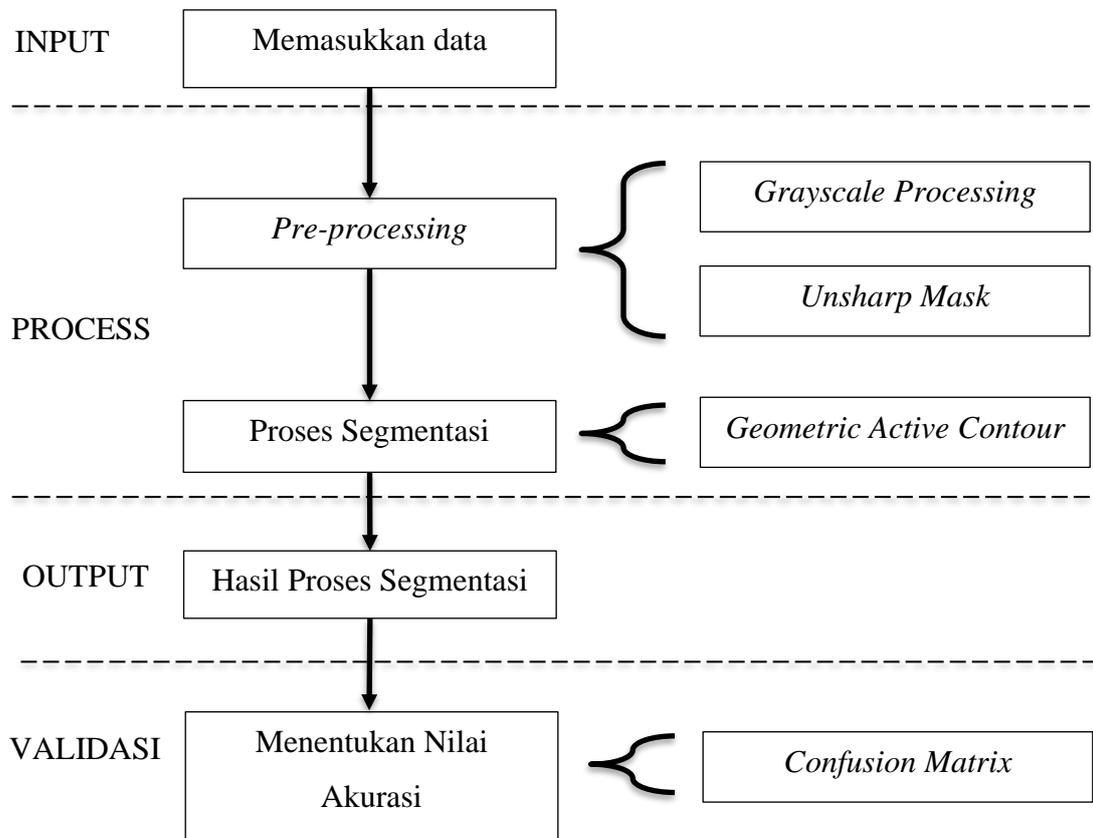
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Desain Sistem

Dalam bagian perencanaan sistem ini, akan dijelaskan langkah-langkah yang diperlukan bagi sistem untuk menerapkan segmentasi citra x-ray thorax dengan menggunakan pendekatan Metode *Geometric Active Contour*. Berdasarkan hasil analisis sistem, maka dibuatlah suatu rancangan sistem yang terbagi menjadi tiga bagian yang dimulai dari proses input data, kemudian dilanjutkan dengan process data, dan akan didapatkan hasil output data. Pada bagian process data, terdapat bagian pre-processing, presegmentation, dan segmentasi. Setelah melalui bagian process data, akan didapatkan output data berupa hasil segmentasi dan selang waktu selama proses pengolahan data berlangsung. Blok diagram jalannya sistem yang akan dibangun adalah sebagai berikut.



Gambar 3.1 Desain Sistem



Gambar 3.2 Diagram Sistem Secara Umum

Gambar 3.2 merupakan diagram alur segmentasi citra *x-ray thorax* menggunakan *Geometric Active Contour* secara garsi besar dalam penelitian ini.

Keterangan:

- i. Input gambar adalah citra *x-ray thorax*.
- ii. Pre-processing adalah proses penyiapan gambar sebelum masuk pada tahapan segmentasi.
- iii. Segmentasi *x-ray thorax* menggunakan metode *Geometric Active Contour*.
- iv. Setelah proses segmentasi selesai, akan didapatkan hasil berupa citra hasil segmentasi.

- v. Proses penentuan akurasi atau validasi menggunakan *confusion matrix*.

Penjelasan lebih lanjut dari desain sistem adalah sebagai berikut

3.2 Objek citra yang diteliti

Penelitian ini memerlukan data citra sebagai masukan (input) yang dibutuhkan untuk penelitian. Objek citra yang akan dianalisis dalam proses segmentasi menggunakan metode *Geometric Active Contour* adalah file citra x-ray thorax dengan format JPG/JPEG yang berdimensi persegi (1:1) dan memiliki resolusi sebesar 256 pixel untuk panjang dan tinggi. Contoh dari salah satu citra yang akan dianalisis dapat ditemukan dalam Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Citra *X-Ray Thorax*

Data yang akan digunakan untuk implementasi adalah data citra *x-ray thorax* dari pasien. Terdapat dua jenis data yang dikumpulkan, yaitu data citra *x-ray thorax* yang sudah tersegmentasi secara manual dengan adobe photoshop, dan data citra *x-ray thorax* asli yang nantinya akan dilakukan implementasi metode *geometric active contour*. Data yang dikumpulkan dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Kebutuhan Data

No.	Kebutuhan Data	Sumber Data	Metode	Kegunaan Data
1	Data citra <i>x-ray thorax</i>	http://www.isi.uu.nl/Research/Databases/SCR	<i>Download</i>	Data citra yang akan diimplementasi pada sistem
2	Data segnetasi manual citra <i>x-ray thorax</i>	Data citra <i>x-ray thorax</i> (yang telah terunduh)	<i>Adobe Photoshop</i>	Validasi hasil segmentasi pada sistem

Data yang dikumpulkan dari sumber data berjumlah 28 data dengan karakteristik data berupa file gambar atau citra dengan format JPG/JPEG (*Joint Photographix Experts Gropup*) berdimensi 1:1 dengan panjang piksel 256 x 256. Terdapat 20 data training yang didapatkan dari hasil segmentasi manual dan 20 data testing yang nantinya digunakan untuk melihat performa dari sistem yang telah dibuat.

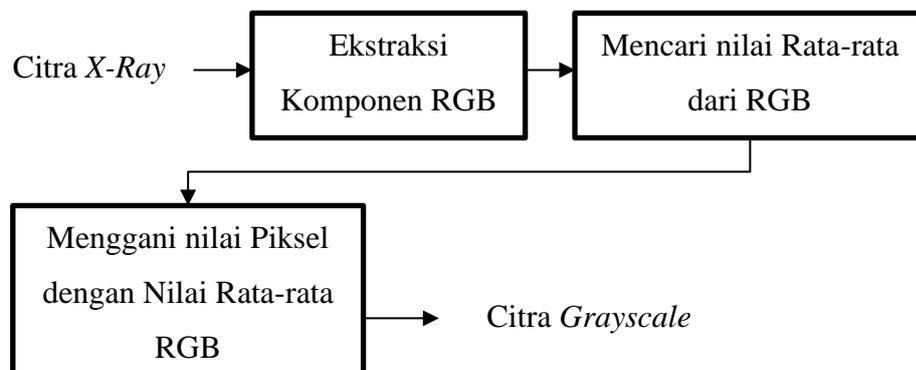
3.1.1. Pre-processing (Tahap Awal)

Sebelum melakukan tahapan pemrosesan berikutnya, diperlukan serangkaian langkah awal yang disebut pre-processing pada citra. Tujuan utama dari langkah ini adalah untuk mengolah gambar sehingga memperoleh pola yang lebih mudah diinterpretasikan. Proses pre-processing ini melibatkan konversi citra ke skala

keabuan (Grayscale), proses interpolasi, dan meningkatkan ketajaman citra dengan menggunakan metode *unsharp mask*.

a. *Graysacling*

Grayscale adalah istilah yang mengacu pada citra yang terdiri dari skala warna yang mencakup putih, abu-abu, dan hitam, di mana hitam memiliki nilai minimum (dalam format RGB yaitu 0) sementara putih memiliki nilai maksimum (dalam format RGB yaitu 255). Nilai dari setiap pixel dari citra akan disamakan dengan cara mengambil nilai Red, Green, dan Blue dari pixel kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan angka 3. Dengan cara tersebut akan dihasilkan pixel yang memiliki nilai RGB yang sama yang berarti akan membentuk citra Grayscale. Contohnya pada salah satu piksel pada citra yang mempunyai nilai Green 211, nilai Red 17, nilai Blue 60. Maka perhitungannya menggunakan rumus $(R+G+B)/3$, dengan kata lain dilakukan perhitungan $(211+17+60)/3$ yang didapatkan hasil 96. Nilai 96 ini akan diinisiasi pada piksel tersebut menjadi nilai *Red, Green, dan Blue* yang baru, sehingga nilai *Red, Green, dan Blue* pada piksel tersebut memiliki nilai yang sama yaitu 96. Proses tersebut dilakukan pada seluruh piksel pada citra, sehingga didapatkan citra *grayscale*.



Gambar 3. 4 Blok Diagram Proses *Grayscale*

Setelah melakukan proses *grayscale* seperti pada Gambar 3.4 maka akan didapatkan citra *grayscale* dari citra input, kemudian citra *grayscale* tersebut proses filter *unsharp mask*.

b. *Unsharp Mask*

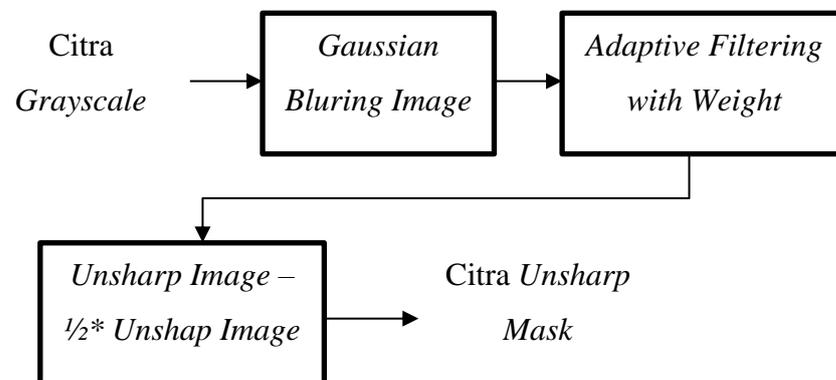
Unsharp mask merupakan salah satu metode pemrosesan citra yang digunakan untuk menajamkan kualitas citra. Fungsi dari *unsharp mask* terdapat pada persamaan 3.1.

Sharpen filter

$$F + \alpha (F - F * H) = (1 + \alpha) F - \alpha (F * H) = F * ([1 + \alpha] e - \alpha H) \quad (3.1)$$

↑ image ↑ "detail layer" ↑ (a unit impulse)
 Sharpening amount Blurred image

Multiplying out alpha and collecting like terms Distribute to represent as convolution with a single kernel



Gambar 3.5 Blok Diagram *Unsharp Mask*

Ketika proses *unsharp mask* seperti pada Gambar 3.5 sudah dijalankan untuk melakukan *Pre-processing* pada citra *x-ray thorax* yang telah dimasukkan ke dalam sistem, maka hasil dari *Pre-processing* akan menghasilkan citra baru yang ditunjukkan pada Gambar 3.6



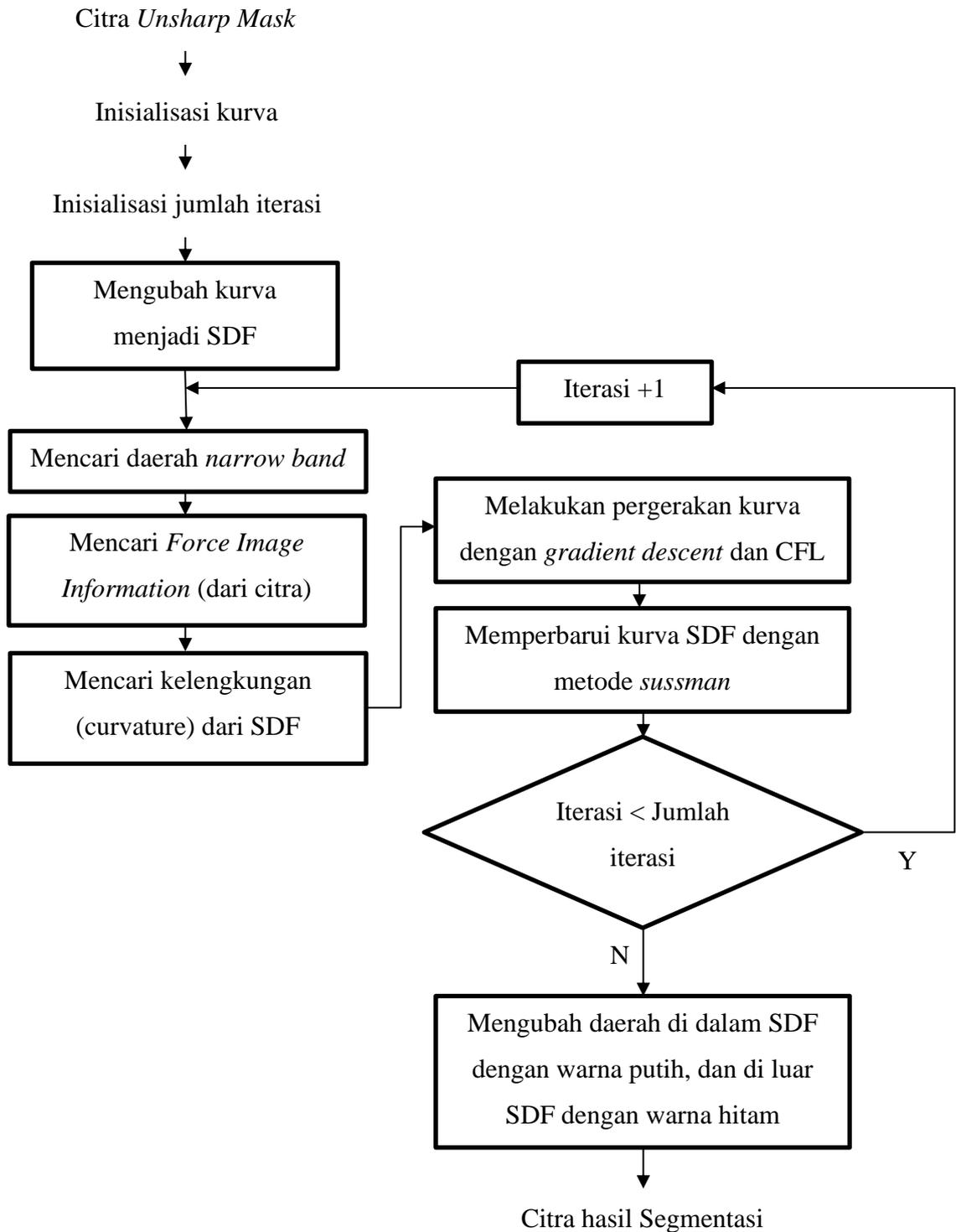
Gambar 3.6 Hasil Citra Setelah Melalui Proses *Pre-processing*

3.1.2. Segmentasi *Geometric Active Contour*

Setelah citra *x-ray thorax* telah melalui tahap *pre-processing*, maka tahap selanjutnya adalah proses segmentasi menggunakan *geometric active contour* dengan tahapan proses sebagai berikut

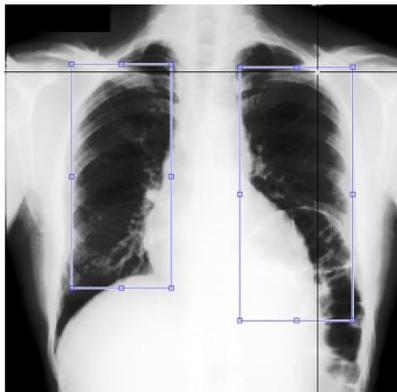
1. Membuat kurva awal pada citra (*mask*)
2. Mengubah kurva menjadi SDF (*Signed distance field*) untuk menghitung jarak transformasi dari kurva
3. Menentukan wilayah *Narrow Band* (wilayah di sekitar kurva)
4. Menghitung energi dari citra
5. Menghitung kelengkungan (*curvature*) sepanjang SDF dengan menggunakan turunan kedua dari SDF.
6. Memperbarui SDF dengan menggunakan *gradient descent* dan CLF
7. Membuat ulang SDF menggunakan metode *sussmand*

Diagram alir dari proses *geometric active contour* dapat dilihat pada gambar 3.7



Gambar 3.7. Diagram alir *Geometric active contour*

Tahap awal dari segmentasi GAC adalah dengan membuat bentuk kurva awal pada citra dan menentukan jumlah iterasi dari jalannya metode. Pada penelitian ini kurva awal berbentuk persegi panjang dan diinisialisasi pada bagian citra *x-ray thorax* seperti pada gambar 3.8. Kurva awal ditentukan dengan memilih nilai dari posisi piksel yang dipilih pada citra $f(x,y)$. Untuk menentukan kurva awal yang akan digunakan untuk mensegmentasi paru-paru bagian kiri, contohnya dapat diinisialisasi kurva awal dengan koordinat 4 titik piksel $f(x,y)$ dengan ketentuan $f_1(20,10), f_2(40,10), f_3(40,200), f_4(20,200)$. Maka akan dihasilkan kurva berbentuk persegi panjang seperti gambar seperti pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Inisialisasi Kurva Awal

Setelah kurva awal dibuat, maka kurva akan diubah menjadi SDF (*signed distance map*). SDF adalah fungsi yang akan digunakan untuk menetapkan bilangan riil yang mewakili jarak dari suatu piksel ke kurva. Fungsi untuk mendapatkan nilai SDF yang diambil dari kurva dapat dilihat pada persamaan 3.2

$$\phi_{x,y} = |x - p_x| + |y - p_y| - r \quad (3.2)$$

$\phi_{x,y}$ = signed distance field dari piksel pada koordinat (x, y)

x dan y = titik koordinat

p_x dan p_y = koordinat dari pusat objek

r = radius dari objek

8.5	8.2	8.1	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.1	8.2	8.5
7.6	7.3	7.1	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.1	7.3	7.6
6.7	6.3	6.1	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.3	6.7
5.8	5.4	5.1	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	5.4	5.8
5.0	4.5	4.1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.5	5.0
4.2	3.6	3.2	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.2	3.6	4.2
3.6	2.8	2.2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.8	3.6
3.2	2.2	1.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.4	2.2	3.2
3.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	3.0
3.2	2.2	1.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.4	2.2	3.2
3.6	2.8	2.2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.8	3.6
4.2	3.6	3.2	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.2	3.6	4.2
5.0	4.5	4.1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.5	5.0
5.8	5.4	5.1	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	5.4	5.8
6.7	6.3	6.1	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.3	6.7
7.6	7.3	7.1	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.1	7.3	7.6

Gambar 3.9 Visualisasi nilai SDF pada kurva

Setelah nilai jarak dari seluh piksel ke kurva diketahui melalui SDF, maka tahap selanjutnya adalah dengan mencari piksel-piksel yang berjarak 3 dari kurva.

Daerah yang mencakup piksel-piksel ini nantinya akan disebut daerah *narrow band*, daerah yang nantinya akan digunakan metode untuk evolusi kurva

Tahap selanjutnya adalah mencari nilai *force image information* pada setiap piksel di daerah *narrow band* yang diterapkan pada data citra. Setiap nilai piksel pada daerah *narrow band* akan dipisahkan menjadi dua bagian wilayah, yaitu wilayah interior yang terdiri dari piksel-piksel di dalam kurva, dan wilayah eksterior yang terdiri dari piksel-piksel di luar kurva. Selanjutnya pada setiap wilayah (interior & eksterior) dicari nilai rata-rata piksel pada wilayah tersebut. Setelah didapatkan nilai rata-rata piksel pada wilayah interior dan eksterior, maka nilai *force image information* pada tiap piksel akan didapatkan melalui persamaan 3.3 dan diagram alir pada Gambar 3.10.

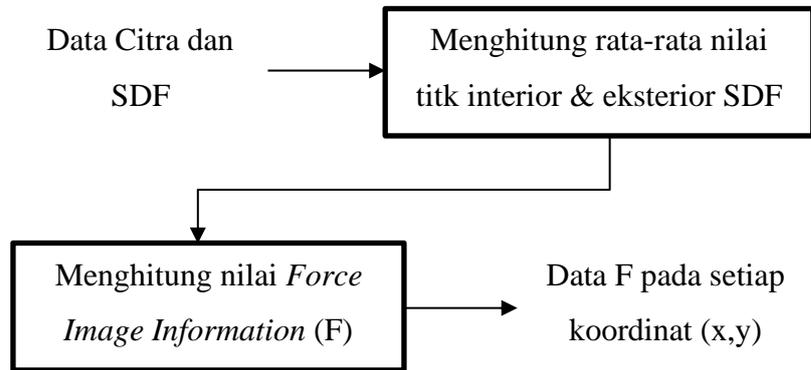
$$F(x, y) = (I(x, y) - u)^2 - (I(x, y) - v)^2 \quad (3.3)$$

$F(x,y)$ = *force image information* piksel pada koordinat (x,y)

$I(x,y)$ = Nilai piksel pada koordinat (x,y)

u = rata-rata interior

v = rata-rata eksterior



Gambar 3.10. Blok Diagram *Force image information*

Setelah mendapatkan nilai *force image information* (F) maka dilakukan perhitungan untuk mencari kelengkungan pada SDF dengan fungsi *curvature* pada persamaan 3.4.

$$\kappa_{(x,y)} = \frac{|\phi_y^2 \phi_x - 2 \phi_x \phi_y \phi_{xy} + \phi_x^2 \phi_y|}{(\phi_x^2 + \phi_y^2 + 1)^{3/2}} \quad (3.4)$$

ϕ = nilai dari SDF pada koordinat (x, y)

ϕ_x & ϕ_y = turunan dari SDF terhadap koordinat (x, y)

ϕ_{xx} & ϕ_{yy} = turunan kedua dari SDF terhadap koordinat (x, y)

ϕ_{xy} = campuran turunan dari SDF terhadap koordinat (x,y)

Dari persamaan di atas, maka dibutuhkan turunan pertama, turunan kedua, dan turunan campuran dari nilai SDF pada koordinat (x, y). Untuk mendapatkan ketiga variabel di atas dibutuhkan nilai dari SDF di sekitar koordinat SDF yang akan dicari. Gambar 3.11 dapat dijadikan representasi dari nilai di sekitar koordinat x, y.

$x-1, y-1$	$x, y-1$	$x+1, y-1$
$x-1, y$	x, y	$x+1, y$
$x-1, y+1$	$x, y+1$	$x+1, y+1$

Gambar 3.11 Representasi koordinat x, y

Untuk mendapatkan nilai dari variabel yang digunakan untuk menghitung kelengkungan, digunakan perhitungan menggunakan persamaan 3.5 sampai persamaan 3.9

$$p\dot{h}u_x = (x+1, y) - (x-1, y) \quad (3.5)$$

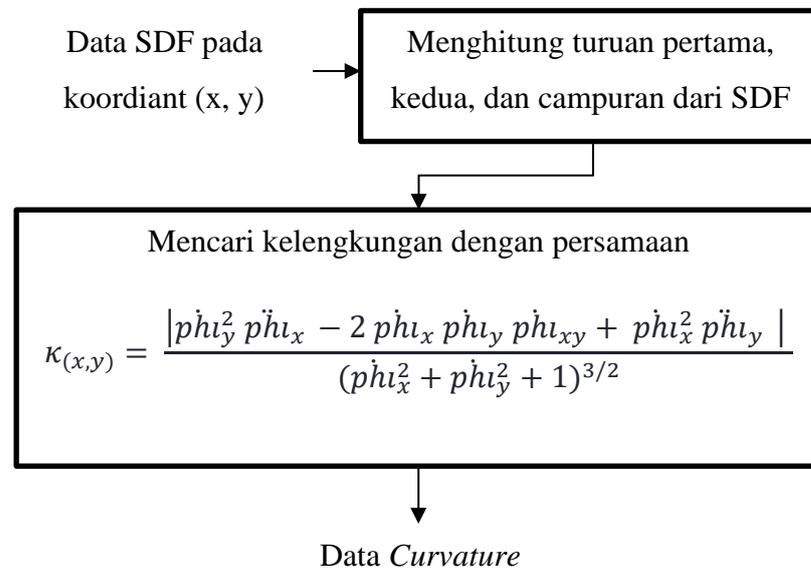
$$p\dot{h}u_y = (x, y+1) - (x, y-1) \quad (3.6)$$

$$p\ddot{h}u_x = (x+1, y) - 2(x, y) + (x-1, y) \quad (3.7)$$

$$p\ddot{h}u_y = (x, y+1) - 2(x, y) + (x, y-1) \quad (3.8)$$

$$p\dot{h}u_{xy} = ((x+1, y-1) - (x+1, y+1) + (x-1, y+1) - (x-1, y-1)) / 4 \quad (3.9)$$

Jika semua nilai variabel sudah didapatkan, maka perhitungan untuk mencari nilai kelengkungan pada (x, y) dapat dilakukan.

Gambar 3.12 Blok Diagram fungsi *curvature*

Setelah *Force Image Invormation* (F) dan nilai *Curvature* didapatkan, maka kurva SDF baru dapat dibentuk dan akan menjadi pergerakan kurva. Algoritma *Gradient descent* dengan kondisi *CFL* (*Courant–Friedrichs–Lewy*) dapat diterapkan untuk melakukan optimalisasi pergerakan kurva dengan persamaan 3.10

$$\phi_{new} = \phi_{old} + \dot{\phi}_{old} * learning_rate \quad (3.10)$$

ϕ_{new} = kurva baru (nilai dari SDF yang baru pada koordinat x, y)

ϕ_{old} = nilai SDF yang ada pada koordinat x, y

$\dot{\phi}_{old}$ = Turunan dari nilai SDF terhadap koordinat x, y

Learning_rate = nilai yang didapatkan dari kondisi CFL

Untuk mendapatkan turunan dari nilai SDF dapat digunakan persamaan 3.11

$$p\dot{h}_{old} = \frac{F(x,y)}{|Fmax|} + \kappa(x,y) * alpha \quad (3.11)$$

$p\dot{h}_{old}$ = Turunan dari nilai SDF terhadap koordinat x, y

$F(x, y)$ = Nilai *force image information* terhadap koordinat x, y

$Fmax$ = Nilai *force image information* yang terbesar

$\kappa(x, y)$ = Nilai *curvature* terhadap koordinat x, y

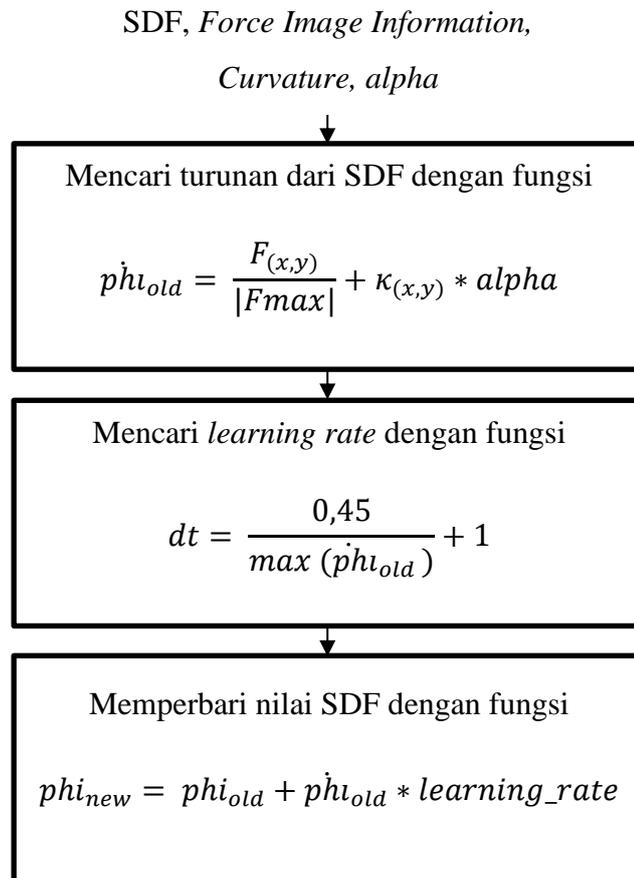
$alpha$ = varabel tambahan untuk optimasi

Untuk menetapkan kondisi CFL sebagai *learning rate* digunakan persamaan 3.12

$$dt = \frac{0,45}{\max(p\dot{h}_{old})} + 1 \quad (3.12)$$

dt = kondisi CFL sebagai *learning rate*

$\max(p\dot{h}_{old})$ = nilai terbesar dari turunan SDF pada koordinat x, y



Gambar 3.13. Blok Diagram untuk memperbarui SDF

Setelah nilai SDF baru didapatkan, maka nilai tersebut diperhalus lagi menggunakan metode *Sussman* untuk mendapatkan nilai SDF yang lebih baik dengan persamaan 3.13

$$s = \frac{phi}{\sqrt{phi^2 + 1}} \quad (3.13)$$

S = nilai Sussman (*Sussman_sign*) pada koordinat x, y

phi = nilai SDF pada koordinat x,y

Persamaan 3.14 digunakan untuk mendapatkan nilai *Sussman_sign* dari

SDF:

$$\text{phi_new} = \text{phi_old} - dt * \text{sussman_sign}(\text{phi_old}) * \text{grad}(\text{phi_old}) \quad (3.14)$$

phi_new = SDF baru hasil dari metode sussman

phi_old = SDF yang akan diproses

dt = nilai variabel

sussman_sign(phi_old) = fungsi yang mengembalikan nilai tanda dari SDF

grad(phi_old) = nilai gradient dari SDF

Peramaan 3.15 digunakan mendapatkan nilai gradient dari SDF

$$dD_{x,y} = \begin{cases} \sqrt{\max(ap^2, bn^2) + \max(cp^2 + dn^2)}, & \text{phi}_{x,y} > 0 \\ \sqrt{\max(an^2, bp^2) + \max(cn^2 + dp^2)}, & \text{phi}_{x,y} < 0 \end{cases} \quad (3.15)$$

dD_{x,y} = nilai gradient dari SDF

phi_{x,y} = nilai SDF pada koordinat x dan y

ap = nilai positif dari pergeseran SDF koordinat x yang bernilai positif

an = nilai negatif dari pergeseran SDF koordinat x yang bernilai positif

bp = nilai positif dari pergeseran SDF koordinat x yang bernilai negatif

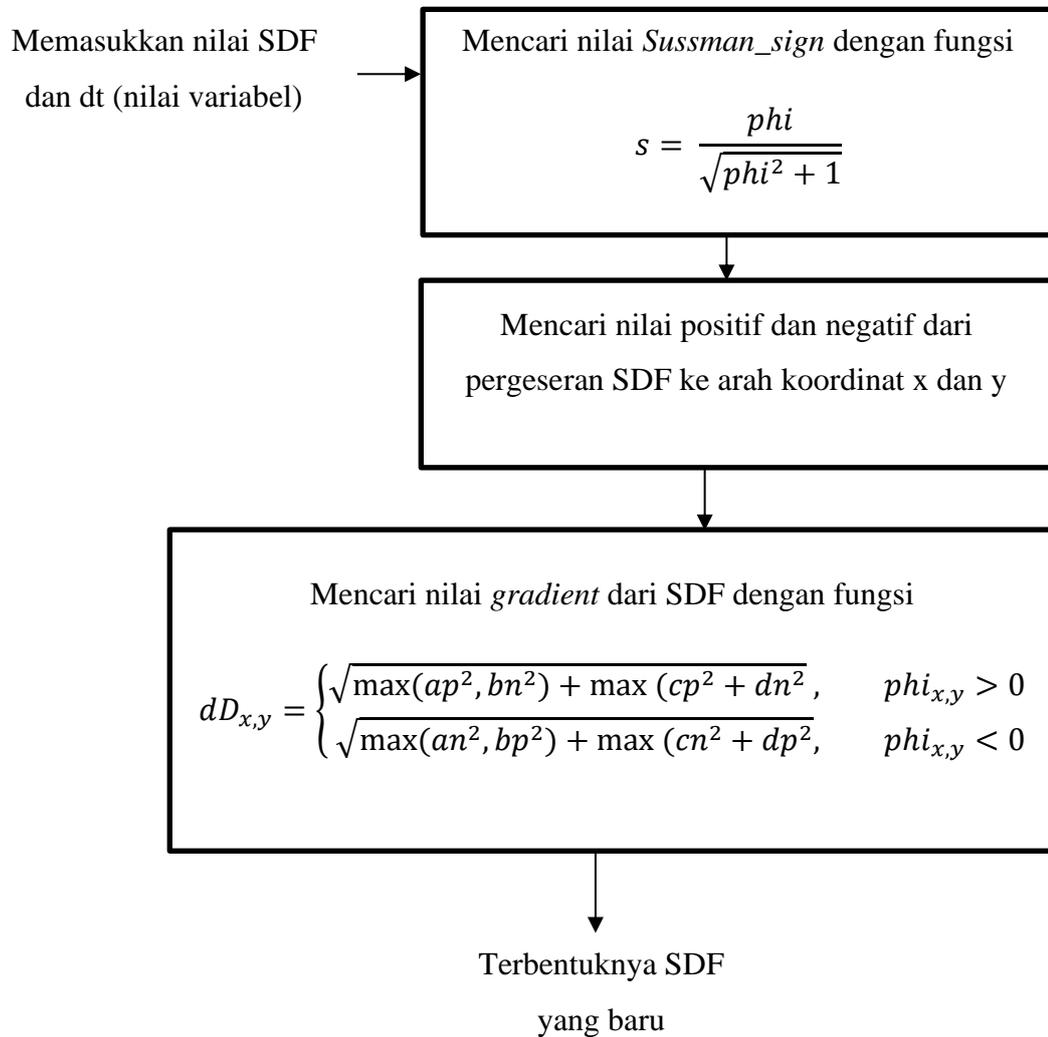
bn = nilai negatif dari pergeseran SDF koordinat x yang bernilai negative

cp = nilai positif dari pergeseran SDF koordinat y yang bernilai positif

cn = nilai negatif dari pergeseran SDF koordinat y yang bernilai positif

dp = nilai positif dari pergeseran SDF koordinat y yang bernilai negatif

dn = nilai negatif dari pergeseran SDF koordinat y yang bernilai negatif



Gambar 3.14 Blok Diagram *Sussman method*

Pergerakan akan dilakukan sebanyak iterasi yang dijalankan. Setiap iterasi yang dilakukan akan mengubah bentuk kurva awal dan akan diperbarui setiap iterasi. Pergerakan kurva akan berhenti apabila sudah mencapai nilai iterasi yang ditetapkan. Contohnya apabila nilai iterasi adalah 300, maka proses tahapan segmentasi sudah selesai dan citra akan dibuat dari hasil segmentasi tersebut.

Ketika iterasi sudah selesai dilakukan, maka akan didapatkan kurva hasil akhir dari proses segmentasi. Wilayah pada citra yang berada di dalam kurva akan dideteksi sebagai hasil segmentasi dan nilai setiap pikselnya akan diisi dengan nilai 255 sehingga membentuk warna putih yang menunjukkan hasil segmentasi. Daerah pada citra yang berada di luar kurva akan di isi nilainya dengan 0 sehingga semua piksel yang berada di luar kurva akan berwarna hitam, sehingga akan membentuk *background* dari hasil segmentasi citra seperti contoh Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Contoh Hasil Segmentasi

3.1.3. Hasil Akhir dan Validasi

Setelah proses segmentasi selesai, maka dilakukan validasi untuk menghitung nilai akurasi dari hasil segmentasi. Untuk menghitung nilai akurasi dapat dilakukan dengan membandingkan hasil segmentasi yang telah dilakukan pada sistem dengan hasil segmentasi manual. Langkah pertama dari proses validasi adalah mencari TP, FP, TN dan FN, setelah nilai-nilai tersebut diketahui. Maka dimasukkan ke rumus akurasi, dengan persamaan 3.16:

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (3.16)$$

Citra hasil segmentasi sistem dan citra segmentasi manual memiliki dua nilai warna yaitu hitam dengan nilai 0 dan putih dengan nilai 255. Warna hitam pada citra menandakan background, dan warna putih menandakan hasil segmentasi. Nilai TP diambil dari wilayah yang tersegmentasi dan memiliki nilai yang sama antara hasil sistem dan hasil manual, atau didapatkan dari nilai piksel $f(x,y)$ yang sama-sama memiliki nilai 255 pada citra hasil sistem dan citra manual. Nilai TN adalah nilai background yang sama. Nilai TN didapatkan dengan menghitung banyak piksel $f(x,y)$ yang memiliki nilai 0 pada citra manual dan pada citra hasil sistem. Nilai FP adalah nilai sebuah wilayah segmentasi yang terdapat pada hasil sistem, tetapi wilayah tersebut termasuk ke dalam background pada citra manual. Nilai FP dapat diperoleh dengan mencari banyak piksel $f(x,y)$ yang memiliki nilai 255 pada citra hasil segmentasi sistem dan memiliki nilai 0 pada citra manual. Nilai TN merupakan nilai dari wilayah background dari citra hasil segmentasi sistem tetapi pada citra segmentasi manual adalah nilai wilayah tersegmentasi. Nilai TN didapatkan dengan mencari jumlah piksel $f(x,y)$ yang memiliki nilai 0 pada citra hasil segmentasi sistem dan memiliki nilai 255 pada citra segmentasi manual.

Jika semua nilai sudah didapatkan, maka nilai tersebut akan diproses didapatkan nilai akurasi dari metode yang telah dijalankan oleh sistem. Setelah semua nilai sudah diproses, maka hasil akhir setelah program dijalankan akan menghasilkan citra segmentasi *x-ray thorax*, nilai akurasi.

Contoh untuk perhitungan akurasi adalah sebagai berikut. Karena dimensi dari citra yang diuji adalah 256 x 256 piksel, maka nilai data yang dibandingkan adalah 65.536 data. Didapatkan dalam program piksel yang sama-sama memiliki

nilai 255 (wilayah tersegmentasi) adalah 20.200 piksel. Piksel yang sama-sama memiliki nilai 0 (*background*) adalah 40.000 piksel. Piksel yang memiliki nilai 255 pada hasil sistem, dan memiliki nilai 0 pada citra manual adalah 2.100 piksel. Piksel yang memiliki nilai 0 pada hasil sistem dan memiliki nilai 255 pada citra manual adalah 3.236 piksel. Maka untuk perhitungan didapatkan nilai TP = 20.200, TN = 40.000, FP = 2.100, dan FN = 3.236. Sehingga perhitungannya melalui rumus akurasi adalah

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

$$Akurasi = \frac{20.200 + 40.000}{20.200 + 40.000 + 2.100 + 3236}$$

$$Akurasi = \frac{60.200}{65.536} \times 100\%$$

$$Akurasi = 91,857 \%$$

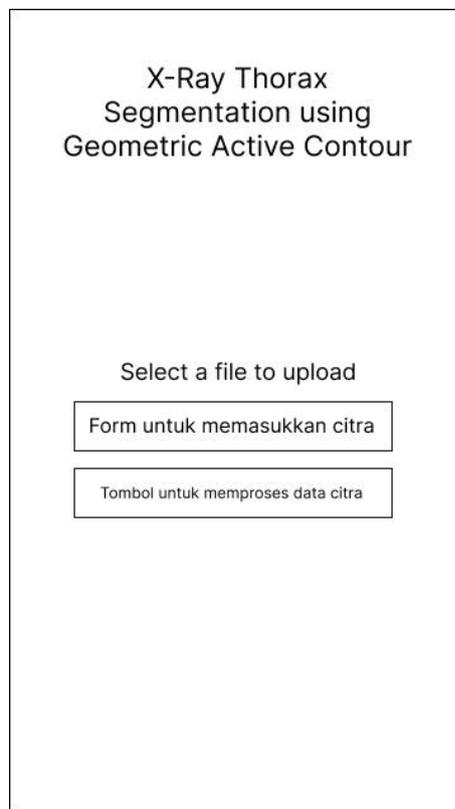
Maka akan didapatkan hasil akurasi dari sistem sebesar 91,857%.

3.3 Perancangan Antarmuka

Antarmuka (*interface*) adalah bentuk visual dari aplikasi yang digunakan untuk media perantara antara *user* dengan program. Antarmuka aplikasi dalam penelitian ini memiliki 2 antarmuka yang dibangun pada server berbasis web yang memiliki 2 antarmuka, yaitu tab unggah data dan tab hasil segmentasi. Walaupun antarmuka dalam penelitian ini berbasis web server, tetapi implementasinya dilakukan pada platform *mobile* dengan memanfaatkan *layout webview*.

1. Antarmuka tab unggah data

Tab unggah data adalah antarmuka menu awal ketika aplikasi pertama kali dibuka. Pada antarmuka ini, *user* akan menjalankan aplikasi sesuai tampilan pada Gambar 3.16. Pada perancangan antarmuka tab unggah data terdapat satu buah *button* dan dengan *form input* bertipe *file*. *Form input* ini digunakan untuk mencari dan mengunggah data citra *x-ray thorax*. Sedangkan *Button* digunakan untuk mengirim data citra ke server untuk selanjutnya disegmentasikan.

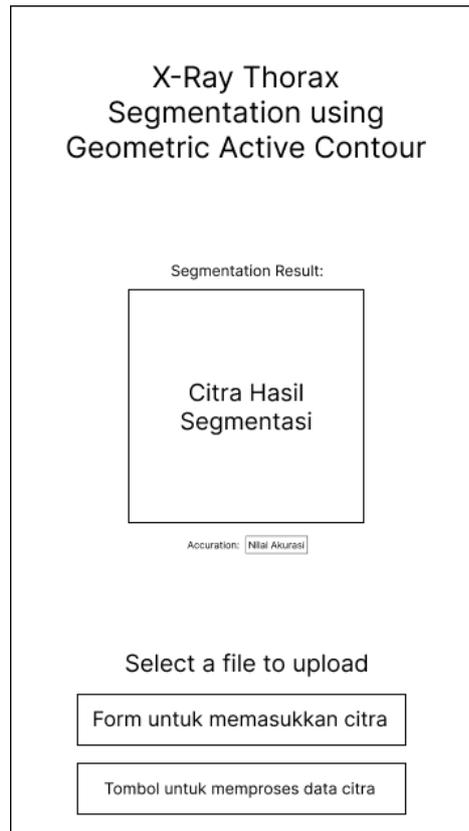


The image shows a simple web interface for X-Ray Thorax Segmentation. At the top, the title "X-Ray Thorax Segmentation using Geometric Active Contour" is centered. Below the title, the instruction "Select a file to upload" is displayed. Underneath this instruction, there are two rectangular boxes: the first is labeled "Form untuk memasukkan citra" and the second is labeled "Tombol untuk memproses data citra".

Gambar 3.16 Antarmuka Tab Unggah Data

2. Antarmuka tab hasil segmentasi

Tab hasil segmentasi adalah antarmuka menu yang kedua. Antarmuka ini muncul setelah proses segmentasi selesai. Antarmuka yang akan muncul seperti ditunjukkan pada Gambar 3.17.



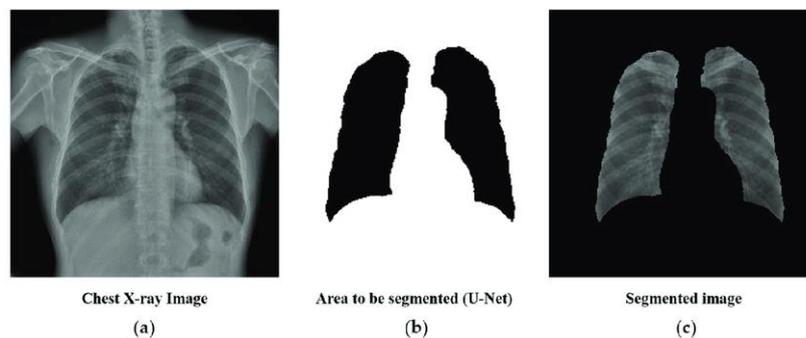
The image shows a web interface for X-Ray Thorax Segmentation. At the top, the title reads "X-Ray Thorax Segmentation using Geometric Active Contour". Below the title, the text "Segmentation Result:" is displayed. In the center, there is a large rectangular box containing the text "Citra Hasil Segmentasi". Below this box, the text "Accuracy: Nilai Akurasi" is shown. At the bottom of the interface, there are three elements: the text "Select a file to upload", a button labeled "Form untuk memasukkan citra", and another button labeled "Tombol untuk memproses data citra".

Gambar 3.17 Antarmuka Tab Hasil Segmentasi

3.4 Pengujian Sistem

Pengujian sistem atau eksperimen dari penelitian ini dilakukan dengan membangun sistem berbasis web server dalam bahasa pemrograman *python* dengan *framework flask*. Untuk proses input data menggunakan sistem android yang akan menjadi client, serta output dari proses di server akan dikirimkan ke sistem android kembali. Sistem yang digunakan pada aplikasi android sebagai client menggunakan

bahas pemrograman kotlin. Untuk mengetahui keakuratan dari sistem yang telah dibangun. Maka didapatkan standar variabel input dan output hasil segmentasi dari sistem segmentasi yang pernah dibuat. Berdasarkan pencarian, maka didapat beberapa proses segmentasi *x-ray thorax* yang pernah dilakukan, salah satunya menggunakan algoritma deep learning. Hasil segmentasi adalah seperti Gambar 3.18.



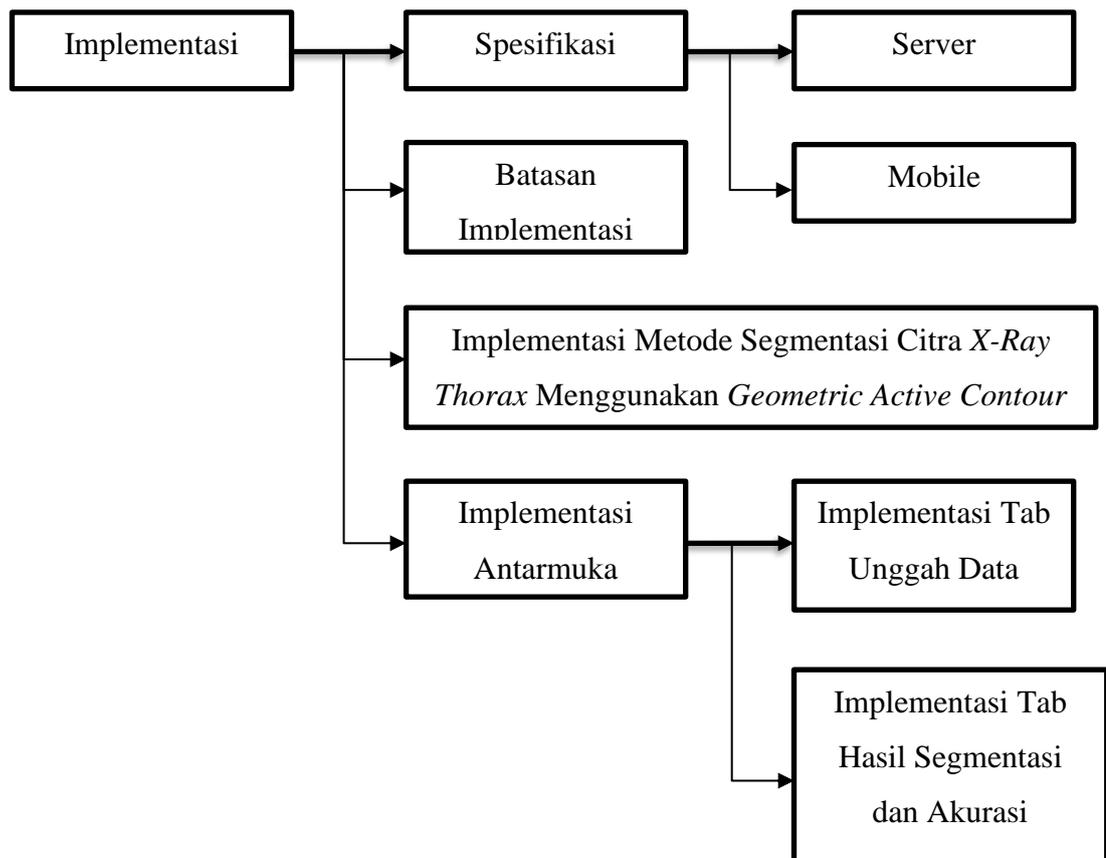
Gambar 3.18 Hasil Segmentasi Algoritma Deep Learning

(Sumber: Researchgate.net)

Gambar (a) adalah citra awal sebelum segmentasi, gambar (b) adalah Mask struktur paru-paru menggunakan U-Net, dan gambar (c) adalah hasil akhir segmentasi. Data gambar di atas dapat digunakan sebagai dasar akurasi hasil segmentasi penelitian yang dilakukan. Sehingga sistem yang dibangun dapat mengimplementasikan metode *Geometric Active Contour* dengan akurasi dan efisiensi maksimal. Setelah dilakukan pengujian, maka akan didapatkan hasil segmentasi dari citra *x-ray thorax*. Hasil segmentasi yang telah didapatkan dari pengujian sistem akan dibandingkan dengan hasil segmentasi manual. Hal ini dilakukan guna mendapatkan nilai akurasi dari sistem dan metode yang telah dibangun.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Pada bagian ini diuraikan penerapan perangkat lunak berdasarkan rencana yang telah disusun pada bab sebelumnya, serta hasil pengujian metode yang telah ditetapkan dalam penelitian ini. Gambar 4.1 akan menampilkan konsep dari pelaksanaan yang akan dilakukan, dengan penjelasan mengenai kebutuhan perangkat lunak, batasan implementasi pengujian, penerapan algoritma *Geometric Active Contour* dalam proses segmentasi citra x-ray thorax, dan antarmuka perangkat lunak yang diimplementasikan.



Gambar 4. 1 Alur Implementasi

4.1 Spesifikasi Sistem

Spesifikasi sistem meliputi spesifikasi perangkat keras ataupun perangkat lunak yang digunakan untuk mengimplementasikan metode. Spesifikasi sistem dibutuhkan agar pengembangan sesuai yang telah disusun dalam perencanaan.

4.1.1 Spesifikasi Server

Spesifikasi server di tunjukan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Spesifikasi server

No.	Nama Komponen	Spesifikasi
1	System Model	Asus VivoBook X570ZD
2	Processor	AMD Ryzen 5 2500U
3	Memory	16 GB DDR4
4	Storage	SSD 256 GB

4.1.2 Spesifikasi Device Mobile

Spesifikasi *device mobile* yang digunakan pada implementasi sistem dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Spesifikasi *device mobile*

No.	Nama Komponen	Spesifikasi
1	System Model	Samsung SM-G955N
2	<i>Operating System</i>	Android 7.1.2
3	Bahasa Pemrograman	Kotlin
4	Code Editor	Android Studio

4.2 Implementasi Metode Segmentasi Citra X-Ray Thorax Menggunakan Geometric Active Contour

Sistem yang dibangun untuk mengimplementasikan metode dalam penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman berbasis *Python* dengan framework *Flask* untuk *server-side*, dan menggunakan bahasa pemrograman *dart* dengan framework *Flutter* pada pembuatan aplikasi untuk *mobile*. Implementasi segmentasi citra *x-ray thorax* pada penelitian ini memiliki 6 bagian, yaitu *app* untuk server, *gacthoraxapp* untuk *mobile*, Program Utama untuk memproses algoritma, *pre-processing* citra *x-ray thorax*, Segmentasi citra *x-ray thorax* menggunakan *Geometric Active Contour*, dan validasi untuk menentukan besar akurasi dari sistem.

4.2.1 Implementasi Server

Server dibangun agar aplikasi dapat diakses di platform *mobile*. Dalam penelitian ini, *framework Flask* digunakan untuk mengimplementasi fungsi server. Implementasi server dapat dilihat pada *source code* yang ada pada *file app.py* dan *indeks.html*. Implementasi dari *file app.py* dapat terlihat dalam baris kode 4.1

Baris Kode 4.1 App.py

No.	Kode
1	<code>from flask import Flask, flash, request, redirect, url_for, render_template</code>
2	<code>import os</code>
3	<code>import shutil</code>
4	<code>from ProgramUtama import GAC</code>
5	
6	<code>app = Flask(__name__)</code>
7	
8	<code>UPLOAD_FOLDER = 'static/uploads/'</code>

9	
10	<code>app.secret_key = "secret key"</code>
11	<code>app.config['UPLOAD_FOLDER'] = UPLOAD_FOLDER</code>
12	<code>app.config['MAX_CONTENT_LENGTH'] = 16 * 1024 * 1024</code>
13	
14	<code>ALLOWED_EXTENSIONS = {'png', 'jpg', 'jpeg', 'gif'}</code>
15	
16	<code>def allowed_file(filename):</code>
17	<code> return '.' in filename and filename.rsplit('.',</code> <code>1)[1].lower() in ALLOWED_EXTENSIONS</code>
18	
19	
20	<code>def delete_files():</code>
21	<code> for filename in os.listdir(UPLOAD_FOLDER):</code>
22	<code> file_path = os.path.join(UPLOAD_FOLDER, filename)</code>
23	<code> try:</code>
24	<code> if os.path.isfile(file_path) or</code> <code>os.path.islink(file_path):</code>
25	<code> os.unlink(file_path)</code>
26	<code> elif os.path.isdir(file_path):</code>
27	<code> shutil.rmtree(file_path)</code>
28	<code> except Exception as e:</code>
29	<code> print('Failed to delete %s. Reason: %s' %</code> <code>(file_path, e))</code>
30	
31	<code>@app.route('/')</code>
32	<code>def home():</code>
33	<code> delete_files()</code>
34	<code> return render_template('index.html')</code>
35	
36	<code>@app.route('/upload', methods=['POST'])</code>
37	<code>def upload_image():</code>
38	<code> if 'file' not in request.files:</code>
39	<code> flash('No file part')</code>
40	<code> return redirect(request.url)</code>
41	<code> file = request.files['file']</code>
42	<code> if file.filename == '':</code>
43	<code> flash('No image selected for uploading')</code>
44	<code> return redirect(request.url)</code>
45	<code> if file and allowed_file(file.filename):</code>
46	<code> delete_files()</code>

47	<code>file.save(os.path.join(app.config['UPLOAD_FOLDER'], file.filename))</code>
48	<code>accuration = GAC(file.filename)</code>
49	<code>flash(accuration)</code>
50	<code>return render_template('index.html', filename=file.filename)</code>
51	<code>else:</code>
52	<code>flash('Allowed image types are - png, jpg, jpeg, gif')</code>
53	<code>return redirect(request.url)</code>
54	
55	<code>@app.route('/display/<filename>')</code>
56	<code>def display_image(filename):</code>
57	<code>return redirect(url_for('static', filename='uploads/' + filename), code=301)</code>
58	
59	<code>if __name__ == '__main__':</code>
60	<code>app.run(debug=True, host='0.0.0.0', port=int(os.environ.get('PORT', 8080)))</code>

Baris kode 4.1 menampilkan *source code* yang berfungsi untuk menjalankan server yang berbasis *python* dengan *framework flask*. Penjelasan fungsi dari setiap barisnya dapat terlihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Penjelasan Fungsi dari Setiap Baris Kode 4.1

Baris	Fungsi
1 - 4	Deklarasi <i>package</i> Flask, OS, Shutil, dan Method GAC dalam Package ProgramUtama
6	Fungsi untuk membuat objek aplikasi dari kelas flask dengan melewati argumen modul utama (<code>__name__</code>).
8	Deklarasi variabel UPLOAD_FOLDER untuk tempat dimana <i>file</i> citra setelah diunggah yaitu di dalam folder uploads dalam folder static
10 - 17	Fungsi untuk untuk menginisiasi folder upload
20 - 29	Fungsi <code>delete_files()</code> untuk menghapus seluruh isi di dalam folder upload
31	route awal yang dijalankan ketika server dijalankan
32-34	menjalankan method <code>delete_files()</code> dan merender <code>index.html</code> sebagai tampilan awal
36	route uploade ketika method post dijalankan

37 - 48	fungsi untuk mengunggah citra <i>x-ray thorax</i> kemudian memasukkan ke dalam folder upload
48	fungsi untuk menjalankan method GAC untuk mensegmentasi citra <i>x-ray thorax</i> yang sudah terunggah dengan nilai akurasi sebagai nilai pengembalian setelah method dijalankan
49-50	merender index.html dengan menampilkan citra hasil segmentasi disertai dengan besar akurasi
51-53	merender index.html dengan memberikan catatan bahwa tipe file tidak dapat dijalankan
55	route untuk menampilkan hasil segmentasi
56-57	fungsi untuk membaca file hasil segmentasi kemudian ditampilkan didalam index.html dala tak filename
59 - 60	Fungsi untuk menjalankan aplikasi atau menjalankan server.

Selain program untuk menjalankan fungsi server, di dalam server juga dibuat antarmuka. Karena pada pembuatan program di server pada penelitian ini menggunakan *framework flask*, yang merupakan *framework* berbasis web server, maka perlu dibuat juga antarmuka untuk yang nantinya antarmuka yang dibuat akan diakses pada sisi klien (*mobile app*). Antarmuka dalam server pada penelitian ini terdapat pada file Index.html dengan baris kode yang terdapat pada Baris kode 4.2

Baris Kode 4.2. Index.html

No	Kode
1	<code><!DOCTYPE html></code>
2	<code><html lang="en"></code>
3	<code><head></code>
4	<code> <!-- Required meta tags --></code>
5	<code> <meta charset="utf-8"></code>
6	<code> <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, shrink-to-fit=no"></code>
7	
8	<code> <!-- Bootstrap CSS --></code>
9	<code> <link rel="stylesheet" href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@4.3.1/dist/css/bootstrap.min.css" integrity="sha384-ggOyR0iXCbMQv3Xipma34MD+dH/1fQ784/j6cY/iJTQUOhcWr7x9JvoRxT2MZw1T" crossorigin="anonymous"></code>
10	<code> <style type="text/css"></code>

11	#loader {
12	display: none;
13	position: fixed;
14	top: 0;
15	left: 0;
16	right: 0;
17	bottom: 0;
18	width: 100%;
19	background: rgba(0,0,0,0.75) url(static/loading2.gif) no-repeat center center;
20	z-index: 10000;
21	}
22	</style>
23	<title>Gac Thorax</title>
24	</head>
25	<body>
26	<div class="container">
27	<h3 class="text-center mt-5">X-Ray Thorax Segmentation using Geometric Active Contour</h3>
28	<div class="row mt-5 justify-content-center">
29	<p>
30	{% with messages = get_flashed_messages() %}
31	{% if messages %}
32	
33	{% for message in messages %}
34	Segmenation Result:
35	{% endfor %}
36	
37	{% endif %}
38	{% endwith %}
39	</p>
40	</div>
41	<div class="row mt-1 justify-content-center">
42	{% if filename %}
43	<div>
44	
45	</div>
46	{% endif %}
47	</div>
48	<div class="row mt-1 justify-content-center">
49	<p>
50	{% with messages = get_flashed_messages() %}

51	{% if messages %}
52	
53	{% for message in messages %}
54	Accuration: {{ message }} %
55	{% endfor %}
56	
57	{% endif %}
58	{% endwith %}
59	</p>
60	</div>
61	<div class="row mt-5 justify-content-center">
62	<h4 align="center">Select a file to upload</h4>
63	</div>
64	<form method="POST" action="/upload" enctype="multipart/form-data" id="uploadForm">
65	
66	<input type="file" name="file" class="form- control p-1 mt-1" autocomplete="off" required>
67	
68	<button class="btn btn-primary form-control mt-3" type="submit" id="submitBtn" value="Submit" onclick="submitClick()">
69	Submit
70	</button>
71	</form>
72	</div>
73	<div id="loader"></div>
74	<!-- Optional JavaScript -->
75	<!-- jQuery first, then Popper.js, then Bootstrap JS -->
76	<script src="https://code.jquery.com/jquery- 3.3.1.slim.min.js" integrity="sha384- q8i/X+965Dz00rT7abK41JStQIAqVgRVzpbzo5smXKp4YfRvH+8abtTElPi6 jizo" crossorigin="anonymous"></script>
77	<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/popper.js@1.14.7/dist/umd/ popper.min.js" integrity="sha384- UO2eT0CpHqdSJK6hJty5KVphtPhzWj9W01clHTMGa3JDZwrnQq4sF86dIHND z0W1" crossorigin="anonymous"></script>
78	<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@4.3.1/dist/js/bo otstrap.min.js" integrity="sha384- JjSmVgyd0p3pXB1rRibZUAYoIIy6OrQ6VrjIEaFf/nJGzIxFDsf4x0xIM+B0 7jRM" crossorigin="anonymous"></script>
79	<!-- <script type="module" src="main.js"></script> -->
80	<script>
81	var spinner = \$('#loader');

82	<code>function submitClick() {</code>
83	<code>spinner.show();</code>
84	<code>}</code>
85	<code></script></code>
86	
87	<code></body></code>
88	<code></html></code>

Baris kode 4.2 juga menjabarkan implementasi antarmuka yang nantinya akan dijalankan pada platform *mobile*. Untuk fungsi dari tiap baris kode dalam `index.html` terdapat pada Tabel 4.4

Tabel 4. 4 Fungsi Baris Kode pada `Index.html`

Baris	Fungsi
1-6	Awal Tag HTML
8-9	Memasukkan local files javascript dan css
11-12	Memasukkan css bootstrap
14	Tag title pada website
17-18	Header sistem
19-31	Menampilkan teks Segmentation result ketika tab hasil segmentasi dan akurasi berhasil dimuat
32-38	Menampilkan hasil segmentasi citra x-ray thorax dari hasil pemrosesan sistem ketalam tab hasil segmentasi
39-51	Menampilkan hasil akurasi ketika tab hasil segmentasi dan akurasi berhasil dimuat
52-54	Teks instruksi untuk mengunggah citra
55	Form method post yang digunakan untuk mengunggah citra dan melakukan proses segmentasi
57	Masukan file
59-62	Tombol submit yang digunakan untuk memulai method post
64-69	Instalasi Javascript
70-71	Akhir Tag HTML

4.2.2 Program Utama

Untuk menjalankan seluruh langkah dari proses segmentasi, dibuatlah *file python* dengan nama `ProgramUtama.py`. Fungsi *file* tersebut adalah *method GAC*

yang berfungsi untuk menjalankan proses segmentasi secara struktur mulai dari pemrosesan gambar dari folder sampai penentuan akurasi. Untuk baris kode dari ProgramUtama.py dapat terlihat dari Baris Kode 4.3

Baris kode 4.3 ProgramUtama.py

No.	Kode
1	<code>import cv2</code>
2	<code>import numpy as np</code>
3	<code>import PreProcessing as Pre</code>
4	<code>import LungSegmentation as Segmentation</code>
5	<code>import Validasi as vd</code>
6	
7	<code>UPLOAD_FOLDER = 'static/uploads/'</code>
8	
9	<code>def GAC(filename):</code>
10	<code> Img = cv2.imread(('static/uploads/'+str(filename)),</code> <code> 0)</code>
11	<code> max_its = 300</code>
12	<code> # Pre Processing</code>
13	<code> Img = Pre.PreProcessing(Img)</code>
14	
15	<code> # Segmentasi paru-paru kanan</code>
16	<code> init_mask_kanan = np.zeros((256, 256))</code>
17	<code> init_mask_kanan[44:174, 48:104] = 1</code>
18	<code> ParuKanan = Segmentation.LungSegmentation(Img,</code> <code> init_mask_kanan, max_its, 0.5)</code>
19	
20	<code> # Segmentasi paru-paru kiri</code>
21	<code> init_mask_kiri = np.zeros((256, 256))</code>
22	<code> init_mask_kiri[34:158, 153:215] = 1</code>
23	<code> ParuKiri = Segmentation.LungSegmentation(Img,</code> <code> init_mask_kiri, max_its, 0.5)</code>
24	
25	<code> # Hasil segmentasi</code>
26	<code> Result = ParuKanan + ParuKiri</code>
27	<code> cv2.imwrite(('static/uploads/'+str(filename)),</code> <code> Result)</code>
28	
29	<code> # Mendapatkan Nilai Akurasi</code>

30	<code>ImageTest =</code>
	<code>cv2.imread('static/uploads/'+str(filename)), 0)</code>
31	<code>akurasi = vd.validate(ImageTest, filename)</code>
32	
33	<code>return round(akurasi, 2)</code>
34	<code># print('Akurasi = ', akurasi)</code>

Struktur baris kode 4.3 berisi runtutan pemanggilan fungsi yang menjalankan keseluruhan proses segmentasi mulai dari pembacaan masukan yang berupa citra *x-ray thorax* yang berada di dalam folder uploads, kemudian menjalankan fungsi *pre-processing*, dilanjutkan dengan mengimplementasikan fungsi untuk menjalankan metode *Geometric Active Contour* untuk setiap bagian paru-paru, dan diakhiri dengan pemanggilan fungsi validasi untuk mencari besar akurasi dari metode yang telah dijalankan. Fungsi dari setiap baris kode pada ProgramUtama.py dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Fungsi baris kode ProgramUtama.py

Baris	Fungsi
1 - 5	Deklarasi package openCV, numpy, Preprocessing, Lungsegmentation, dan Validasi
7	Deklarasi variabel UPLOAD_FOLDER = yang berisi alamat dari citra <i>x-ray thorax</i> yang telah diunggah dan akan diproses selanjutnya
9	Mendefinisikan fungsi GAC dengan parameter filename yang digunakan untuk menjalankan proses segmentasi secara keseluruhan dan terstruktur
10	Membaca citra <i>x-ray thorax</i> dari folder uploads kemudian memasukkannya ke dalam variabel Img
11	Membuat variabel max_its yang digunakan untuk membatasi jumlah pengulangan dalam menjalankan metode dengan value 300
13	Memproses variabel Img atau citra <i>x-ray thorax</i> untuk dilakukan proses PreProcesing
16 - 17	Mendeklarasi variabel init_mask_kanan yang digunakan untuk membuat persegi panjang di sekitar wilayah paru-paru bagian kanan yang nantinya akan bergerak menyesuaikan bentuk paru-paru kanan di dalam citra <i>x-ray thorax</i> .

18	Menjalankan fungsi Segmentation untuk memproses segmentasi paru-paru kanan menggunakan metode <i>Geometric Active Contour</i> dengan menggerakkan variabel <i>init_mask_kanan</i> yang telah dideklarasikan pada baris 16-17 dan kemudian hasil dari proses segmentasi dimasukkan ke dalam variabel <i>ParuKanan</i> .
21-22	Mendeklarasi variabel <i>init_mask_kiri</i> yang digunakan untuk membuat persegi panjang di sekitar wilayah paru-paru bagian kanan yang nantinya akan bergerak menyesuaikan bentuk paru-paru kiri di dalam citra <i>x-ray thorax</i> .
23	Menjalankan fungsi Segmentation untuk memproses segmentasi paru-paru kiri menggunakan metode <i>Geometric Active Contour</i> dengan menggerakkan variabel <i>init_mask_kiri</i> yang telah dideklarasikan pada baris 21-12 dan kemudian hasil dari proses segmentasi dimasukkan ke dalam variabel <i>ParuKiri</i> .
26-27	Membuat citra baru dari gabungan hasil segmentasi paru-paru kanan dengan paru-paru kiri kemudian disimpan di dalam folder <i>uploads</i>
30-31	menjalankan fungsi validasi untuk mendapatkan akurasi dengan cara membandingkan hasil segmentasi dari sistem dengan hasil segmentasi manual.
33	Mengembalikan dari jalannya fungsi GAC dengan nilai akurasi

4.2.3 Pre-processing Citra X-Ray

Sebelum menjalankan fungsi segmentasi dengan menerapkan metode *Geometric Active Contour*, perlu dilakukan fungsi *pre-processing* untuk meningkatkan kualitas citra sebelum proses segmentasi dilakukan. Pada penelitian ini, proses *pre-processing* dilakukan dengan menerapkan fungsi *cubic interpolation* dan fungsi *unsharp*. Penerapan fungsi *cubic interpolation* digunakan untuk memperbesar dan memperkecil nilai *pixel* tertentu sehingga perbedaan *pixel* pada jarak tertentu semakin terlihat. Fungsi *unsharp* adalah fungsi untuk membuat citra semakin tajam. Fungsi-fungsi penerapan *pre-processing* dalam penelitian ini terdapat pada file *PreProcessing.py* pada baris kode 4.4.

Baris Kode 4.4 PreProcessing.py

No.	Kode
1	<i>import numpy as np</i>
2	<i>import matplotlib.pyplot as plt</i>
3	<i>from scipy.interpolate import CubicSpline</i>
4	<i>import cv2</i>
5	
6	<i>def get_level_peaks(v):</i>
7	<i>peaks = []</i>
8	
9	<i>i = 1</i>
10	<i>while i < v.size-1:</i>
11	<i>pos_left = i</i>
12	<i>pos_right = i</i>
13	
14	<i>while v[pos_left] == v[i] and pos_left > 0:</i>
15	<i>pos_left -= 1</i>
16	
17	<i>while v[pos_right] == v[i] and pos_right <</i>
18	<i>v.size-1:</i>
19	<i>pos_right += 1</i>
20	<i>is_lower_peak = v[pos_left] > v[i] and v[i] <</i>
21	<i>v[pos_right]</i>
22	<i>is_upper_peak = v[pos_left] < v[i] and v[i] ></i>
23	<i>v[pos_right]</i>
24	<i>if is_upper_peak or is_lower_peak:</i>
25	<i>peaks.append(i)</i>
26	<i>i = pos_right</i>
27	
28	<i>peaks = np.array(peaks)</i>
29	<i>return peaks</i>
30	
31	<i>def unsharp(Image):</i>
32	<i>image = Image</i>
33	<i>gaussian_3 = cv2.GaussianBlur(image, (0, 0), 2.0)</i>
34	<i>unsharp_image = cv2.addWeighted(image, 2.5,</i>
35	<i>gaussian_3, -1.5, 10)</i>
35	<i>for i in range(unsharp_image.shape[0]):</i>

36	<code>for j in range(unsharp_image.shape[1]):</code>
37	<code>unsharp_image[i][j] = unsharp_image[i][j] - 0.5 * unsharp_image[i][j]</code>
38	<code>return unsharp_image</code>
39	
40	<code>def PreProcessing(Image):</code>
41	<code>Img = Image</code>
42	<code>Img1d = Img.flatten()</code>
43	<code>b, bins, patches = plt.hist(Img1d, 255)</code>
44	<code>p = get_level_peaks(b)</code>
45	<code>y_peak = max(b[p])</code>
46	<code>x_peak = p[(np.where((b[p]) == y_peak))[0]]</code>
47	<code>x = [0, (int((x_peak - 128) / 2 + 128)) + 1, 255]</code>
48	<code>y = [0, 128, 255]</code>
49	<code>x_n = np.linspace(1, 255, 256)</code>
50	<code>f = CubicSpline(x, y, bc_type='clamped')</code>
51	<code>y_n = f(x_n)</code>
52	<code>data_interpolate = y_n.astype(int)</code>
53	<code>data_interpolate = np.where(data_interpolate < 0, 0, data_interpolate)</code>
54	<code>data_interpolate = np.where(data_interpolate > 255, 255, data_interpolate)</code>
55	<code>data_curve = np.zeros(Img.shape, dtype=np.uint8)</code>
56	
57	<code>for i in range(data_curve.shape[0]):</code>
58	<code>for j in range(data_curve.shape[1]):</code>
59	<code>pxl = Img[i][j]</code>
60	<code>data_curve[i][j] = data_interpolate[pxl]</code>
61	
62	<code>preimage = unsharp(data_curve)</code>
63	<code>return preimage</code>

Penjelasan dari setiap baris kode dalam `PreProcessing.py` terdapat pada Tabel 4.6 yang menjelaskan alur pemrosesan dari citra *x-ray thorax* yang diberikan fungsi *cubic interpolation* dan *unsharp*.

Tabel 4.6 Fungsi dari Setiap Baris Kode dalam `PreProcessing.py`

Baris	Fungsi
1 - 4	Deklarasi package <code>numpy</code> , <code>matplotlib</code> , <code>scipy</code> dan <code>openCV</code>

6 - 29	fungsi <code>get_level_peaks</code> yang digunakan untuk mendapatkan jumlah dari piksel piksel yang sama
31 - 37	fungsi <code>unsharp</code> yang digunakan untuk menajamkan citra dengan memanfaatkan filter gaussianblur
40	Mendefinisikan fungsi <code>PreProcessing</code> dengan parametir <code>Image</code>
41	Menaruh parametri <code>Image</code> kedalam variabel <code>Img</code>
42	Mengubah Variabel <code>Img</code> yang berisi data citra dengan tipe matirk 2 dimensi menjadi matrik 1 dimensi
43	Menjalankan fungsi <code>hist</code> untuk mendapatkan data seluruh pixel dalam citra
44	mendapatkan data jumlah dari pixel yang sama
45	mencari nilai tertinggi dari jumlah pixel yang sama
46	mencari nilai pixel yang paling banyak terdapat pada citra
47-49	membuat titik untuk inialisasi kurva dengan nilai (0,0) , (pixel dengan jumlah terbanyak, 128), (255,255)
50	membuat fungsi <code>CubicSplinne</code> untuk membuat <code>Cubic Interpolation</code> dengan titik yang telah dibuat di baris kode sebelumnya
51	membuat kurva baru dengan fungsi <code>CubicSpline</code>
52-54	membuat parameter agar nilai kurva yang dibawah 0 berubah menjadi 0, dan nilai yang di atas 255 menjadi 255
55	mendeklarasikan variabel <code>data_curve</code> yang berupa matrik degan tipe seperti <code>Img</code>
57-60	mengisi nilai <code>data_curve</code> dengan nilai pixel dalam <code>Img</code> kemudian mengganti setiap nilai <code>Pixel</code> dalam <code>Img</code> dengan nilai baru sesuai yang ada di dalam curva hasil cubic interpolasi
62	menjalankan fungsi <code>unsharp</code> pada <code>data_curve</code> kemudian mengembalikan dalam variabel <code>preimage</code>
63	mengembalikan nilai dari fungsi <code>preprocessing</code> dengan variabel <code>preimage</code>

4.2.4 Segmentasi Geometric Active Contour

Dalam mengimplementasikan metode *Geometric Active Contour* untuk segmentasi citra *x-ray thorax* di penelitian ini terdapat pada *file LungSegmentation.py*. Dalam bari kode *LungSegmentation.py*, proses implementasi metode dijabarkan dalam beberapa proses sebagai berikut:

1. Proses segmentasi pada baris kode di *file* LungSegmentation.py dimulai dari inisiasi variabel Citra sebagai data *float* dengan tipe matriks 2 dimensi.
2. Proses selanjutnya yaitu mengubah *mask* (bentuk geometri yang diberikan dalam parameter) menjadi SDF (*Signed Distance Map*) yang akan dijadikan kurva yang akan nantinya dengan metode *Geometric Active Contour* digerakkan mengikuti bentuk paru-paru.
3. Untuk menjalankan implementasi metode, perlu dilakukan pengulangan proses segmentasi, maka seluruh proses segmentasi akan dilakukan di dalam pengulangan sebanyak jumlah yang telah ditentukan dalam parameter.
4. Langkah pertama dalam proses segmentasi adalah mendapatkan daerah *narrow band* (daerah di sekitar SDF). Dengan daerah *narrow band* yang diterapkan di citra *x-ray thorax*, diambil rata-rata jumlah nilai *pixel* interior dan eksterior.
5. Setelah didapatkan rata-rata nilai *pixel* interior dan eksterior dalam daerah *narrow band*, kemudian nilai rata-rata akan digunakan sebagai Energi untuk menggerakkan kurva kontur
6. Setelah didapatkan energi untuk menggerakkan kurva kontur maka di variabel phi sebagai SDF diinisiasi ulang dengan *sussman method* atau bisa juga disebut proses untuk menghaluskan bentuk kurva.

Implementasi dari proses segmentasi dengan metode *Geometric Active Contour* ditampilkan dalam *file* LungSegmentation.py dengan baris kode yang ditampilkan pada Baris kode 4.5

Baris Kode 4.5. Implementasi Metode *Geometric Active Contour* pada File LungSegmentation.py

No.	Kode
1	<code>import numpy as np</code>
2	<code>from scipy import ndimage</code>
3	
4	<code>def LungSegmentation(Img, init_mask, max_its, alpha):</code>
5	<code> I = Img.astype(float)</code>
6	<code> phi = mask2phi(init_mask)</code>
7	
8	<code> for its in range(max_its):</code>
9	<code> idx = np.where((phi <= 3.0) & (phi >= -3.0))</code>
10	<code> idx = list(zip(idx[1], idx[0]))</code>
11	<code> idx_size = list(np.shape(idx))[0]</code>
12	
13	<code> upts = np.where(phi < 0.0)</code>
14	<code> upts = list(zip(upts[0], upts[1]))</code>
15	
16	<code> vpts = np.where(phi > 0)</code>
17	<code> vpts = list(zip(vpts[0], vpts[1]))</code>
18	
19	<code> sum_u = 0</code>
20	<code> sum_v = 0</code>
21	
22	<code> for i in upts:</code>
23	<code> sum_u += (I[i])</code>
24	
25	<code> for i in vpts:</code>
26	<code> sum_v += (I[i])</code>
27	
28	<code> u = (sum_u / (len(upts) + np.spacing(1)))</code>
29	<code> v = (sum_v / (len(vpts) + np.spacing(1)))</code>
30	
31	<code> F = np.zeros(np.shape(I))</code>
32	<code> for i in range(idx_size):</code>
33	<code> x = idx[i][0]</code>
34	<code> y = idx[i][1]</code>
35	<code> F[y][x] = ((I[y, x] - u) ** 2) - ((I[y, x]</code> <code> - v) ** 2)</code>
36	
37	<code> curvature = get_curvature(phi, idx, idx_size)</code>

38	
39	<code>dphidt = np.zeros(np.shape(I))</code>
40	<code>for i in range(idx_size):</code>
41	<code> x = idx[i][0]</code>
42	<code> y = idx[i][1]</code>
43	<code> dphidt[y][x] = F[y][x] / np.amax(np.abs(F))</code> <code> + alpha * curvature[y][x]</code>
44	
45	<code>dt = 0.45 / np.amax(dphidt) + np.spacing(1)</code>
46	
47	<code>for i in range(idx_size):</code>
48	<code> x = idx[i][0]</code>
49	<code> y = idx[i][1]</code>
50	<code> phi[y][x] = phi[y][x] + dt * dphidt[y][x]</code>
51	
52	<code>phi = sussman(phi, 0.5)</code>
53	
54	<code>seg = np.where(phi <= 0, 255, 0)</code>
55	<code>return seg</code>
56	
57	
58	<i># converts a mask to a SDF</i>
59	<code>def mask2phi(init_a):</code>
60	<code> def bwdist(M):</code>
61	<code> res = ndimage.distance_transform_edt(1 - M)</code>
62	<code> return res</code>
63	
64	<code> def im2double(im):</code>
65	<code> min_val = np.min(im.ravel())</code>
66	<code> max_val = np.max(im.ravel())</code>
67	<code> out = (im.astype('float') - min_val) / (max_val</code> <code> - min_val)</code>
68	<code> return out</code>
69	
70	<code> phi = bwdist(init_a)-bwdist(1-</code> <code> init_a)+im2double(init_a)-0.5</code>
71	<code> return phi</code>
72	
73	<i># compute curvature along SDF</i>
74	<code>def get_curvature(phi, idx, idx_size):</code>
75	<code> curvature = np.zeros(np.shape(phi))</code>
76	<code> for i in range(idx_size):</code>

77	<code>x = idx[i][0]</code>
78	<code>y = idx[i][1]</code>
79	
80	<code>phi_x = (phi[y, x + 1]) - (phi[y, x - 1])</code>
81	<code>phi_y = (phi[y + 1, x]) - (phi[y - 1, x])</code>
82	<code>phi_xx = (phi[y, x - 1]) - 2 * (phi[y, x]) + (phi[y, x + 1])</code>
83	<code>phi_yy = (phi[y - 1, x]) - 2 * (phi[y, x]) + (phi[y + 1, x])</code>
84	<code>phi_xy = (-(phi[y - 1, x - 1]) - (phi[y + 1, x + 1]) + (phi[y - 1, x + 1]) + (phi[y + 1, x - 1])) / 4</code>
85	<code>phi_x2 = phi_x ** 2</code>
86	<code>phi_y2 = phi_y ** 2</code>
87	
88	<code>curvature[y][x] = (phi_x2 * phi_yy + phi_y2 * phi_xx - 2 * phi_x * phi_y * phi_xy) / \</code>
89	<code>np.power((phi_x2 + phi_y2 + np.spacing(1)), 3 / 2)</code>
90	
91	<code>return curvature</code>
92	
93	<code># Derivative</code>
94	<code>def shiftR(M):</code>
95	<code>ls = list(range(0, np.size(M[1]) - 1))</code>
96	<code>ls.insert(0, 0)</code>
97	<code>shift = np.array(M[:, ls])</code>
98	<code>return shift</code>
99	
100	
101	<code>def shiftL(M):</code>
102	<code>ls = list(range(1, np.size(M[1])))</code>
103	<code>ls.append(np.size(M[1]) - 1)</code>
104	<code>shift = np.array(M[:, ls])</code>
105	<code>return shift</code>
106	
107	
108	<code>def shiftD(M):</code>
109	<code>ls = list(range(0, np.size(M[1]) - 1))</code>
110	<code>ls.insert(0, 0)</code>
111	<code>shift = np.array(M[ls, :])</code>
112	<code>return shift</code>

113	
114	
115	<code>def shiftU(M):</code>
116	<code> ls = list(range(1, np.size(M[1])))</code>
117	<code> ls.append(np.size(M[1]) - 1)</code>
118	<code> shift = np.array(M[ls, :])</code>
119	<code> return shift</code>
120	
121	
122	<code>def sussman_sign(D):</code>
123	<code> s = D / (np.sqrt(np.power(D, 2) + 1))</code>
124	<code> return s</code>
125	
126	<i># Level set re-initialization by the sussman method</i>
127	<code>def sussman(D, dt):</code>
128	<code> a = D - shiftR(D) # backward</code>
129	<code> b = shiftL(D) - D # forward</code>
130	<code> c = D - shiftD(D) # backward</code>
131	<code> d = shiftU(D) - D # forward</code>
132	
133	<code> a_p = np.where(a < 0, 0, a)</code>
134	<code> a_n = np.where(a > 0, 0, a)</code>
135	
136	<code> b_p = np.where(b < 0, 0, b)</code>
137	<code> b_n = np.where(b > 0, 0, b)</code>
138	
139	<code> c_p = np.where(c < 0, 0, c)</code>
140	<code> c_n = np.where(c > 0, 0, c)</code>
141	
142	<code> d_p = np.where(d < 0, 0, d)</code>
143	<code> d_n = np.where(d > 0, 0, d)</code>
144	
145	<code> dD = np.zeros(shape=D.shape)</code>
146	<code> D_neg_ind = np.where(D < 0)</code>
147	<code> D_neg_ind = list(zip(D_neg_ind[1], D_neg_ind[0]))</code>
148	<code> D_neg_ind_size = list(np.shape(D_neg_ind))[0]</code>
149	
150	<code> D_pos_ind = np.where(D > 0)</code>
151	<code> D_pos_ind = list(zip(D_pos_ind[1], D_pos_ind[0]))</code>
152	<code> D_pos_ind_size = list(np.shape(D_pos_ind))[0]</code>
153	

154	<code>for i in range(D_pos_ind_size):</code>
155	<code> x = D_pos_ind[i][0]</code>
156	<code> y = D_pos_ind[i][1]</code>
157	
158	<code> dD[y][x] = np.sqrt(np.maximum(np.power(a_p[y, x], 2), np.power(b_n[y, x], 2)) +</code>
159	<code> np.maximum(np.power(c_p[y, x], 2), np.power(d_n[y, x], 2))) - 1</code>
160	
161	<code>for i in range(D_neg_ind_size):</code>
162	<code> x = D_neg_ind[i][0]</code>
163	<code> y = D_neg_ind[i][1]</code>
164	<code> dD[y][x] = np.sqrt(np.maximum(np.power(a_n[y, x], 2), np.power(b_p[y, x], 2)) +</code>
165	<code> np.maximum(np.power(c_n[y, x], 2), np.power(d_p[y, x], 2))) - 1</code>
166	
167	<code>D = D - dt * sussman_sign(D) * dD</code>
168	<code>return D</code>

Fungsi dari setiap baris kode 4.5 dapat dilihat pada tabel 4.7 dengan penjelasan langkah-langkah dari implementasi segmentasi dengan menggunakan metode *Geometric Active Contour* secara terstruktur.

Tabel 4.7 Fungsi dari Baris Kode dalam *File LungSegmentation.py*

Baris	Fungsi
1-2	Deklarasi package numpy dan ndimage
4	Deklarasi fungsi LungSegmentation dengan parameter <code>Img</code> , <code>Init_mask</code> , <code>max_its</code> , <code>alpha</code>
5	Inisiasi variable <code>I</code> sebagai data citra x-ray thorax
6	memanggil fungsi <code>mask2phi</code> untuk membuat Signed Distance Map (SDF) dari mask
8	Iterasi untuk proses menggerakkan kurva
9-11	mendapatkan daerah narrow band
13-14	mencari indeks titik interior
16-17	mencari indeks titik eksterior
22-23	Mendapatkan jumlah seluruh nilai piksel dalam titik interior
25-26	Mendapatkan jumlah seluruh nilai piksel dalam titik eksterior
28	Rata-rata nilai interior

29	Rata-rata nilai eksterior
31-35	Force from image information
37	Force from curvature penalty
39-43	gradient descent untuk minimasi energi
45	maintain the CFL condition
47-50	Pergerakan kurva
52	Menghaluskan bentuk kurva
54	Mengambil nilai hasil akhir proses segmentasi
55	Mengembalikan nilai dari fungsi dengan hasil segmentasi
59	Deklarasi fungsi mask2phi dengan parameteri init_a untuk membuat Signed Distance Map (SDF) dari mask
60-71	Fungsi mask2phi
74	Deklarasi fungsi curvature untuk menghitung kelengkungan di sepanjang SDF
75	Mendeklarasikan variabel curvature
76-86	get central derivatives of SDF at x,y
88-89	compute curvature (Kappa)
91	Mengembalikan nilai fungsi dengan variabel curvature
94-98	Pergerakan jendela ke Kanan
101-105	Pergerakan jendela ke Kiri
108-112	Pergerakan jendela ke Atas
115-119	Pergerakan jendela ke Bawah
122-124	Fungsi turunan sussman
127-168	Menginisiasi ulang set level dari variabel phi dengan metode sussman

4.2.5 Validasi Sistem

Untuk menguji akurasi dalam pengujian metode *Geometric Active Contour* dalam penelitian ini, dilakukan proses validasi dengan menggunakan *confusion matrix*. Proses fungsi validasi dalam penelitian ini dilakukan pada *file* Validasi.py dengan baris kode yang ada pada Baris kode 4.6.

Baris Kode 4.6. Validasi.py

No.	Kode
1	<code>import cv2</code>
2	<code>import numpy as np</code>
3	

4	<code>def getAccuration(ImgTest, ImgManual):</code>
5	<code> Test = np.array(ImgTest).flatten()</code>
6	<code> Test = np.where(Test < 126, 0, 255)</code>
7	<code> Manual = np.array(ImgManual).flatten()</code>
8	<code> TP = 0</code>
9	<code> TN = 0</code>
10	<code> FP = 0</code>
11	<code> FN = 0</code>
12	<code> for i in range(np.size(Test)):</code>
13	<code> if (Test[i] == 255 and Manual[i] == 255):</code>
14	<code> TP += 1</code>
15	<code> if (Test[i] == 0 and Manual[i] == 0):</code>
16	<code> TN += 1</code>
17	<code> if (Test[i] == 255 and Manual[i] == 0):</code>
18	<code> FP += 1</code>
19	<code> if (Test[i] == 0 and Manual[i] == 255):</code>
20	<code> FN += 1</code>
21	<code> accuration = ((TP + TN) / (TP+TN+FP+FN)) * 100</code>
22	<code> return accuration</code>
23	
24	<code>def validate(ImgTest, ManualImage):</code>
25	<code> ImgManual = np.asarray(cv2.imread(('static/manual/'</code> <code>+ str(ManualImage)), 0))</code>
26	<code> accImage = getAccuration(ImgTest, ImgManual)</code>
27	<code> return accImage</code>

Dalam file *Validasi.py* penerapan fungsi *confusion matrix* dalam mencari akurasi dijabarkan dalam Tabel 4.8 dengan penjelasan secara terstruktur dalam tiap baris kode.

Tabel 4.8 Fungsi Baris Kode Validasi.py

Baris	Fungsi
1-2	Deklarasi package numpy dan openCV
4	Deklarasi metdhod getAccuration untuk mengimplementasikan fungsi confusion matrix
5-6	Memasukkan data citra segmentasi
7	Memasukkan data citra manual
8-11	Deklarasi variabel TP, TN, FP, FN
12-20	Mendapatkan data TP, TN, FP, FN

21	Mendapatkan nilai akurasi dari fungsi confusion matrix
22	Mengembalikan nilai akurasi dari fungsi confusion matrix
24	Deklarasi method validate
25-26	Memanggil fungsi getAccuration
27	mengembalikan nilai akurasi dari pemanggilan method

4.2.6 Implementasi Mobile

Penelitian ini menggunakan *platform mobile* dalam menjalankan program. Android Studio digunakan untuk membuat aplikasi *mobile* dengan menggunakan bahasa pemrograman *kotlin* yang nantinya aplikasi ini dijalankan untuk mengirim data *citra x-ray thorax* ke server yang telah dibuat dengan bahasa pemrograman *python*, kemudian menerima data citra dari hasil segmentasi beserta nilai akurasi setelah pemrosesan data selesai. Untuk antarmuka pada aplikasi *mobile* di penelitian ini menggunakan *webview* yang memiliki terdapat pada Baris Kode 4.7.

Baris Kode 4.7 activity_main.xml (antarmuka *mobile*)

No.	Kode
1	<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2	<LinearLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
3	xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
4	xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
5	android:layout_width="match_parent"
6	android:layout_height="match_parent"
7	tools:context=".MainActivity">
8	
9	<WebView
10	android:id="@+id/wv"
11	android:layout_width="match_parent"
12	android:layout_height="match_parent"/>
13	</LinearLayout>

Baris kode 4.8 merupakan Activity utama (MainActivity.kt) yang digunakan untuk memanggil url yang telah dibuat pada server sehingga program bisa dijalankan di *platform mobile*.

Baris Kode 4.8 MainActivity.kt

No.	Kode
1	package com.abun.gacthoraxapp
2	
3	import android.app.Activity
4	import android.content.Intent
5	import android.net.Uri
6	import android.os.Build
7	import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity
8	import android.os.Bundle
9	import android.view.WindowManager
10	import android.webkit.*
11	import android.widget.Toast
12	import java.lang.Exception
13	
14	class MainActivity : AppCompatActivity() {
15	var filePath: ValueCallback<Array<Uri>>? = null
16	private lateinit var webView: WebView
17	override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
18	super.onCreate(savedInstanceState)
19	setContentView(R.layout.activity_main)
20	window.setFlags(WindowManager.LayoutParams.FLAG_FULLSCREEN, WindowManager.LayoutParams.FLAG_FULLSCREEN)
21	webView = findViewById(R.id.wv)
22	webView.webViewClient = WebViewClient()
23	
24	val webSettings = webView.settings
25	webSettings.javaScriptEnabled = true
26	webSettings.domStorageEnabled = true
27	webSettings.allowContentAccess = true
28	webSettings.allowFileAccess = true
29	webView.webChromeClient = MyWebChromeClient(this)
30	webView.loadUrl("http://192.168.1.4:8080")
31	}

32	
33	override fun onBackPressed() {
34	if (webView.canGoBack()) {
35	webView.goBack()
36	} else {
37	super.onBackPressed()
38	}
39	}
40	
41	override fun onActivityResult(requestCode: Int, resultCode: Int, data: Intent?) {
42	super.onActivityResult(requestCode, resultCode, data)
43	if (resultCode == Activity.RESULT_CANCELED) {
44	filePath?.onReceiveValue(null)
45	return
46	} else if (resultCode == Activity.RESULT_OK) {
47	if (filePath == null) return
48	
49	filePath!!.onReceiveValue(
50	WebChromeClient.FileChooserParams.parseResult(resultCode, data)
51)
52	filePath = null
53	}
54	}
55	}
56	
57	class MyWebChromeClient(val myActivity: MainActivity) : WebChromeClient() {
58	override fun onShowFileChooser(
59	webView: WebView?,
60	filePathCallback: ValueCallback<Array<Uri>>?,
61	fileChooserParams: FileChooserParams?
62): Boolean {
63	myActivity.filePath = filePathCallback
64	
65	val contentIntent =
66	Intent(Intent.ACTION_GET_CONTENT)
67	contentIntent.type = "*/*"
68	contentIntent.addCategory(Intent.CATEGORY_OPENABLE)
69	myActivity.startActivityForResult(contentIntent, 1)
69	return true

70	}
71	}

Pada Baris kode 4.8, kode nomor 30 berfungsi untuk memanggil url dari *server* yang telah dijalankan. Untuk penjelasan fungsi setiap baris kode 4.8. berada pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Fungsi MainActivity.ky

Baris	Fungsi
1-12	Meng-import package Android
14	Deklarasi class MainActivity (Activity utama)
15-29	Inisiasi webview untuk membuka antarmuka pada server
30	url dari web server yang dituju
33-39	Fungsi untuk mereload ulang web server ketika tombol kembali ditekan
41-55	Fungsi untuk menampilkan web server pada antarmuka Android ketika url berhasil dimuat
57-71	Deklarasi class MyChromeClnet untuk menampilkan pengunggahan file di dalam platform mobile

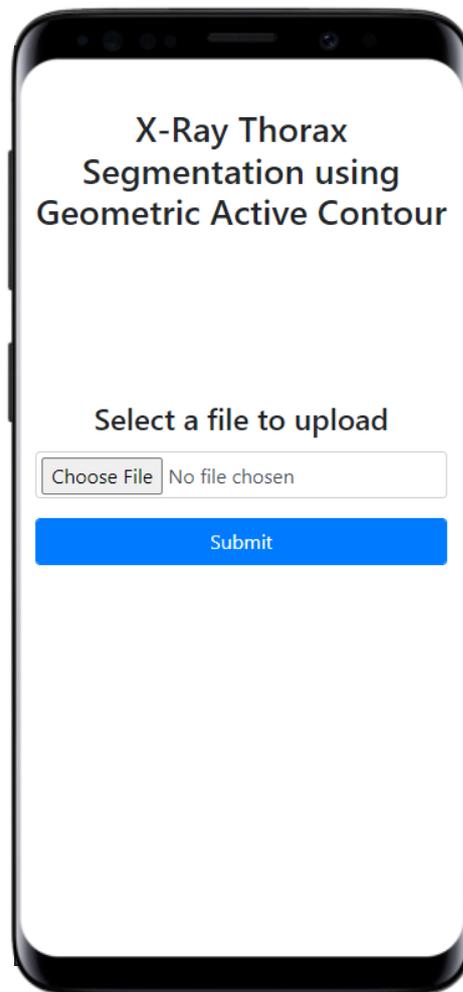
4.3 Implementasi Antarmuka

Pada bagian ini, dijelaskan tampilan antarmuka dari aplikasi yang telah dibuat untuk *platform mobile* yang digunakan untuk menjalankan *server* yang digunakan untuk mengimplementasikan metode segmentasi *Geometric Active Contour*.

4.3.1 Implementasi Tab Unggah Data

Pada tampilan antarmuka tab unggah data, terdapat sebuah masukan bertipe *file* yang digunakan untuk memilih citra *x-ray thorax* dari folder dan juga terdapat sebuah tombol *submit* yang digunakan untuk mengunggah citra *x-ray thorax* ke server yang nantinya akan disegmentasikan. Gambar 4.2 merupakan tampilan

antarmuka dari tab unggah data citra *x-ray thorax* yang telah dibangun di dalam program pada penelitian ini.

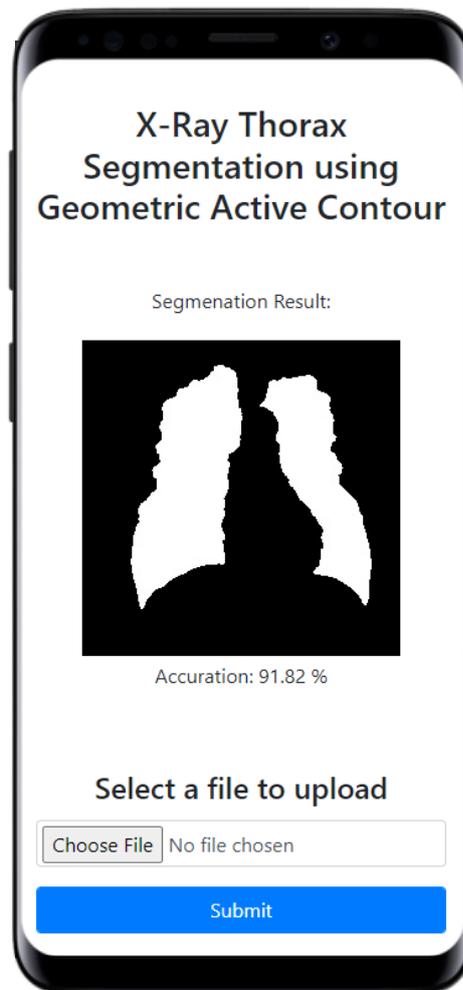


Gambar 4. 2 Tampilan Tab Unggah Data citra *x-ray thorax*

4.3.2 Implementasi Tab Hasil Segmentasi dan Akurasi

Pada tab hasil segmentasi dan akurasi, terdapat tampilan dari citra hasil segmentasi citra *x-ray thorax* yang telah diproses oleh server dengan menggunakan metode *Geometric Active Contour*. Pada tab hasil segmentasi ini juga terdapat masukan *file* dan juga tombol submit seperti di tab unggah data agar pengguna dapat

mengunggah citra *x-ray thorax* yang lain. Salah satu tampilan tab hasil segmentasi ditunjukkan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Tab Hasil Segmentasi

4.4 Pengujian dan Pembahasan

Metode pengujian yang digunakan dalam mencari nilai akurasi dari penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *Receiver Operating Characteristic (ROC)*. Metode tersebut menggunakan fungsi *Confusion Matirx* dengan 4 parameter yang membandingkan dua buah data (data citra hasil segmentasi sistem dengan data citra

segmentasi manual) dalam perhitungan mencari nilai akurasi. Empat parameter tersebut adalah nilai dari TP, TN, FP, dan FN. Keempat parameter sebut dicari dari perbandingan data segmentasi citra *x-ray thorax* dari hasil pengujian oleh sistem dengan data segmentasi citra *x-ray thorax* secara manual dengan menggunakan Adobe Photoshoop. Setelah mendapatkan nilai dari keempat parameter tersebut, maka dilakukan fungsi untuk mencari nilai akurasi.

Hasil pengujian sistem yang dilakukan pada 28 *file* citra *x-ray thorax* menghasilkan 28 hasil segmentasi citra yang ditunjukkan pada Tabel 4.10. Pada Tabel 4.10 juga terdapat citra segmentasi manual dan juga nilai akurasi dari hasil perbandingan antara hasil segmentasi sistem dengan hasil segmentasi manual.

Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Sistem dan Nilai Akurasi Dari Setiap Pengujian

No	Nama Data Citra	Akurasi
1	JPCLN001	91.82 %
2	JPCLN002	93.18 %
3	JPCLN003	93.36 %
4	JPCLN004	91.65 %
5	JPCLN005	95.84 %
6	JPCLN006	91.94 %
7	JPCLN007	92.07 %
8	JPCLN008	88.75 %
9	JPCLN011	95.93 %
10	JPCLN012	92.86 %
11	JPCLN013	94.73 %
12	JPCLN014	92.92 %
13	JPCLN016	89.72 %
14	JPCLN018	88.15 %
15	JPCLN019	94.02 %
16	JPCLN020	90.81 %
17	JPCLN021	94.61 %
18	JPCLN023	88.74 %
19	JPCLN024	94.23 %
20	JPCLN026	92.18 %
21	JPCLN027	92.11 %
22	JPCLN028	88.05 %
23	JPCLN032	94.09 %

24	JPCLN033	94.19 %
25	JPCLN036	88.75 %
26	JPCLN040	91.45 %
27	JPCLN041	93.97 %
28	JPCLN042	89.97 %

Berdasarkan Tabel 4.10, didapatkan nilai akurasi terkecil dari pengujian adalah 88,1 %, nilai akurasi terbesar dari pengujian adalah 95,9%, dan rata-rata hasil akurasi dari pengujian adalah 92%. Dengan jumlah nilai akurasi yang didapatkan, penelitian ini memiliki peluang untuk disempurnakan kembali dan bisa dimanfaatkan dalam bidang kesehatan dan kedokteran.

Segmentasi citra *x-ray thorax* dengan menggunakan metode *Geometric Active Contour* ini dapat dimanfaatkan dalam bidang kesehatan dan kemanfaatannya dapat dilakukan untuk mendiagnosa kelainan pada paru-paru. Hal ini mendorong peneliti untuk melakukan pengembangan yang didasarkan pada firman Allah surat Al-Maidah ayat 2 yang berbunyi:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا لَا تَحْلُوا شَعِيرَ اللَّهِ وَلَا الشَّهْرَ الْحَرَامَ وَلَا الْهَدْيَ وَلَا الْقَلَائِدَ وَلَا ءَابِئَ الْبَيْتِ الْحَرَامِ يَنْتَعُونَ فَضْلًا
مِّن رَّبِّهِمْ وَرِضْوَانًا ۚ وَإِذَا حَلَلْتُمْ فَاصْطَادُوا ۚ وَلَا يَجْرِمَنَّكُمْ شَنَاٰنُ قَوْمٍ أَن صَدُّوكُمْ عَنِ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ أَن تَعْتَدُوا ۚ وَتَعَاوَنُوا
عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ ۚ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدُوٰنِ ۚ وَاتَّقُوا اللَّهَ ۚ إِنَّ اللَّهَ شَدِيدُ الْعِقَابِ

“Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu melanggar syi'ar-syi'ar Allah, dan jangan melanggar kehormatan bulan-bulan haram, jangan (mengganggu) binatang-binatang had-ya, dan binatang-binatang qalaa-id, dan jangan (pula) mengganggu orang-orang yang mengunjungi Baitullah sedang mereka mencari kurnia dan keridhaan dari Tuhannya dan apabila kamu telah menyelesaikan ibadah haji, maka bolehlah berburu. Dan janganlah sekali-kali kebencian(mu) kepada sesuatu kaum karena mereka menghalang-halangi kamu dari Masjidilharam, mendorongmu berbuat aniaya (kepada mereka). Dan tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa, dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan pelanggaran. Dan bertakwalah kamu kepada Allah, sesungguhnya Allah amat berat siksa-Nya” (Q.S Al-Maidah [5]:2).

Pada Firman:

وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ ۖ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ

"Dan tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa, dan jangan kamu tolong-menolong dalam berbuat dosa dan pelanggaran". (Q.S Al-Maidah [5]:2).

Allah Ta'ala memerintahkan hamba-hamba-Nya yang beriman untuk senantiasa tolong-menolong dalam berbuat kebaikan, itulah yang disebut dengan *al-birru* (kebajikan), serta meninggalkan segala bentuk kemungkaran, dan itulah dinamakan dengan *at-takwa*, dan Allah melarang mereka tolong-menolong dalam hal kebatilan, berbuat dosa dan mengerjakan hal-hal yang haram.

Selain ayat tersebut, peneliti juga mendasarkan pada firman Allah yang berada pada surat Al-Baqarah ayat 195 yang berbunyi:

وَأَنْفِقُوا فِي سَبِيلِ اللَّهِ وَلَا تُلْقُوا بِأَيْدِيكُمْ إِلَى التَّهْلُكَةِ وَأَحْسِنُوا إِنَّ اللَّهَ يُحِبُّ الْمُحْسِنِينَ

"Dan infakkanlah (hartamu) di jalan Allah, dan janganlah kamu jatuhkan (diri sendiri) ke dalam kebinasaan dengan tangan sendiri, dan berbuatbaiklah. Sungguh, Allah menyukai orang-orang yang berbuat baik." (QS. Al Baqarah [2]: 195).

Pada ayat tersebut ada makna untuk tidak menjatuhkan diri sendiri ke dalam kebinasaan, artinya kita sebagai manusia diharuskan untuk selalu menjaga kesehatan setiap saat. Oleh karena itu, hal tersebut merupakan dasar dari tujuan dan manfaat dari penelitian ini. Penelitian ini memiliki tujuan dan manfaat yang nantinya diharapkan dapat digunakan di dalam bidang kedokteran dan kesehatan. Penelitian ini diharapkan membantu untuk mendeteksi setiap bentuk kelainan paru-paru dari hasil proses segmentasi citra *x-ray thorax* menggunakan *Geometric Active Contour*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Algoritma *Geometric Active Contour* dengan menggunakan bahasa pemrograman *Python* dapat diimplementasikan untuk segmentasi citra *x-ray thorax* dengan basis *Android*. Pengujian algoritma *Geometric Active Contour* pada sistem telah dilakukan sebanyak 28 kali pada 28 citra *x-ray thorax* dan hasil segmentasi yang dibandingkan dengan citra segmentasi manual menggunakan *Adobe Photoshop*, didapatkan nilai akurasi terkecil dari pengujian adalah 88,1 %, nilai akurasi terbesar dari pengujian adalah 95,9%, dan rata-rata hasil akurasi dari pengujian adalah 92%. Dari nilai yang didapatkan, dapat dilakukan pengembangan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

5.2 Saran

Terdapat beberapa saran yang diajukan untuk pengembangan penelitian ini, adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan algoritma tambahan dapat digunakan untuk mempercepat proses segmentasi, yakni dengan menambahkan algoritma untuk menghentikan proses apabila citra sudah tersegmentasi, dan sehingga proses perulangan yang berlebih tidak terjadi
2. Menambahkan algoritma untuk *data training* dari beberapa citra yang sudah tersegmentasi, agar segmentasi dapat diproses lebih cepat

DAFTAR PUSTAKA

- A Khamael, T.R Inmaculada, B Jasmine, C Vinod (2016). *White Blood Cell Nuclei Segmentation Using Level Set Methods and Geometric Active Contours*. Proceedings of the 2016 International Conference on Digital Image Computing: Techniques and Applications (DICTA).
- A Mukhlis (2014). *Analisis Unsur Kelumit Melalui Pancaran Sinar-X Karakteristi*. Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi – BATAN
- Abdullah, M. (2015). *Tafsir Ibn Katsir: Luba bal-Tafsir min Ibn Katsir*, Terj. M. Abdul Gafar , Jilid III, cet 2. Bogor. Pustaka Imam asy-Syafi'i
- B Nurhadi, P Yudo, S Andri (2019). *Klasifikasi Berbasis Objek untuk Pemetaan Penggunaan Lahan menggunakan Citra SPOT 5 di Kecamatan Ngaglik*. *Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Kerekayasaan - TEKNIK*, 40 (2):122-128
- C Yunmei, D.T Hemant, T Shesadri, H Feng, W David, S.G Kaundinya, W.B Richard, A.G Edward (2002). *Using Prior Shapes in Geometric Active Contours in a Variational Framework*. *International Journal of Computer Vision* 50(3), 315–328
- Dewi Putrie Lestari, Sarifuddin Madenda, Ernastuti, Eri Prasetyo Wibowo, ” *Comparison of Three Segmentation Methods for Breast Ultrasound Images Based on Level Set and Morphological Operations*”, *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*
- F Ofisa, Y Indra, B Laode (2015). *Gambaran Status Gizi dan Fungsi Paru Pada Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronik Stabil di Poli Paru Rsud Arifin Achmad*. *Jom FK Universitas Riau*, Volume 2 No. 2.
- Fatchoerchman, Zulqarnain, N., Kuntjoro, E., 2010, *Insidens Pneumonitis Radiasi pada Penderita Karsinoma Payudara yang Mendapat Terapi Kemoradiasi di RSSUP Dr. Kariadi*, Bagian Radiologi FK UNDIP, RSUP Dr. Kariadi Semarang, *Jurnal Media Medika Indonesiana*
- H Amin (2014). *Lung Segmentation Of X-Ray Thorax Image Using Geometric Active Contour And Enhancement Spatial Domain Filtering*. *The International Conference on Computing Technology and Information Management (ICCTIM)*.
- H. D. Cheng, X. H. Jiang, Y. Sun, Li Wang Jing (2001). *Color Image Segmentation: Advances & Prospects*. Dept. of Computer Science Utah State University Logan, UT 84322-4205

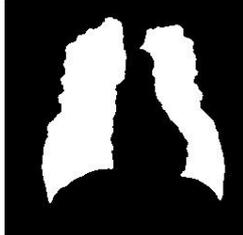
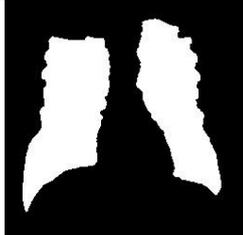
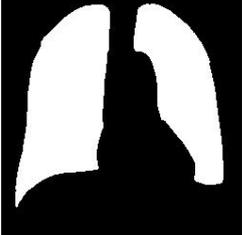
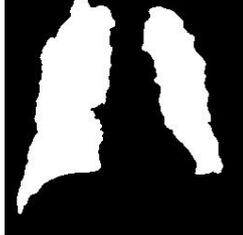
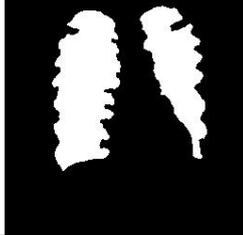
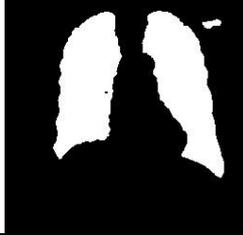
- I Candra, D.U Erika, A.N Fajar (2013). *Visualisasi dan Rekonstruksi 3D Citra Medis: Review*. SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI INFORMASI & KOMUNIKASI TERAPAN 2013 (SEMANTIK 2013)
- K Alaa, S Victor, Li Chang-Tsun (2017). *Weighted Level Set Evolution Based on Local Edge Features for Medical Image Segmentation*. IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, VOL. 26, NO. 4.
- K Dilpreet, K Yadwinder (2014). *Various Image Segmentation Techniques: A Review*. International Journal of Computer Science and Mobile Computing Vol. 3, Issue. 5:809-814
- K Thomas, B David, B Guido (2013). *Snake-Based Segmentation of Teeth from Virtual Dental Casts*. Computer-Aided Design & Applications, 7(2), 221-233
- L Eviv (2009). *Segmentasi Paru-paru pada citra X-ray menggunakan Level Set*. Surabaya. Tesis, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Li Shou, F Thomas, K Adam, Li Song (2006). *An automatic variation level set segmentation framework for computer aided dental X-rays analysis in clinical environments*. Computerized Medical Imaging and Graphics 30: 65-74.
- Li Shou, F Thomas, K Adam, Li Song (2006). *An automatic variation level set segmentation framework for computer aided dental X-rays analysis in clinical environments*. Computerized Medical Imaging and Graphics 30: 65-74.
- Li Youjie, Li Yun, Kim Hyoungeop, S Seiichi (2018). *Active contour model-based segmentation algorithm for medical robots recognition*. Multimed Tools Appl 77:10485–10500.
- M Alasdair (2004). *An Introduction to Digital Image Processing with MATLAB Notes for SCM2511 Image Processing 1*. Scholl of Computer Science and Mathematics Victoria University of Technology.
- M Mukminah, R Riana (2017). *Aplikasi Metode Level Set Pada Segmentasi Gambar (Application Of Level Set Method In Image Segmentation)*. JISIP (Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan) : Vol 1, No 2.
- Modava M, A Gholamreza (2016). *Coastline extraction from SAR images using spatial fuzzy clustering and the active contour method*. INTERNATIONAL JOURNAL OF REMOTE SENSING, 2016 VOL. 38, NO. 2, 355–370

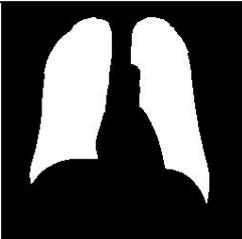
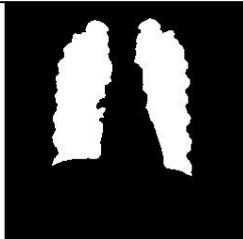
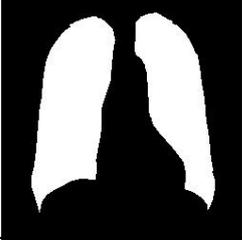
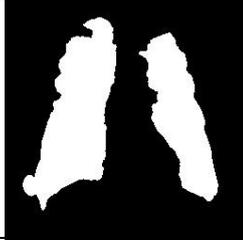
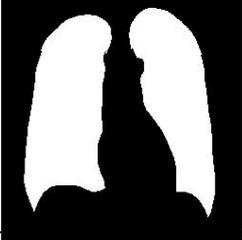
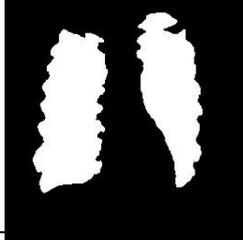
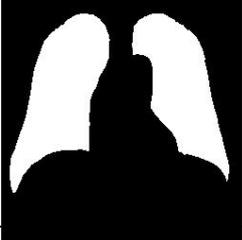
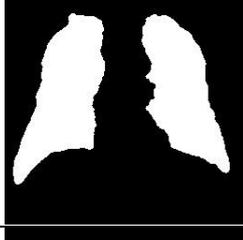
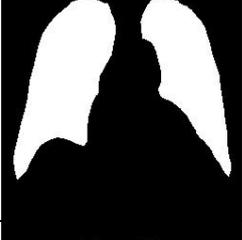
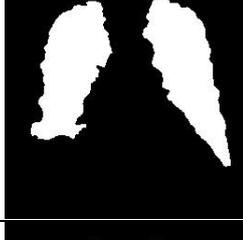
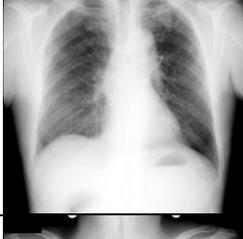
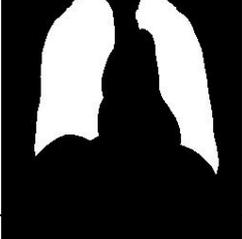
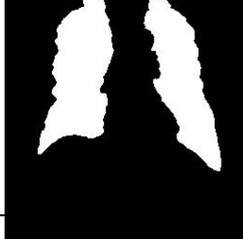
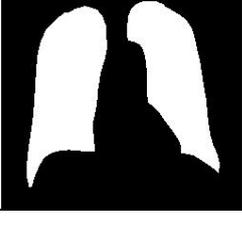
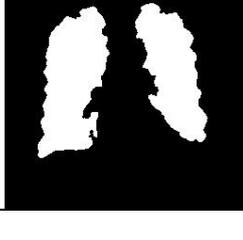
- Munir, A., 1992, *Pengantar Pengolahan Citra*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Munir, Rinaldi. (2010). *Pengantar Pengolahan Citra*. Bandung: INFORMATIKA.
- N Nur (2015). *Algoritma Kohonen dalam Mengubah Citra Graylevel Menjadi Citra Biner*. Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi ASIA (JITIKA) Vol.9, No.2:49-55
- N.A Pulung, T. Sutojo, Muljono (2017). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta. Penerbit ANDI
- P Darma (2010). *Pengolahan Citra DigitalI*. Yogyakarta. Penerbit ANDI
- R Michael, S Jack (2019). *Chan-Vese Reformulation for Selective Image Segmentation*. Journal of Mathematical Imaging and Vision 61: 1173-1196.
- R.J Hemalatha, T.R Thamizhvani, A.D.A Josephin, E.J Josline, B Bincy, R. Chandrasekaran (2018). *Active Contour Vased Segmentation Techniques for Medical Image Analys*. Open access peer-reviewed Edited Volume: Medical and Biological Image Analysis.
- S Joko (2010). *Herbal Penyembuhan Gangguan Sistem Pernapasan*. Bandung. Penerbit B First
- S.C Mahipal, K Rajiv (2018). *A novel fuzzy energy based level set method for medical image segmentation*. Choudhry & Kapoor, Cogent Engineering, 5: 1475032.
- Santosh K.C, A Sameer (2017). *Automated chest X-ray screening: Can lung region symmetry help detect pulmonary abnormalities?.* IEEE Transactions on Medical Imaging, Volume: 37 Issue: 5.
- Soesilo Budi (2016). *Pemanfaatan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Mendeteksi Gangguan Paru-Paru Menggunakan Metode Backpropagation*. Journal Trunojoyo (Rekayasa) : Vol3, No.1:6-11
- T. Sutoyo, E. Mulyanto, V. Suhartono, O. D. Nurhayati dan W., 2009, *Teori Pengolahan Citra Digital*, Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Watiningsih, Tri (2012). *Pengolahan Citra Foto Sinar-X untuk Mendeteksi Kelainan Paru*. Teodolita, vol. 13, pp 14-30

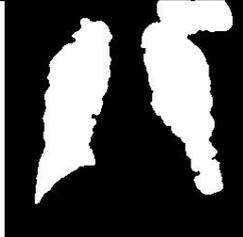
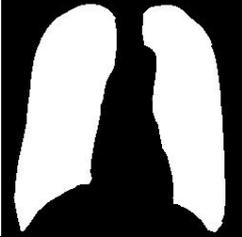
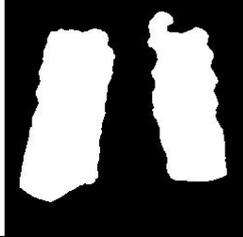
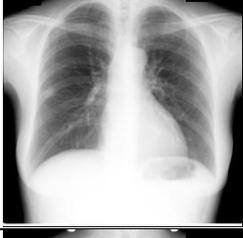
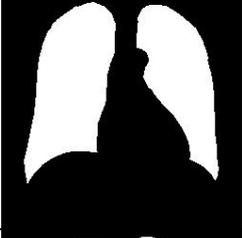
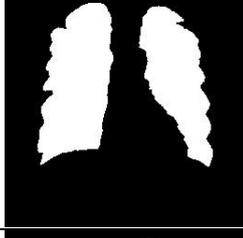
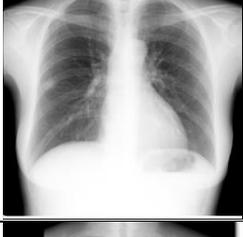
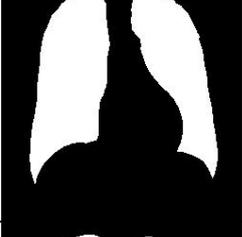
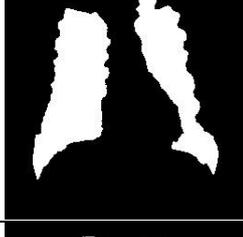
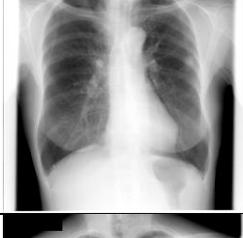
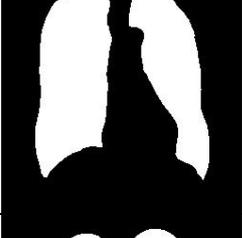
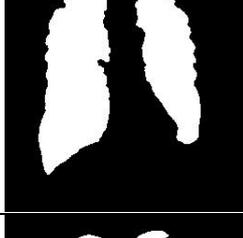
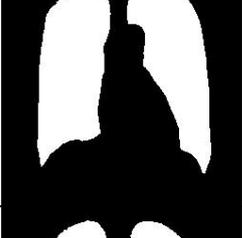
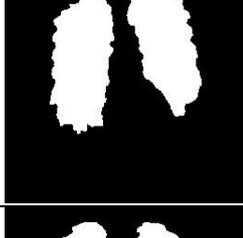
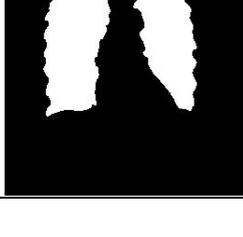
- X. Chang, et al., "*A Study of Image Segmentation Based on Level Set Method*", in International Conference on Advanced Computer Science and Electronics Information, pp. 360-363, 2013.
- Y Barunawaty, B Karmila (2019). *The Effect of X-Ray Radiation on Children*. Makassar Dent J 2019; 8(2): 97-104
- Y.J Zhang (1996). *A Survei on Evaluation Methods for Image Segmentation*. Department of Electronic Engineering, Tsinghua University, 100084 Beijing, China.
- Z Kaihua, Z Lei, S Huihui, Z Wegang (2010). *Active contours with selective local or global segmentation: A new formulation and level set method*. Image and Vision Computing 28: 668-676
- Z Xiodong, J Fucang, L Suhuai, Liu Guiying, Hu Qingmao (2014). *A marker-based watershed method for X-ray image segmentation*

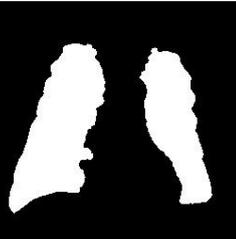
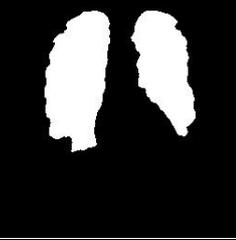
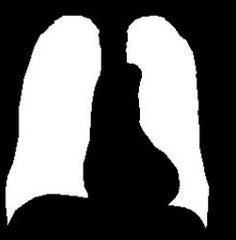
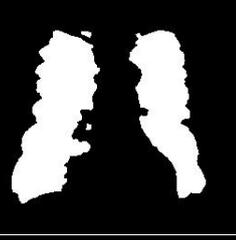
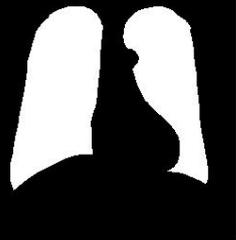
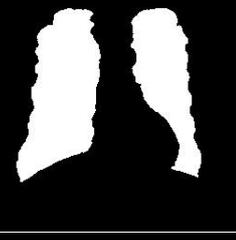
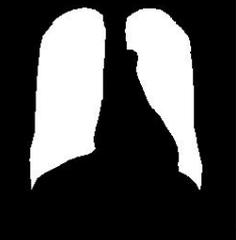
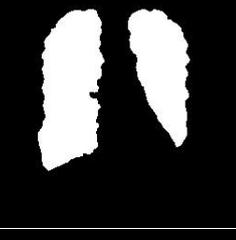
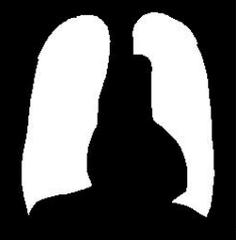
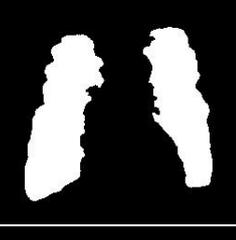
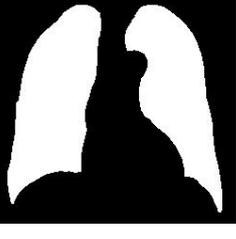
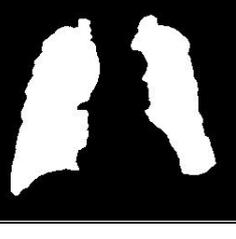
LAMPIRAN

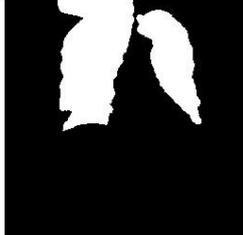
Lampiran 1 Hasil Segmentasi Citra *X-Ray Thorax* Menggunakan *Geometric Active Contour*

No	Nama File	Data Uji		Data Hasil	
		Citra <i>X-Ray Thorax</i>	Segmentasi Manual	Hasil Segmentasi Sistem	Akurasi
1	JPCLN001. JPG				91.82 %
2	JPCLN002. JPG				93.18 %
3	JPCLN003. JPG				93.36 %
4	JPCLN004				91.65 %
5	JPCLN005				95.84 %

6	JPCLN006				91.94 %
7	JPCLN007				92.07 %
8	JPCLN008				88.75 %
9	JPCLN011				95.93 %
10	JPCLN012				92.86 %
11	JPCLN013				94.73 %
12	JPCLN014				92.92 %

13	JPCLN016				89.72 %
14	JPCLN018				88.15 %
15	JPCLN019				94.02 %
16	JPCLN020				90.81 %
17	JPCLN021				94.61 %
18	JPCLN023				88.74 %
19	JPCLN024				94.23 %

20	JPCLN026				92.18 %
21	JPCLN027				92.11 %
	JPCLN028				88.05 %
23	JPCLN032				94.09 %
24	JPCLN033				94.19 %
25	JPCLN036				88.75 %
26	JPCLN040				91.45 %

27	JPCLN041				93.97 %
28	JPCLN042				89.97 %