

TUGAS AKHIR
SEGMENTASI ATRIUM KIRI PADA CITRA MRI JANTUNG
MENGGUNAKAN ARSITEKTUR UNET2D



Oleh:

Dion subaktiar

1462000183

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2024

TUGAS AKHIR

SEGMENTASI ATRIUM KIRI PADA CITRA MRI JANTUNG
MENGUNAKAN ARSITEKTUR UNET2D

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di
Program Studi Informatika



Oleh:

Dion subaktiar

1462000183

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2024

Halaman ini sengaja dikosongkan

FINAL PROJECT

LEFT ATRIUM SEGMENTATION IN CARDIAC MRI USING
UNET2D ARCHITECTURE

Prepared at partial fulfilment of the requirement for the degree of Sarjana Komputer
at Informatics Department



By:

Dion subaktiar

1462000183

INFORMATICS DEPARTMENT
FACULTY OF ENGINEERING
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2024

Halaman ini sengaja dikosongkan

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Dion subaktiar
NBI : 1462000183
Prodi : S-1 Informatika
Fakultas : Teknik
Judul : SEGMENTASI ATRIUM KIRI PADA CITRA MRI JANTUNG
MENGGUNAKAN ARSITEKTUR UNET2D.

Mengetahui/Menyetujui

Dosen Pembimbing



Dr. Fajar Astuti Hermawati, S.Kom., M.Kom.

NPP. 20460.00.0512

**Dekan Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya**



Dr. H. Saiful M. Kes., IPU., ASEAN Eng.

NPP. 20410.90.0197

**Ketua Program Studi Informatika
Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya**



Aidil Primasetya Armin, S.ST., M.T.

NPP. 20460.160700

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Dion subaktiar
NBI : 1462000183
Prodi : S-1 Informatika
Fakultas : Teknik
Judul : Segmentasi Atrium Kiri pada Citra MRI Jantung menggunakan
Arsitektur Unet2D.

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Tugas Akhir dengan judul diatas bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasi dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.
2. Tugas Akhir dengan judul diatas bukan plagiarism, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non-material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinil dan otentik.
3. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan hak atas Tugas Akhir ini kepada Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya untuk menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik Hak Cipta.
4. Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak maupun demi menegakan integritas antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan saksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan.

Surabaya, 18 Juni 2024



Dion subaktiar
1462000183

Halaman ini sengaja dikosongkan



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dion subaktiar
NIM : 1462000183
Fakultas : Teknik
Program Studi : Informatika
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

Segmentasi Atrium Kiri pada Citra MRI Jantung Menggunakan Arsitektur Unet2D

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty- Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada Tanggal : 18 Juni 2024

Yang Menyatakan



(Dion subaktiar)

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT berkat rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Segmentasi Atrium Kiri pada Citra MRI Jantung menggunakan Arsitektur Unet 2D” yang disusun sebagai syarat akademis dan penyelesaian Program Studi Teknik Informatika (S1), Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Penulis menyadari bahwa terselesainya penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, petunjuk dan saran dari semua pihak. Untuk itu penulis dengan segala kerendahan hati ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini khususnya kepada:

1. Rektor Universitas 17 Agustus Surabaya Prof. Dr. Mulyanto Nugroho, MM., CMA, CPA.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Dr. Ir. Sajiyo, ST., M.Kes., IPU., ASEAN Eng.
3. Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Aidil Primasetya Armin, S.ST., MT
4. Bapak Dosen Agung Kridoyono, S.ST., M.T. yang telah membimbing penulis selama studi di Untag Surabaya ini.
5. Ibu Dosen Pembimbing Dr. Fajar Astuti Hermawati S.Kom., M.Kom. yang telah banyak meluangkan waktu dan sangat sabar dalam membimbing dan memberi arahan penulis selama penelitian ini dilaksanakan.
6. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Informatika yang telah meluangkan waktu dalam memberikan bantuan moral, spiritual, dan material sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dan penulisan Tugas Akhir ini.
7. Sebagai ungkapan terima kasih, Tugas Akhir ini penulis mempersembahkan kepada dua orang yang paling berjasa dalam hidup penulis, Ayahanda Sugeng dan Ibunda Surida. Terima kasih atas kepercayaan yang telah diberikan atas izin untuk merantau dari kalian, serta pengorbanan, cinta, doa, motivasi, semangat, nasihat dan juga tanpa lelah mendukung segala keputusan dan pilihan dalam hidup penulis, kalian sangat berarti.
8. Seseorang yang tak kalah penting kehadirannya, Yanindya Putri. Terimakasih telah berkontribusi banyak dalam penulisan Tugas Akhir ini, baik dukungan maupun semangat kepada penulis.
9. Pihak-pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung.

10. Terakhir, diri saya sendiri, Dion subaktiar atas segala kerja keras dan semangatnya sehingga tidak pernah menyerah dalam mengerjakan tugas akhir ini.

Surabaya, 18 Juni 2024

Penulis,

Dion subaktiar

ABSTRAK

Nama : Dion subaktiar

Program Studi : Informatika

Judul : Segmentasi Atrium Kiri pada Citra MRI Jantung Menggunakan Arsitektur U-net2D.

Sistem kardiovaskular merupakan salah satu sistem penting bagi tubuh manusia yang apabila mengalami kerusakan dan tidak diperiksa, dapat menimbulkan komplikasi penyakit. Namun, penggunaan Computed Tomography (CT) dinilai kurang dalam hal menampilkan organ-organ halus pada sistem kardiovaskular. Pencitraan MRI terbukti efektif dalam menampilkan organ halus, sehingga memudahkan proses segmentasi sistem kardiovaskular. Dengan berbagai macam metode klasifikasi seperti Convolutional Neural Network (CNN), penelitian ini menggunakan arsitektur U-Net untuk segmentasi Gambar MRI jantung. Melalui pra-pemrosesan yang cermat dan pelatihan model dengan dataset yang diperkaya melalui augmentasi data, penelitian ini berhasil meningkatkan akurasi dalam memisahkan struktur anatomi pada Gambar CMR jantung. Temuan ini dapat memiliki dampak positif pada diagnostik dan penelitian medis terkait kesehatan jantung, memungkinkan identifikasi yang lebih tepat dan efisien terhadap kondisi kardiovaskular. Penelitian ini juga menekankan bahwa pra-pemrosesan dan banyaknya data sangat berpengaruh terhadap hasil segmentasi. Baik dari segi ukuran gambar maupun jumlah epoch, kedua faktor ini memainkan peran penting dalam menentukan kualitas segmentasi. Langkah-langkah pra-pemrosesan seperti normalisasi, pengurangan noise, deteksi tepi, dan peregangan kontras dapat membantu dalam mempersiapkan data secara optimal untuk pelatihan model. Hasil terbaik diperoleh dengan variabel ukuran gambar 256px serta melalui praprosesing dan pelatihan model selama 250 epoch, menghasilkan rata-rata dice score sebesar 0.8197. Hal ini menunjukkan pemilihan praproses yang tepat akan dapat meningkatkan performa hasil segmentasi.

Kata Kunci: Deep Learning, MRI Jantung, U-net, CNN.

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Name : Dion subaktiar
Department : Informatika
Title : Left Atrium Segmentation in Cardiac MRI Images Using Unet2D Architecture.

The cardiovascular system is an important system for the human body which, if damaged and not checked, can cause disease complications. However, the use of Computed Tomography (CT) is considered inadequate in terms of displaying delicate organs in the cardiovascular system. MRI imaging has proven effective in displaying delicate organs, thereby facilitating the segmentation process of the cardiovascular system. With various classification methods such as Convolutional Neural Network (CNN), this research uses the U-Net architecture for cardiac MRI image segmentation. Through careful pre-processing and training the model with a dataset enriched through data augmentation, this research succeeded in improving the accuracy in separating anatomical structures in CMR images of the heart. These findings could have a positive impact on diagnostics and medical research related to heart health, enabling more precise and efficient identification of cardiovascular conditions. This research also emphasizes that pre-processing and the amount of data greatly influence segmentation results. Both in terms of image size and number of epochs, these two factors play an important role in determining segmentation quality. Pre-processing steps such as normalization, noise reduction, edge detection, and contrast stretching can help in optimally preparing data for model training. The best results were obtained with a variable image size of 256px and through preprocessing and model training for 250 epochs, producing an average dice score of 0.8197. This shows that selecting the right preprocessing will be able to improve the performance of segmentation results.

Keywords: *Deep Learning, Cardiac MRI, U-Net, CNN.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR PERSAMAAN	xvii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	3
2.1 Tinjauan Pustaka	3
2.2 Dasar Teori.....	4
2.2.1 Teknik Pengambilan Citra	4
2.2.2 Deep Learning	6
2.2.3 Convolutional Neural Network	7
2.2.4 Arsitektur U-net.....	8
2.2.5 Erosi	10
2.2.6 Gaussian Filter.....	10
2.2.7 Laplacian Filter	11
2.2.8 Contrast Stretching.....	11
2.2.9 Dice Score	12
3. METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Hipotesis.....	15
3.2 Bahan dan Perangkat Penelitian	15

3.3	Objek Penelitian	15
3.4	Tahapan Penelitian	16
3.4.1	Tahap Pengambilan Dataset.....	17
3.4.2	Tahap Praprosesing Dataset.....	18
3.4.3	Tahap Segmentasi	19
3.4.4	Tahap Pembagian Dataset.....	23
3.4.5	Tahap Evaluasi.....	23
3.5	Skenario Pengujian.....	24
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1	Slicing dan Resizing dataset.....	25
4.2	Tahap Preprocessing Citra.....	25
4.3	Tahap Distribusi Dataset	26
4.4	Tahap Training	27
4.4.1	Tahap Training I.....	27
4.4.2	Tahap Training II	28
4.4.3	Tahap Training III.....	29
4.4.4	Tahap Training IV.....	30
4.4.5	Tahap Training V	31
4.4.6	Tahap Training VI.....	32
4.4.7	Tahap Training VII	33
4.4.8	Tahap Training VIII	34
4.4.9	Tahap Training IX.....	35
4.5	Perbandingan Hasil Evaluasi	36
4.6	Pengujian Model Terbaik dari pelatihan.....	38
5.	PENUTUP	59
5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	Saran.....	59
	DAFTAR PUSTAKA.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Gambar MRI Jantung Kiri (Tobon-Gomez et al., 2015).....	6
Gambar 2.2 Arsitektur Umum CNN (Bayat et al., 2017; Phani Ratan, 2023)	8
Gambar 2.3 Arsitektur U-net (Ronneberger et al., 2015)	9
Gambar 3.1 Sample citra MRI dan Ground Truth jantung kiri dari dataset milik (Tobon-Gomez et al., 2015)	16
Gambar 3.2 Ilustrasi Tahapan Penelitian.....	17
Gambar 3.3 Ilustrasi Alur Praprosesing Citra MRI.....	18
Gambar 3.4 Contoh Citra Ground Truth yang telah dilakukan Slicing dan Cropping menjadi 256px	23
Gambar 3.5 Contoh Citra MRI Jantung yang telah melalui Slicing dan Resizing menjadi ukuran 256px	
Gambar 3.6 Contoh Citra Ground Truth yang telah dilakukan Slicing dan Cropping menjadi 256px	
Tabel 3.2 Tabel Rincian Layers yang Digunakan pada Arsitektur Unet2D (Lanjutan)	23
Gambar 4.1 Contoh Citra Ground Truth yang telah dilakukan Slicing dan Cropping menjadi 256px	25
Gambar 4.2 Contoh Citra MRI Jantung yang telah melalui Slicing dan Resizing menjadi ukuran 256px	25
Gambar 4.3 Perbandingan citra pada tiap tahapan praprosesing, yang dimana kiri atas merupakan citra asli, kanan atas adalah citra yang telah dilakukan erosi, citra kiri bawah adalah citra yang telah filtering menggunakan Laplacian dan Gaussian, sedangkan kanan bawah adalah citra yang telah melalui contrast stretching	26
Gambar 4.4 Potongan Kode Praproses Citra.....	26
Gambar 4.5 Grafik hasil dari pelatihan jaringan Unet.	27
Gambar 4.6 Perbandingan hasil segmentasi jaringan Unet2D tanpa praprosesing 256px sebanyak 30 epoch dengan ground truth pada Citra MRI a009 slice ke-65, kiri adalah hasil segmentasi dan kanan adalah ground truth.....	28
Gambar 4.7 Perbandingan hasil segmentasi jaringan Unet2D tanpa praprosesing 256px sebanyak 150 epoch dengan ground truth pada Citra MRI a009 slice ke-65, kiri adalah hasil segmentasi dan kanan adalah ground truth	29
Gambar 4.8 Perbandingan hasil segmentasi jaringan Unet2D dengan praprosesing 256px sebanyak 150 epoch dengan ground truth pada Citra MRI a009 slice ke-65, kiri adalah hasil segmentasi dan kanan adalah ground truth	30
Gambar 4.9 Perbandingan hasil segmentasi jaringan Unet2D dengan praprosesing 256px sebanyak 250 epoch dengan ground truth pada Citra MRI a009 slice ke-65, kiri adalah hasil segmentasi dan kanan adalah ground truth	31
Gambar 4.10 Perbandingan hasil segmentasi jaringan Unet2D dengan praprosesing 256px sebanyak 500 epoch dengan ground truth pada Citra MRI a009 slice ke-65, kiri adalah hasil segmentasi dan kanan adalah ground truth	32
Gambar 4.11 Perbandingan hasil segmentasi jaringan Unet2D tanpa praprosesing 128px sebanyak 30 epoch dengan ground truth pada Citra MRI a009 slice ke-65, kiri adalah hasil segmentasi dan kanan adalah ground truth.....	33

Gambar 4.12 Perbandingan hasil segmentasi jaringan Unet2D dengan praprosesing 128px sebanyak 150 epoch dengan ground truth pada Citra MRI a009 slice ke-65, kiri adalah hasil segmentasi dan kanan adalah ground truth34

Gambar 4.13 Perbandingan hasil segmentasi jaringan Unet2D dengan praprosesing 256px sebanyak 30 epoch dengan ground truth pada Citra MRI a009 slice ke-65, kiri adalah hasil segmentasi dan kanan adalah ground truth.....35

Gambar 4.14 Perbandingan hasil segmentasi jaringan Unet2D dengan praprosesing 128px sebanyak 1000 epoch dengan ground truth pada Citra MRI a009 slice ke-65, kiri adalah hasil segmentasi dan kanan adalah ground truth36

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	4
Tabel 3.1 Spesifikasi dataset (Tobon-Gomez et al., 2015)	15
Tabel 3.2 Tabel Rincian Layers yang Digunakan pada Arsitektur Unet2D.....	20
Tabel 4.1 Hasil Evaluasi Pelatihan Jaringan Unet2D Pertama.....	27
Tabel 4.2 Hasil Evaluasi Pelatihan Jaringan Unet2D Kedua	28
Tabel 4.3 Hasil Evaluasi Pelatihan Jaringan Unet2D Ketiga	29
Tabel 4.4 Hasil Evaluasi Pelatihan Jaringan Unet2D Keempat	30
Tabel 4.5 Hasil Evaluasi Pelatihan Jaringan Unet2D Kelima	31
Tabel 4.6 Hasil Evaluasi Pelatihan Jaringan Unet2D Keenam.....	32
Tabel 4.7 Hasil Evaluasi Pelatihan Jaringan Unet2D Ketujuh	33
Tabel 4.8 Hasil Evaluasi Pelatihan Jaringan Unet2D Kedelapan.....	34
Tabel 4.9 Hasil Evaluasi Pelatihan Jaringan Unet2D Kesembilan.....	35
Tabel 4.10 Tabel Perbandingan Hasil Evaluasi Tiap Model.. Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.	
Tabel 4.11 Tabel perbandingan segmentasi dan ground truth jaringan.	38

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Persamaan Erosi.....	10
Persamaan 2.2 Persamaan Gaussian Filter	11
Persamaan 2.3 Persamaan Laplacian Filter.....	11
Persamaan 2.4 Persamaan Contrast Stretching	12
Persamaan 2.5 Persamaan Dice Score.....	12
Persamaan 3.1 Persamaan Erosi.....	18
Persamaan 3.2 Persamaan Gaussian Filter.....	18
Persamaan 3.3 Persamaan Laplacian Filter.....	19
Persamaan 3.4 Persamaan Contrast Stretching	19
Persamaan 3.5 Persamaan Dice Score.....	23

Halaman ini sengaja dikosongkan