

**SEGMENTASI RUANG JANTUNG DALAM KONDISI KARDIOMEGALI
MENGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
DENGAN ARSITEKTUR U-NET**



OLEH :

TOMMY SAPUTRA

09012682226012

**PROGRAM MAGISTER ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
TAHUN 2023**

**SEGMENTASI RUANG JANTUNG DALAM KONDISI KARDIOMEGALI
MENGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
DENGAN ARSITEKTUR U-NET**

TESIS

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister**



OLEH :

TOMMY SAPUTRA

09012682226012

**PROGRAM MAGISTER ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
TAHUN 2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**SEGMENTASI RUANG JANTUNG DALAM KONDISI KARDIOMEGALI
MENGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
DENGAN ARSITEKTUR U-NET**

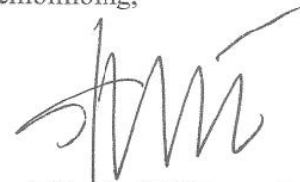
TESIS

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister

Oleh :

TOMMY SAPUTRA
09012682226012

Palembang, November 2023
Pembimbing,



Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.
NIP. 196908021994012001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer



Hadipurnawan Satria, Ph.D.
NIP. 198004182020121001

HALAMAN PERSETUJUAN

Pada hari rabu tanggal 13 desember 2023 telah dilaksanakan ujian sidang Tesis secara luring oleh Magister Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Tommy Saputra
N I M : 09012682226012
Judul : Segmentasi Ruang Jantung Dalam Kondisi Kardiomegali
Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network*
Dengan Arsitektur U-Net


1. Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.
NIP. 196908021994012001



2. Penguji I

Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.
NIP. 1980005222008121002



3. Penguji II

Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D
NIP. 197802232006042002



Mengetahui,
Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer



Hadipurnawan Satria, Ph.D.
NIP. 198004182020121001

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Tommy Saputra
NIM : 09012682226012
Program Studi : Magister Ilmu Komputer
Judul Tesis : Segmentasi Ruang Jantung Dalam Kondisi Kardiomegali
Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network*
Dengan Arsitektur U-Net

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin: 15 %

Menyatakan bahwa laporan tesis saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.



Palembang, Oktober 2023



Tommy Saputra
NIM. 09012682226012

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tesis ini dengan judul **Segmentasi Ruang Jantung Dalam Kondisi Kardiomegali Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* Dengan Arsitektur U-Net** dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata 2 pada Program Magister Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Dalam penulisan Tesis ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, pengarahan serta semangat dari berbagai pihak dan menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kepada Allah SWT yang selalu memberikan berkat dan rahmat-Nya.
2. Kedua Orang Tua Tercinta Papa Ir.Firmansyah dan Mama Adia Erliana yang selalu mendoakan, memotivasi, dukungan, dan kasih sayang kepada penulis dalam menyelesaikan Proposal Tesis ini.
3. Bapak Hadipurnawan Satria, Ph.D. selaku Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan dan bimbingan hingga tesis ini dapat terselesaikan.
5. Bapak Dr. Muhammad Taufik Roseno, S.T., M.Kom selaku dekan ilmu komputer Universitas Sumatera Selatan yang telah memberikan dukungan sepenuhnya kepada penulis.
6. Bapak Yudha Pratomo, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Rektor Universitas Sumatera Selatan yang telah memberikan izin melanjutkan kuliah jenjang S2.
7. Bapak Hadi Syaputra, S.Kom., M.Kom selaku dosen dan tim riset AI Universitas Sumatera Selatan yang telah memberikan suport dan dukungan sepenuhnya kepada penulis.
8. Untuk Ayuk Devita Firadia, S.IP., M.M, Kakak Jimmy Firmansyah, S.T dan Adik Rafly Gutama yang selalu memberikan motivasi, semangat saran, dan kritiknya.
9. Seluruh sahabat angkatan 2022 Magister Ilmu Komputer terima kasih karena selalu memberikan saran, kritik, dan membantu penulis menyelesaikan proposal tesis ini.

10. Yang tercinta istri saya Adelia Utami, A.Md.Gz, anak saya pertama Khawla Adreena Bahira dan anak saya kedua Khalisa Adeeva Banafsha yang telah memberikan semangat, doa dan dukungan.
11. Semua dosen Program Studi Magister Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya yang telah melimpahkan ilmunya kepada penulis selama proses belajar mengajar di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
12. Semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun secara tidak langsung yang tidak bisa penulis jelaskan satu persatu.

Penulis menyadari akan banyaknya kekurangan dalam penulisan tesis ini. Oleh karena itu, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan agar di masa-masa yang akan datang bisa lebih baik lagi. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, November 2023

Penulis

**HEART SPACE SEGMENTATION IN CARDIOMEGALY CONDITIONS
USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK WITH
U-NET ARCHITECTURE**

By :

**TOMMY SAPUTRA
09012682226012**

ABSTRACT

Cardiomegaly is a disease that has no signs or symptoms in some sufferers and may have symptoms such as shortness of breath, abnormal heartbeat (arrhythmia), and edema. Cardiomegaly will cause the sufferer's heart to pump harder than usual or gradually damage the heart muscle such as palpitations, chest tightness, and shortness of breath. Diagnosing cardiomegaly early can help make a decision whether the heart is abnormal or normal. In addition, due to problems in manual examination it will take time and the need for interpretation and human experience, tools are needed to automatically develop and identify normal hearts and abnormal hearts. Therefore, this study proposes cardiac chamber segmentation using 2D (two-dimensional) ultrasound convolutional neural networks for rapid cardiomegaly screening in clinical applications based on chest ultrasound examination. The proposed approach uses CNN with Residual U-Net architecture with abnormal and normal heart data. The results of the study were obtained using the pixel matrix evaluation with an accuracy of 99.09%, Dice of 94.94% and IoU of 90.75%.

**SEGMENTASI RUANG JANTUNG DALAM KONDISI KARDIOMEGALI
MENGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
DENGAN ARSITEKTUR U-NET**

OLEH

**TOMMY SAPUTRA
09012682226012**

ABSTRAK

Kardiomegali merupakan penyakit yang tidak memiliki tanda atau gejala pada beberapa penderitanya dan kemungkinan memiliki gejala seperti sesak napas, detak jantung tidak normal (aritmia), dan edema. Kardiomegali akan menyebabkan jantung penderita memompa lebih keras dari biasanya atau secara bertahap merusak otot jantung seperti jantung berdebar, sesak dada, dan sesak napas. Mendiagnosis dini kardiomegali dapat membantu membuat keputusan jantung dalam keadaan abnormal atau normal. Selain itu, sehubungan dengan masalah dalam pemeriksaan secara manual akan memakan waktu dan kebutuhan interpretasi serta pengalaman manusia, maka diperlukan alat bantu untuk secara otomatis mengembangkan dan mengidentifikasi jantung normal dan jantung yang abnormal. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan segmentasi ruang jantung dengan menggunakan jaringan saraf konvolusional 2D (dua dimensi) ultrasound untuk skrining kardiomegali secara cepat dalam aplikasi klinis berdasarkan pemeriksaan USG dada. Pendekatan yang diusulkan menggunakan CNN dengan model arsitektur Residual U-Net dengan data jantung abnormal dan normal. Hasil penelitian yang diperoleh menggunakan evaluasi matriks piksel akurasi sebesar 99.09%, dice sebesar 94.94 % dan IoU sebesar 90.75%.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Kardiomegali	11
2.3 Cara Pandang Kardiomegali	12
2.4 Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization	13
2.5 Deep Learning Pada Gambar Kardiomegali	14
2.6 U-Net	15
2.6.1 Contracting Path	15
2.6.2 Expensive Path	17
2.7 Residual U-Net	18
2.8 Attention U-Net	18
2.9 Data Splitting	19
2.9.1 Random Sampling	20
2.9.2 Stratified Random Sampling	20

2.9.3 Nonrandom Sampling	21
2.10 Matriks Evaluasi	21

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Kerja Penelitian	22
3.2 Lingkungan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	24
3.3 Tahapan Penelitian	25
3.3.1 Dataset Training dan Testing	25
3.3.2 Dataset Unseen	27
3.4 Pre-processing Data	28
3.4.1 Input Video	29
3.4.2 Frame	29
3.4.3 Resize Image	32
3.4.4 CLAHE	33
3.4.5 Annotation Label	33
3.4.6 Ground truth	35
3.4.7 Splitting Data	36
3.5 Segmentasi Menggunakan U-Net	37
3.6 Segmentasi Menggunakan Residual U-Net	39
3.7 Segmentasi Menggunakan Attention U-Net	40
3.8 Proses Pelatihan	40
3.9 Proses Validasi	41
3.10 Proses Pengujian	42
3.11 Analisis Hasil	43
3.12 Kesimpulan	43

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

4.1 Kebutuhan Pengujian	44
4.2 Pengujian U-Net	45
4.2.1 U-Net Jantung Kondisi Kardiomegali	45
4.2.2 U-Net Jantung Kondisi Normal	47
4.3 Pengujian Residual U-Net	48

4.3.1	Residual U-Net Jantung Kondisi Kardiomegali	48
4.3.2	Residual U-Net Jantung Kondisi Normal	49
4.4	Pengujian Attention U-Net	50
4.4.1	Attention U-Net Jantung Kondisi Kardiomegali	51
4.4.2	Attention U-Net Jantung Kondisi Normal	52
4.5	Hasil Fine Tuning Seluruh Model	53
4.6	Hasil Prediksi U-Net, Residual U-Net dan Attention U-Net	54
4.7	Uji Coba Unseen Data	56
4.7.1	Hasil Prediksi <i>Unseen</i> Data	57
4.8	Diskusi	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran	61
DAFTAR PUSTAKA		62

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Penelitian terdahulu dalam mensegmentasikan kardiomegali menggunakan metode U-Net	6
Tabel 2.2 Penelitian terdahulu dalam mensegmentasikan kardiomegali menggunakan selain metode U-Net	9
Tabel 3.1 Sampel video untuk <i>training</i> dan <i>testing</i>	26
Tabel 3.2 Deskripsi raw data video untuk <i>training</i> dan <i>testing</i>	27
Tabel 3.3 Sampel video untuk unseen data	27
Tabel 3.4 Deskripsi raw video untuk unseen data	28
Tabel 3.5 Hasil ekstrasi video ke gambar untuk <i>training</i> dan <i>testing</i>	28
Tabel 3.6 Hasil ekstrasi video ke gambar untuk <i>unseen</i> data	30
Tabel 3.7 Deskripsi hasil frame untuk data <i>training</i> dan <i>testing</i>	32
Tabel 3.8 Deskripsi hasil frame untuk data <i>unseen</i>	32
Tabel 3.9 Hasil ground truth	35
Tabel 3.10 Hasil <i>stratified random sampling</i>	36
Tabel 4.1 Informasi data training pada image original dan ground truth	44
Tabel 4.2 Informasi data unseen pada image original dan ground truth	45
Tabel 4.3 Hyperparameter tuning	45
Tabel 4.4 Hasil kinerja pada Arsitektur U-Net, Residual U-Net, Attention U-Net	50
Tabel 4.5 Hasil prediksi U-Net, Residual U-Net, Attention U-Net	54
Tabel 4.6 Hasil kinerja uji unseen data	56
Tabel 4.7 Hasil prediksi uji <i>unseen</i> data	57
Tabel 4.8 Perbandingan hasil kinerja beberapa model	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Ultrasound</i> Jantung Kardiomegali	12
Gambar 2.2 <i>Ultrasound</i> Jantung Normal	13
Gambar 2.3 Arsitektur U-Net	15
Gambar 2.4 Proses Contracting Path	16
Gambar 2.5 Proses Selanjutnya Dari Contracting Path	16
Gambar 2.6 Bagian Bawah Dari Proses Contracting Path	16
Gambar 2.7 Proses Dari Expensive Path	17
Gambar 2.8 Bagian Atas Dari Arsitektur U-Net	17
Gambar 2.9 Arsitektur Residual U-Net	18
Gambar 2.10 Arsitektur Attention U-Net	19
Gambar 3.1 Kerangka Kerja Penelitian	24
Gambar 3.2 Tahapan Penelitian	25
Gambar 3.3 Tahapan Pre-processing Data	29
Gambar 3.4 Gambar Video (a) Kardiomegali dan (b) Normal	31
Gambar 3.5 Hasil Frame (a) Kardiomegali dan (b) Normal	31
Gambar 3.6 Proses Augmentasi Clahe	33
Gambar 3.7 Annotation Label Kardiomegali	34
Gambar 3.8 Annotation Label Normal	34
Gambar 3.9 Arsitektur U-Net	36
Gambar 3.10 Arsitektur Residual U-Net	38
Gambar 3.11 Arsitektur Attention U-Net	39
Gambar 3.12 Kalkulasi presisi metrics evaluation	41
Gambar 4.1 Plot Grafik U-Net Epoch Loss	46
Gambar 4.2 Plot Grafik U-Net Epoch Accuracy	46
Gambar 4.3 Plot Grafik U-Net Epoch IoU	46
Gambar 4.4 Plot Grafik U-Net Epoch Loss	47
Gambar 4.5 Plot Grafik U-Net Epoch Accuracy	47
Gambar 4.6 Plot Grafik U-Net Epoch IoU	47

Gambar 4.7	Plot Grafik Residual U-Net Epoch Loss	49
Gambar 4.8	Plot Grafik Residual U-Net Epoch Accuracy	49
Gambar 4.9	Plot Grafik Residual U-Net Epoch IoU	49
Gambar 4.10	Plot Grafik Residual U-Net Epoch Loss	50
Gambar 4.11	Plot Grafik Residual U-Net Epoch Accuracy	50
Gambar 4.12	Plot Grafik Residual U-Net Epoch IoU	50
Gambar 4.13	Plot Grafik Attention U-Net Epoch Loss	51
Gambar 4.14	Plot Grafik Attention U-Net Epoch Accuracy	51
Gambar 4.15	Plot Grafik Attention U-Net Epoch IoU	51
Gambar 4.16	Plot Grafik Attention U-Net Epoch Loss	52
Gambar 4.17	Plot Grafik Attention U-Net Epoch Accuracy	52
Gambar 4.18	Plot Grafik Attention U-Net Epoch IoU	52

DAFTAR SINGKATAN

CNN	= Convolutional Neural Networks
ReLu	= Rectified Linear Unit
IoU	= Intersection over Union
DL	= Deep Learning
USG	= Ultrasonography
FC	= Fully Connected
DSC	= Dice Score Similarity

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1.** Source Code Python
- LAMPIRAN 2.** Publikasi Ilmiah
- LAMPIRAN 3.** Hasil Pengecekan Software Ithenticate/Turniting
- LAMPIRAN 4.** Surat Rekomendasi Ujian Proposal Tesis
- LAMPIRAN 5.** Surat Rekomendasi Ujian Tesis
- LAMPIRAN 6.** Form Revisi Ujian Proposal Tesis
- LAMPIRAN 7.** Form Revisi Ujian Tesis
- LAMPIRAN 8.** Form Konsultasi Proposal Tesis
- LAMPIRAN 9.** Form Konsultasi Tesis
- LAMPIRAN 10.** Surat Persetujuan Pembimbing Tesis
- LAMPIRAN 11.** SK Pengangkatan Pembimbing Tesis



BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat dilakukannya penelitian. Pada penjelasan latar belakang ini adalah Bagaimana cara melakukan segmentasi ruang jantung dalam kondisi kardiomegali. Ruang jantung dalam kondisi kardiomegali dibahas pada penelitian ini disebabkan oleh permasalahan yang terjadi dibagian otot jantung sehingga dapat menyebabkan jantung menebal, membesar, dan membengkak. Dalam ruang jantung dengan kondisi kardiomegali ini dapat dianalisa oleh algoritma untuk mensegmentasi melalui citra gambar *ultrasonografi*. Pada penerapan *deep learning* sebagai algoritma untuk mensegmentasikan agar dapat fitur diimplementasikan secara otomatis oleh algoritma tanpa perlu campur tangan manusia. Pada penelitian ini menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur U-Net.

1.1 Latar Belakang

Menurut penelitian (Moise, 2020) Kardiomegali merupakan sebuah kondisi dalam keadaan anatomis pada besarnya jantung lebih besar dari ukuran jantung normal yaitu dengan ukuran diameter transversal dari gambar jantung $\geq 50\%$ dari besar rongga dada, kardiomegali terjadi ketika besar jantung $> 50\%$ dari diameter internal rongga dada. Pada detak jantung yang tidak normal dapat menyebabkan pembesaran jantung, mengakibatkan tekanan darah tinggi, penyakit katup jantung, dan kardiomiopati serta risiko komplikasi kardiomegali termasuk gagal jantung, pembekuan darah, murmur jantung, dan serangan jantung (Wu et al.,2022). Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Roseno M.T et al.,2022) melakukan klasifikasi citra jantung kondisi kardiomegali yang belum sampai objek didapatkan pada jantung kondisi kardiomegali, dikarenakan hasil belum dilakukan pemisahan objek jantung yang diagnosa kardiomegali dan hasil nilai akurasi didapatkan sebesar 74.00% maka perlu dikembangkan dengan dilakukan segmentasi agar objek dapat dikenal secara mendalam yang dimana kondisi jantung dengan kondisi kardiomegali.

Segmentasi citra merupakan proses pemisahan antara objek atau area yang menarik (*foreground*) dengan latar belakang (*background*) dalam citra digital. Proses ini sangat penting dalam pemrosesan citra karena membantu dalam memisahkan objek yang ingin dianalisis atau dikenali dari latar belakangnya. Ada dua jenis utama segmentasi citra, yaitu *full segmentation* dan *partial segmentation* (Chec L.C et al., 2017). CNN dengan arsitektur U-Net adalah pilihan yang umum digunakan dalam segmentasi citra medis, termasuk segmentasi ruang jantung dalam kondisi kardiomegali (Lu Xi et al., 2021). U-Net adalah arsitektur jaringan saraf tiruan yang khusus dirancang untuk tugas segmentasi dan ia memiliki lapisan konvolusi yang dapat mengambil fitur-fitur dari berbagai tingkat abstraksi dalam citra, ini membuatnya sangat efektif dalam memisahkan area yang berbeda dalam citra medis (Hatmizadeh et al., 2020).

Pada beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dalam segmentasi jantung kondisi kardiomegali yang menggunakan arsitektur U-Net dengan menghasilkan nilai akurasi 93,00% dan IoU 85,00% (A. Bouslama et al., 2020), selain itu pada penelitian terdahulu yang menggunakan metode CNN dengan arsitektur U-Net+CRF dengan menghasilkan nilai akurasi 95,03% (Z Li et al., 2019), maka memilih CNN menggunakan arsitektur U-Net bisa menjadi pilihan yang lebih baik dalam melakukan segmentasi. Penting untuk diingat bahwa dalam pengembangan model *deep learning*, sangat penting untuk melakukan eksperimen, menyesuaikan arsitektur, dan menyesuaikan parameter untuk mendapatkan hasil terbaik. Oleh karena itu, perlu adanya adaptasi khusus untuk mencapai hasil yang optimal. Berkembangnya teknologi *deep learning* akan terus membantu dalam meningkatkan kemampuan analisis citra untuk diagnosis penyakit jantung dan banyak masalah medis lainnya sehingga penelitian ini mengusulkan untuk melakukan proses segmentasi ruang jantung dalam kondisi kardiomegali dengan teknik segmentasi yang diusulkan adalah menggunakan CNN dengan arsitektur U-Net serta peneliti juga mengusulkan pengembangan pada arsitektur U-Net dengan menggunakan arsitektur Residual U-Net dan Attention U-Net.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah di tinjau berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat diuraikan menjadi beberapa poin perumusan masalah, diantaranya:

1. Bagaimana membuat pra-pengolahan data gambar yang terkena kondisi kardiomegali dan normal.
2. Bagaimana melakukan segmentasi ruang jantung dalam kondisi kardiomegali dan normal menggunakan metode CNN dengan arsitektur U-Net, *Residual U-Net* dan *Attention U-Net*.
3. Bagaimana melakukan evaluasi kinerja segmentasi pada arsitektur U-Net, *Residual U-Net* dan *Attention U-Net*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam melakukan penelitian yang dirancang pada tesis ini adalah:

1. Dataset yang digunakan merupakan data video yang terdeteksi jantung dalam kondisi kardiomegali dan normal. Dataset bersumber dari Rumah Sakit Bunda Palembang.
2. Dataset yang digunakan dengan menggunakan cara pandang membandingkan ukuran jantung terhadap rongga torak.
3. Arsitektur metode CNN yang digunakan untuk segmentasi adalah U-Net, *Residual U-Net*, dan *Attention U-Net*.
4. Pada tahap segmentasi dibagi menjadi 2 kategori yaitu kardiomegali dan normal.
5. Keluaran dari sistem ini adalah berupa informasi hasil segmentasi jantung dalam kondisi kardiomegali dan normal menggunakan metode CNN.

1.4 Tujuan

Secara umum tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan sistem segmentasi ruang jantung dalam kondisi kardiomegali dan normal dengan

menggunakan metode CNN berbasis U-Net. Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Membuat pra-pengolahan data gambar untuk segmentasi ruang jantung dalam kondisi kardiomegali dan normal pada jantung.
2. Menganalisis dan implementasi proses segmentasi ruang jantung dalam keadaan kardiomegali dan normal.
3. Menganalisis hasil kinerja segmentasi ruang jantung dalam keadaan kardiomegali dan normal berupa hasil nilai akurasi, dice dan IoU.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan bertujuan untuk lebih memudahkan dalam menyusun isi dari setiap bab yang ada pada penelitian ini yang dirangkum sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang pendahuluan berupa latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang kerangka teori dan pustaka yang berhubungan dengan permasalahan dalam melakukan proses segmentasi ruang jantung dalam kondisi kardiomegali dengan menggunakan metode CNN yang mengacu pada beberapa penelitian jurnal publikasi sebelumnya.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan metodologi alur yang bertahap dan terperinci tentang langkah yang akan digunakan untuk menganalisa kaitan dengan segmentasi ruang jantung. Metodologi ini menjelaskan pendekatan dan algoritma CNN berbasis U-Net sehingga tujuan dari penulisan ini dapat tercapai.

4. BAB IV HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini berisi hasil pengujian yang telah dilakukan, data yang digunakan berupa pada data latih maupun data uji kemudian dianalisa dengan berbagai macam teknik, adapun pada bab ini akan membahas kevalidasian dari sistem yang telah dibuat.

5. BAB V KESIMPULAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan mengenai hasil dan analisa dari pengolahan data jantung dalam melakukan segmentasi ruang jantung menggunakan metode *Deep Learning*, yaitu CNN dengan arsitektur U-Net, *Residual* U-Net, dan *Attention* U-Net. Bab ini juga merupakan jawaban dari setiap tujuan penelitian ini yang ingin dicapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Alghamdi, S. S., Abdelaziz, I., Albadri, M., Alyanbaawi, S., Aljondi, R., & Tajaldeen, A. (2020). Study of cardiomegaly using chest x-ray. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 13(1), 460–467. <https://doi.org/10.1080/16878507.2020.1756187>
- Bowden, G. J., Dandy, G. C., and Maier, H. R., Input determination for neural network models in water resources applications. part 1background and methodology, *Journal of Hydrology*, 301 , 75–92, 2005.
- Dumoulin, V., & Visin, F. (2018). *A guide to convolution arithmetic for deep learning*. 1–31.
- Frazier, D. M., Millington, D. S., McCandless, S. E., Koeberl, D. D., Weavil, S. D., Chaing, S. H., & Muenzer, J. (2006). The tandem mass spectrometry newborn screening experience in North Carolina: 1997-2005. *Journal of Inherited Metabolic Disease*, 29(1), 76–85. <https://doi.org/10.1007/s10545-006-0228-9>
- Ghorbani, A., Ouyang, D., Abid, A., He, B., Chen, J. H., Harrington, R. A., Liang, D. H., Ashley, E. A., & Zou, J. Y. (2020). Deep learning interpretation of echocardiograms. *Npj Digital Medicine*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0216-8>
- Harigustian, Y., Dewi, A., & Khoiriyati, A. (2016). Gambaran Karakteristik Pasien Gagal Jantung Usia 45 – 65 Tahun Di Rumah Sakit Pku Muhammadiyah Gamping Sleman. *Indonesian Journal of Nursing Practices*, 1(1), 55–60. <https://doi.org/10.18196/ijnp.1152>
- Health, B. (2017). *Heart disease - enlarged heart*. <https://www.betterhealth.vic.gov.au/health/ConditionsAndTreatments/heart-disease-enlarged-heart>
- Kamencay, P., Benco, M., Mizdos, T., & Radil, R. (2017). *A New Method for Face Recognition Using Convolutional Neural Network Face Recognition System – State of the Art*. 663–672. <https://doi.org/10.15598/aeee.v15i4.2389>
- Kemenkes RI. (2020). Profil Kes Indo 2019. In *Kementrian Kesehatan Republik Indonesia*. <https://pusdatin.kemkes.go.id/resources/download/pusdatin/profil->

kesehatan-indonesia/Profil-Kesehatan-indonesia-2019.pdf

- Ker, J., & Wang, L. (2018). *Deep Learning Applications in Medical Image Analysis*. 9375–9389.
- Liu, K., Kang, G., Zhang, N., & Hou, B. (2018). Breast Cancer Classification Based on Fully-Connected Layer First Convolutional Neural Networks. *IEEE Access*, 6, 23722–23732. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2817593>
- Moise, N. S. (2020). *Cardiomegaly Cardiomegaly*. February, 1–16.
- May, R. J., Maier, H. R., and Dandy, G. C., Data splitting for artificial neural networks using som-based stratified sampling, *Neural Networks*, 23 , 283–94, 2010.
- Pal, A., Xue, Z., Befano, B., Rodriguez, A. C., Long, L. R., Schiffman, M., & Antani, S. (2021). Deep Metric Learning for Cervical Image Classification. *IEEE Access*, 9, 53266–53275. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3069346>
- Rahman, T., Chowdhury, M. E. H., & Khandakar, A. (2020). applied sciences Transfer Learning with Deep Convolutional Neural Network (CNN) for Pneumonia Detection Using. *MDPI, J. App Sci.*, 3233, 1–17.
- Syaifuddin, I., Harianto, R. A., & Kristian, Y. (2018). *Deteksi Mikroskopis Spermatozoa Sapi Menggunakan Deep Convolution Neural*.
- Tob, L. (2016). *Convolutional Neural Networks for Object Recognition on Mobile Devices : a Case Study*. December. <https://doi.org/10.1109/ICPR.2016.7900181>
- Wang, Q., Yang, D., Li, Z., Zhang, X., & Liu, C. (2020). Deep regression via multi-channel multi-modal learning for pneumonia screening. *IEEE Access*, 8, 78530–78541. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2990423>
- Welikala, R. A., Remagnino, P., Lim, J. H., Chan, C. S., Rajendran, S., Kallarakkal, T. G., Zain, R. B., Jayasinghe, R. D., Rimal, J., Kerr, A. R., Amtha, R., Patil, K., Tilakaratne, W. M., Gibson, J., Cheong, S. C., & Barman, S. A. (2020). Automated Detection and Classification of Oral Lesions Using Deep Learning for Early Detection of Oral Cancer. *IEEE Access*, 8, 132677–132693. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3010180>
- Wu, J. X., Pai, C. C., Kan, C. D., Chen, P. Y., Chen, W. L., & Lin, C. H. (2022).

Chest X-Ray Image Analysis with Combining 2D and 1D Convolutional Neural Network Based Classifier for Rapid Cardiomegaly Screening. *IEEE Access*, 10, 47824–47836. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3171811>

Yumin, D., Wu, M., & Zhang, J. (2020). Recognition of Pneumonia Image Based on Improved Quantum Neural Network. *IEEE Access*, 8, 224500–224512. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3044697>

Zhang, G. P. and Berardi, V. L., Time series forecasting with neural network ensembles: An application for exchange rate prediction, *The Journal of the Operational Research Society*, 52 , 652–664, 2001.