

**PERBANDINGAN KINERJA SEGMENTASI
JANTUNG JANIN MENGGUNAKAN
*CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH :

ABDULLAH FARHAN

09011181722081

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2021

HALAMAN PENGESAHAN

**PERBANDINGAN KINERJA SEGMENTASI JANTUNG JANIN
MENGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK**

TUGAS AKHIR

**Program Studi Sistem Komputer
Jenjang S1**

Oleh

**ABDULLAH FARHAN
09011181722081**

Indralaya, Juni 2021

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer ^{5/7/21} Pembimbing Tugas Akhir

**Dr. Ir. H. Sukemi M.T.
NIP. 196612032006041001**



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

HALAMAN PERSETUJUAN

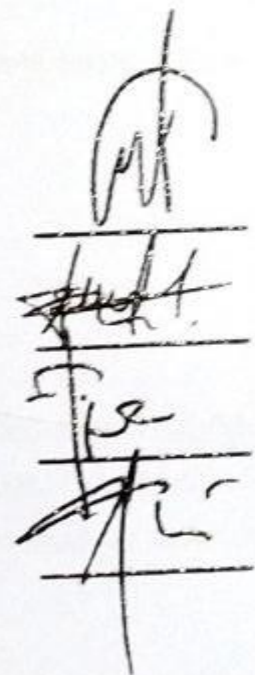
Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Selasa


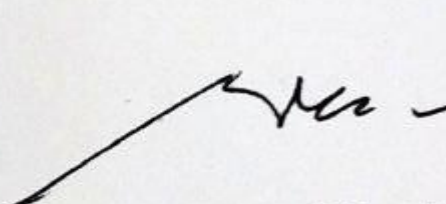
Tanggal : 22 Juni 2021

Tim Penguji :

1. Ketua : Ahmad Zarkasih, S.T., M.T.
2. Sekretaris : Sarmayanta Sembiring, S.Si., M.T.
3. Penguji : Firdaus, M.Kom.
4. Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.



Mengetahui, 27/6/21
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. H. Sukemi M.T.
NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Abdullah Farhan

NIM : 09011181722081

Judul : Perbandingan Kinerja Segmentasi Jantung Janin Menggunakan Convolutional Neural Network

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 13%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya. Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Indralaya, Juli 2021



Abdullah Farhan

09011181722081

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Perbandingan Kinerja Segmentasi Jantung Janin Menggunakan Convolutional Neural Network”.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak atas ide dan saran serta bantuannya dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa syukur dan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga proses penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar.
2. Kedua orang tua dan adik tercinta, yang selalu memberikan semangat dan do'a, serta dukungan baik moral, semangat, finansial maupun dukungan lainnya.
3. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd. M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
4. Bapak Dr. Ir. H. Sukemi, M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, memberikan saran dan motivasi serta bimbingan terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Ahmad Fali Oklilas, M.T. selaku dosen pembimbing akademik
7. Bapak Firdaus, M.Kom., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang selalu memberikan nasihat selama proses perkuliahan, pembelajaran, dan tugas akhir.

8. Kak Naufal Rachmatullah, S.Kom., M.T., dan Mbak Ade Iriani Safitri, M.Kom. yang telah memberikan semangat serta arahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
9. Mbak Annisa Darmawahyuni, M.Kom yang selalu memberikan bantuan, saran dan motivasi untuk penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
10. Adithia Jovandy, Dewi Chayanti, Jannes Effendi, Ghina Auliya, Putri Wulandari, Suci Dwi Lestari, Annisa Karima R. Harahap, M.Jorgi Ramadhan, dan Arjuno Gusendi yang selalu memberikan bantuan dan juga semangat selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
11. Teman-teman seperjuangan di Intelligent System Research Group yang selalu menyemangati satu sama lain dan saling membantu agar dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Teman-teman Sistem Komputer terutama angkatan 2017 yang selalu memberikan dukungan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis juga berterima kasih kepada semua pihak yang terlibat, baik secara langsung ataupun tidak langsung dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa Laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar lebih baik lagi dikemudian hari.

Akhir kata dengan segala keterbatasan, penulis berharap semoga laporan ini menghasilkan sesuatu yang bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya secara langsung ataupun tidak langsung sebagai sumbangan pikiran dalam peningkatan mutu pembelajaran dan penelitian.

Indralaya, Juli 2021

Penulis,

Abdullah Farhan
NIM. 09011181722081

COMPARISON OF FETAL HEART SEGMENTATION PERFORMANCE USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

ABDULLAH FARHAN (09011181722081)

Computer Engineering Department, Computer Science Faculty, Sriwijaya University

Email : farhanbsa3@gmail.com

ABSTRACT

Congenital heart disease is one of the leading causes of death in the first year of birth. One of the challenges in the image of the fetal heart is the poor image quality. Segmentation of the fetal heart using deep learning can help doctors to diagnose congenital heart disease more quickly. The method used in this research is Convolutional Neural Network (CNN) with FractalNet, Resnet and U-Net architectures. In this study, the scenario carried out is to segment 7 classes with the number of models in each class totaling 12 for the learning rate parameters, and the best loss function. Of the 12 models tested in each class. Fetal heart segmentation in classes la, lv, ra, rv, hole, aorta, and fetal heart obtained dice coefficient results of 94.23%, 97.44%, 97.83%, 97.37%, 92.17%, 94.04%, 90.85%.

PERBANDINGAN KINERJA SEGMENTASI JANTUNG JANIN MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

ABDULLAH FARHAN (09011181722081)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : farhanbsa3@gmail.com

ABSTRAK

Penyakit jantung bawaan merupakan salah satu penyebab utama kematian pada tahun pertama kelahiran. Salah satu tantangan pada citra jantung janin adalah kualitas citra yang kurang baik. Segmentasi pada jantung janin dengan menggunakan *deep learning* dapat membantu para dokter untuk melakukan diagnose penyakit jantung bawaan dengan lebih cepat. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur *FractalNet*, *Resnet* dan *U-Net*. Pada penelitian ini, scenario yang dilakukan adalah melakukan segmentasi 7 kelas dengan jumlah model masing-masing kelas berjumlah 12 untuk parameter *learning rate*, dan *loss function* terbaik. Dari 12 model yang diuji coba pada masing-masing kelas. segmentasi jantung janin pada kelas la, lv, ra, rv, hole, aorta, dan jantung janin mendapatkan hasil dice coefficient 94.23%, 97.44%, 97.83%, 97.37%, 92.17%, 94.04%, 90,85%.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Perumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.5.1 Tahap Pertama (Persiapan Data).....	3
1.5.2 Tahap Kedua (Pra Pengolahan Data)	4
1.5.3 Tahap Ketiga (Segmentasi).....	4
1.5.4. Tahap Keempat (Analisa dan Kesimpulan).....	4
1.6 Sistematika Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penyakit Jantung Bawaan	6
2.1.1 Atrioventricular Septal Defect	6
2.1.2 Ventricular Septal Defect.....	7
2.1.3 Normal.....	8
2.2 Ultrasonography	8
2.3 Citra Digital	9
2.3.1 Citra RGB.....	9

2.3.2	Citra <i>Grayscale</i>	9
2.3.3	Segmentasi Citra	10
2.4	Perbaikan Kualitas Citra	10
2.4.1	Kecerahan Gambar	10
2.4.2	Kontras	10
2.5	<i>Block-Matching 3D</i>	10
2.6	<i>Machine Learning</i>	11
2.7	<i>Deep Learning</i>	11
2.8	<i>Convolutional Neural Network</i>	11
2.8.1	Fractal Net	12
2.8.2	ResNet	12
2.8.3	U-Net	13
2.9	Evaluasi	14
2.9.1	Pixel Akurasi	14
2.9.2	<i>Intersection Over Union</i>	15
2.9.3	<i>Dice Coefficient</i>	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		16
3.1	Pendahuluan	16
3.2	Kerangka Kerja	16
3.3	Persiapan Data	17
3.4	Pra Pengolahan Data	18
3.4.1	Konversi Video ke <i>Frame</i>	19
3.4.2	Image Enhancement kecerahan dan kontras	20
3.4.3	Pengurangan Noise menggunakan <i>Block-Matching 3D</i>	21
3.4.4	Anotasi Data	22
3.4.5	Augmentasi Data	22
3.5	Pembagian Data Latih dan Data Uji	22
3.6	Segmentasi Menggunakan <i>Convolutional Neural Network</i>	23
3.7	Evaluasi	24
BAB IV HASIL DAN ANALISA		25
4.1	Pendahuluan	25
4.2	Hasil Segmentasi Jantung Janin menggunakan <i>FractalNet</i>	25
4.2.1	Hasil Segmentasi Jantung Janin Menggunakan Model 1 <i>FractalNet</i>	25
4.2.1.1	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 <i>FractalNet</i>	25
4.2.1.2	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 <i>FractalNet</i> kelas aorta	27
4.2.1.3	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 <i>FractalNet</i> kelas hole	28

4.2.1.4	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 FractalNet kelas left atrial	29
4.2.1.5	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 FractalNet kelas left ventricle....	30
4.2.1.6	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 FractalNet kelas right atrial	32
4.2.1.7	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 FractalNet kelas right ventricle .	33
4.2.2	Hasil Segmentasi Jantung Janin Menggunakan Model 2 FractalNet.....	34
4.2.2.1	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 FractalNet.....	34
4.2.2.2	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 FractalNet kelas aorta.....	36
4.2.2.3	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 FractalNet kelas hole.....	37
4.2.2.4	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 FractalNet kelas left atrial	38
4.2.2.5	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 FractalNet kelas left ventricle....	39
4.2.2.6	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 FractalNet kelas right atrial	41
4.2.2.7	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 FractalNet kelas right ventricle .	42
4.2.3	Hasil Segmentasi Jantung Janin Menggunakan Model 3 FractalNet.....	43
4.2.3.1	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 FractalNet.....	43
4.2.3.2	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 FractalNet kelas aorta.....	45
4.2.3.3	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 FractalNet kelas hole.....	46
4.2.3.4	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 FractalNet kelas left atrial	48
4.2.3.5	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 FractalNet kelas left ventricle....	49
4.2.3.6	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 FractalNet kelas right atrial	50
4.2.3.7	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 FractalNet kelas right ventricle .	52
4.2.4	Hasil Segmentasi Jantung Janin Menggunakan Model 4 FractalNet.....	53
4.2.4.1	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 FractalNet.....	53
4.2.4.2	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 FractalNet kelas aorta.....	54
4.2.4.3	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 FractalNet kelas hole.....	56
4.2.4.4	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 FractalNet kelas left atrial	57
4.2.4.5	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 FractalNet kelas left ventricle....	58
4.2.4.6	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 FractalNet kelas right atrial	60
4.2.4.7	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 FractalNet kelas right ventricle .	61
4.3	Hasil Segmentasi Jantung Janin menggunakan ResNet	63
4.3.1	Hasil Segmentasi Jantung Janin Menggunakan Model 1 ResNet.....	63
4.3.1.1	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 ResNet.....	63
4.3.1.2	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 ResNet kelas aorta.....	65
4.3.1.3	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 ResNet kelas hole.....	66
4.3.1.4	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 ResNet kelas left atrial	67
4.3.1.5	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 ResNet kelas left ventricle.....	69
4.3.1.6	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 ResNet kelas right atrial	70

4.3.1.7	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 ResNet kelas right ventricle	72
4.3.2	Hasil Segmentasi Jantung Janin Menggunakan Model 2 ResNet.....	73
4.3.2.1	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 ResNet.....	73
4.3.2.2	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 ResNet kelas aorta.....	75
4.3.2.3	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 ResNet kelas hole.....	76
4.3.2.4	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 ResNet kelas left atrial	77
4.3.2.5	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 ResNet kelas left ventricle.....	79
4.3.2.6	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 ResNet kelas right atrial	80
4.3.2.7	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 ResNet kelas right ventricle	81
4.3.3	Hasil Segmentasi Jantung Janin Menggunakan Model 3 ResNet.....	83
4.3.3.1	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 ResNet.....	83
4.3.3.2	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 ResNet kelas aorta.....	84
4.3.3.3	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 ResNet kelas hole.....	86
4.3.3.4	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 ResNet kelas left atrial	87
4.3.3.5	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 ResNet kelas left ventricle.....	89
4.3.3.6	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 ResNet kelas right atrial	90
4.3.3.7	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 ResNet kelas right ventricle	91
4.3.4	Hasil Segmentasi Jantung Janin Menggunakan Model 4 ResNet.....	93
4.3.4.1	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 ResNet.....	93
4.3.4.2	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 ResNet kelas aorta.....	94
4.3.4.3	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 ResNet kelas hole.....	96
4.3.4.4	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 ResNet kelas left atrial	97
4.3.4.5	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 ResNet kelas left ventricle.....	98
4.3.4.6	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 ResNet kelas right atrial	100
4.3.4.7	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 ResNet kelas right ventricle	101
4.4	Hasil Segmentasi Jantung Janin menggunakan U-Net	102
4.4.1	Hasil Segmentasi Jantung Janin Menggunakan Model 1 U-Net	103
4.4.1.1	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 U-Net	103
4.4.1.2	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 U-Net kelas aorta	104
4.4.1.3	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 U-Net kelas hole	105
4.4.1.4	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 U-Net kelas left atrial.....	107
4.4.1.5	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 U-Net kelas left ventricle	108
4.4.1.6	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 U-Net kelas right atrial.....	110
4.4.1.7	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 1 U-Net kelas right ventricle	111
4.4.2	Hasil Segmentasi Jantung Janin Menggunakan Model 2 U-Net	112
4.4.2.1	Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 U-Net.....	113

4.4.2.2 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 U-Net kelas aorta	113
4.4.2.3 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 U-Net kelas hole	115
4.4.2.4 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 U-Net kelas left atrial	116
4.4.2.5 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 U-Net kelas left ventricle	117
4.4.2.6 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 U-Net kelas right atrial.....	119
4.4.2.7 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 2 U-Net kelas right ventricle	120
4.4.3 Hasil Segmentasi Jantung Janin Menggunakan Model 3 U-Net	122
4.4.3.1 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 U-Net.....	122
4.4.3.2 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 U-Net kelas aorta	123
4.4.3.3 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 U-Net kelas hole	124
4.4.3.4 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 U-Net kelas left atrial.....	125
4.4.3.5 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 U-Net kelas left ventricle	127
4.4.3.6 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 U-Net kelas right atrial.....	128
4.4.3.7 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 3 U-Net kelas right ventricle	130
4.4.4 Hasil Segmentasi Jantung Janin Menggunakan Model 4 U-Net	131
4.4.4.1 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 U-Net.....	131
4.4.4.2 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 U-Net kelas aorta	133
4.4.4.3 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 U-Net kelas hole	134
4.4.4.4 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 U-Net kelas left atrial.....	136
4.4.4.5 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 U-Net kelas left ventricle	137
4.4.4.6 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 U-Net kelas right atrial.....	139
4.4.4.7 Hasil Segmentasi Jantung Janin Model 4 U-Net kelas right ventricle	140
4.5 Analisa.....	142
BAB V KESIMPULAN	162
5.1 Pendahuluan.....	162
5.2 Kesimpulan.....	162
DAFTAR PUSTAKA	163

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Atrioventricular Septal Defect (AVSD)	6
Gambar 2.2 Ventricular Septal Defect (VSD)	7
Gambar 2.3 Normal	8
Gambar 2.4 Arsitektur FractalNet	12
Gambar 2.5 Residual Unit	13
Gambar 2.6 Arsitektur U-Net	14
Gambar 3.1 Kerangka Kerja Penelitian	17
Gambar 3.2 Proses Pra Pengolahan Data	18
Gambar 3.3 Konversi Video ke Frame	19
Gambar 3.4 Image Enhancement menggunakan Brightness dan contrast	20
Gambar 3.5 Pengurangan Noise Menggunakan BM3D	21
Gambar 3.6 Contoh Hasil Anotasi	21
Gambar 3.7 Contoh Augmentasi	22
Gambar 4.1 Grafik akurasi dan loss Model 1 FractalNet	25
Gambar 4.2 Grafik akurasi dan loss Model 1 FractalNet kelas aorta	26
Gambar 4.3 Grafik akurasi dan loss Model 1 FractalNet kelas hole	27
Gambar 4.4 Grafik akurasi dan loss Model 1 FractalNet kelas left atrial	29
Gambar 4.5 Grafik akurasi dan loss Model 1 FractalNet kelas left ventricle	30
Gambar 4.6 Grafik akurasi dan loss Model 1 FractalNet kelas right atrial	31
Gambar 4.7 Grafik akurasi dan loss Model 1 FractalNet kelas right ventricle	33
Gambar 4.8 Grafik akurasi dan loss Model 2 FractalNet	34
Gambar 4.9 Grafik akurasi dan loss Model 2 FractalNet kelas aorta	35
Gambar 4.10 Grafik akurasi dan loss Model 2 FractalNet kelas hole	36
Gambar 4.11 Grafik akurasi dan loss Model 2 FractalNet kelas left atrial	38
Gambar 4.12 Grafik akurasi dan loss Model 2 FractalNet kelas left ventricle	39
Gambar 4.13 Grafik akurasi dan loss Model 2 FractalNet kelas right atrial	40
Gambar 4.14 Grafik akurasi dan loss Model 2 FractalNet kelas right ventricle	42
Gambar 4.15 Grafik akurasi dan loss Model 3 FractalNet	43
Gambar 4.16 Grafik akurasi dan loss Model 3 FractalNet kelas aorta	45
Gambar 4.17 Grafik akurasi dan loss Model 3 FractalNet kelas hole	46
Gambar 4.18 Grafik akurasi dan loss Model 3 FractalNet kelas left atrial	47
Gambar 4.19 Grafik akurasi dan loss Model 3 FractalNet kelas left ventricle	49

Gambar 4.20	Grafik akurasi dan loss Model 3 FractalNet kelas right atrial	50
Gambar 4.21	Grafik akurasi dan loss Model 3 FractalNet kelas right ventricle.....	51
Gambar 4.22	Grafik akurasi dan loss Model 4 FractalNet.....	53
Gambar 4.23	Grafik akurasi dan loss Model 4 FractalNet kelas aorta	54
Gambar 4.24	Grafik akurasi dan loss Model 4 FractalNet kelas hole	55
Gambar 4.25	Grafik akurasi dan loss Model 4 FractalNet kelas left atrial.....	57
Gambar 4.26	Grafik akurasi dan loss Model 4 FractalNet kelas left ventricle	58
Gambar 4.27	Grafik akurasi dan loss Model 4 FractalNet kelas right atrial	60
Gambar 4.28	Grafik akurasi dan loss Model 4 FractalNet kelas right ventricle.....	61
Gambar 4.29	Grafik akurasi dan loss Model 1 ResNet.....	63
Gambar 4.30	Grafik akurasi dan loss Model 1 ResNet kelas aorta	64
Gambar 4.31	Grafik akurasi dan loss Model 1 ResNet kelas hole	66
Gambar 4.32	Grafik akurasi dan loss Model 1 ResNet kelas left atrial.....	67
Gambar 4.33	Grafik akurasi dan loss Model 1 ResNet kelas left ventricle	69
Gambar 4.34	Grafik akurasi dan loss Model 1 ResNet kelas right atrial	70
Gambar 4.35	Grafik akurasi dan loss Model 1 ResNet kelas right ventricle.....	72
Gambar 4.36	Grafik akurasi dan loss Model 2 ResNet.....	73
Gambar 4.37	Grafik akurasi dan loss Model 2 ResNet kelas aorta	74
Gambar 4.38	Grafik akurasi dan loss Model 2 ResNet kelas hole	76
Gambar 4.39	Grafik akurasi dan loss Model 2 ResNet kelas left atrial.....	77
Gambar 4.40	Grafik akurasi dan loss Model 2 ResNet kelas left ventricle	78
Gambar 4.41	Grafik akurasi dan loss Model 2 ResNet kelas right atrial	80
Gambar 4.42	Grafik akurasi dan loss Model 2 ResNet kelas right ventricle.....	81
Gambar 4.43	Grafik akurasi dan loss Model 3 ResNet.....	83
Gambar 4.44	Grafik akurasi dan loss Model 3 ResNet kelas aorta	84
Gambar 4.45	Grafik akurasi dan loss Model 3 ResNet kelas hole	86
Gambar 4.46	Grafik akurasi dan loss Model 3 ResNet kelas left atrial.....	87
Gambar 4.47	Grafik akurasi dan loss Model 3 ResNet kelas left ventricle	88
Gambar 4.48	Grafik akurasi dan loss Model 3 ResNet kelas right atrial	90
Gambar 4.49	Grafik akurasi dan loss Model 3 ResNet kelas right ventricle.....	91
Gambar 4.50	Grafik akurasi dan loss Model 4 ResNet.....	93
Gambar 4.51	Grafik akurasi dan loss Model 4 ResNet kelas aorta	94
Gambar 4.52	Grafik akurasi dan loss Model 4 ResNet kelas hole	95
Gambar 4.53	Grafik akurasi dan loss Model 4 ResNet kelas left atrial.....	97
Gambar 4.54	Grafik akurasi dan loss Model 4 ResNet kelas left ventricle	98
Gambar 4.55	Grafik akurasi dan loss Model 4 ResNet kelas right atrial	99

Gambar 4.56	Grafik akurasi dan loss Model 4 ResNet kelas right ventricle.....	101
Gambar 4.57	Grafik akurasi dan loss Model 1 U-Net.....	102
Gambar 4.58	Grafik akurasi dan loss Model 1 U-Net kelas aorta.....	104
Gambar 4.59	Grafik akurasi dan loss Model 1 U-Net kelas hole.....	105
Gambar 4.60	Grafik akurasi dan loss Model 1 U-Net kelas left atrial	107
Gambar 4.61	Grafik akurasi dan loss Model 1 U-Net kelas left ventricle.....	108
Gambar 4.62	Grafik akurasi dan loss Model 1 U-Net kelas right atrial	109
Gambar 4.63	Grafik akurasi dan loss Model 1 U-Net kelas right ventricle.....	110
Gambar 4.64	Grafik akurasi dan loss Model 1 U-Net.....	112
Gambar 4.65	Grafik akurasi dan loss Model 2 U-Net kelas aorta.....	113
Gambar 4.66	Grafik akurasi dan loss Model 2 U-Net kelas hole.....	114
Gambar 4.67	Grafik akurasi dan loss Model 2 U-Net kelas left atrial	116
Gambar 4.68	Grafik akurasi dan loss Model 2 U-Net kelas left ventricle.....	117
Gambar 4.69	Grafik akurasi dan loss Model 2 U-Net kelas right atrial	118
Gambar 4.70	Grafik akurasi dan loss Model 2 U-Net kelas right ventricle.....	120
Gambar 4.71	Grafik akurasi dan loss Model 3 U-Net.....	121
Gambar 4.72	Grafik akurasi dan loss Model 3 U-Net kelas aorta.....	123
Gambar 4.73	Grafik akurasi dan loss Model 3 U-Net kelas hole.....	124
Gambar 4.74	Grafik akurasi dan loss Model 3 U-Net kelas left atrial	125
Gambar 4.75	Grafik akurasi dan loss Model 3 U-Net kelas left ventricle.....	127
Gambar 4.76	Grafik akurasi dan loss Model 3 U-Net kelas right atrial	128
Gambar 4.77	Grafik akurasi dan loss Model 3 U-Net kelas right ventricle.....	130
Gambar 4.78	Grafik akurasi dan loss Model 4 U-Net.....	131
Gambar 4.79	Grafik akurasi dan loss Model 4 U-Net kelas aorta.....	133
Gambar 4.80	Grafik akurasi dan loss Model 4 U-Net kelas hole.....	134
Gambar 4.81	Grafik akurasi dan loss Model 4 U-Net kelas left atrial	136
Gambar 4.82	Grafik akurasi dan loss Model 4 U-Net kelas left ventricle.....	137
Gambar 4.83	Grafik akurasi dan loss Model 4 U-Net kelas right atrial	139
Gambar 4.84	Grafik akurasi dan loss Model 4 U-Net kelas right ventricle.....	140
Gambar 4.85	Perbandingan Hasil Anotasi dan Prediksi pada jantung janin	143
Gambar 4.86	Perbandingan Hasil Anotasi dan Prediksi pada kelas aorta	146
Gambar 4.87	Perbandingan Hasil Anotasi dan Prediksi pada kelas hole	148
Gambar 4.88	Perbandingan Hasil Anotasi dan Prediksi pada kelas left atrial.....	150
Gambar 4.89	Perbandingan Hasil Anotasi dan Prediksi pada kelas left ventricle	153
Gambar 4.90	Perbandingan Hasil Anotasi dan Prediksi pada kelas right atrial	155
Gambar 4.91	Perbandingan Hasil Anotasi dan Prediksi pada kelas right ventricle.....	157

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Deskripsi Raw Data Video	18
Tabel 3.2 Jumlah Frame Awal.....	20
Tabel 3.3 Deskripsi Image Enhancement	21
Tabel 3.4 Deskripsi Video dan Frame yang digunakan	22
Tabel 3.5 Parameter Umum.....	23
Tabel 3.6 Parameter Tuning	24
Tabel 4.1 Hasil Evaluasi Model 1 FractalNet	26
Tabel 4.2 Hasil Evaluasi Model 1 FractalNet kelas aorta	28
Tabel 4.3 Hasil Evaluasi Model 1 FractalNet kelas hole	29
Tabel 4.4 Hasil Evaluasi Model 1 FractalNet kelas left atrial.....	30
Tabel 4.5 Hasil Evaluasi Model 1 FractalNet kelas left ventricle	31
Tabel 4.6 Hasil Evaluasi Model 1 FractalNet kelas right atrial	32
Tabel 4.7 Hasil Evaluasi Model 1 FractalNet kelas right ventricle.....	34
Tabel 4.8 Hasil Evaluasi Model 2 FractalNet.....	35
Tabel 4.9 Hasil Evaluasi Model 2 FractalNet kelas aorta	37
Tabel 4.10 Hasil Evaluasi Model 2 FractalNet kelas hole	38
Tabel 4.11 Hasil Evaluasi Model 2 FractalNet kelas left atrial.....	39
Tabel 4.12 Hasil Evaluasi Model 2 FractalNet kelas left ventricle	40
Tabel 4.13 Hasil Evaluasi Model 2 FractalNet kelas right atrial	42
Tabel 4.14 Hasil Evaluasi Model 2 FractalNet kelas right ventricle.....	43
Tabel 4.15 Hasil Evaluasi Model 3 FractalNet	45
Tabel 4.16 Hasil Evaluasi Model 3 FractalNet kelas aorta	46
Tabel 4.17 Hasil Evaluasi Model 3 FractalNet kelas hole	47
Tabel 4.18 Hasil Evaluasi Model 3 FractalNet kelas left atrial.....	49
Tabel 4.19 Hasil Evaluasi Model 3 FractalNet kelas left ventricle	50
Tabel 4.20 Hasil Evaluasi Model 3 FractalNet kelas right atrial	51
Tabel 4.21 Hasil Evaluasi Model 3 FractalNet kelas right ventricle.....	53
Tabel 4.22 Hasil Evaluasi Model 4 FractalNet	54
Tabel 4.23 Hasil Evaluasi Model 4 FractalNet kelas aorta	55
Tabel 4.24 Hasil Evaluasi Model 4 FractalNet kelas hole	57
Tabel 4.25 Hasil Evaluasi Model 4 FractalNet kelas left atrial.....	58
Tabel 4.26 Hasil Evaluasi Model 4 FractalNet kelas left ventricle	60

Tabel 4.27 Hasil Evaluasi Model 4 FractalNet kelas right atrial	61
Tabel 4.28 Hasil Evaluasi Model 4 FractalNet kelas right ventricle	63
Tabel 4.29 Hasil Evaluasi Model 1 ResNet	64
Tabel 4.30 Hasil Evaluasi Model 1 ResNet kelas aorta	66
Tabel 4.31 Hasil Evaluasi Model 1 ResNet kelas hole	67
Tabel 4.32 Hasil Evaluasi Model 1 ResNet kelas left atrial.....	69
Tabel 4.33 Hasil Evaluasi Model 1 ResNet kelas left ventricle	70
Tabel 4.34 Hasil Evaluasi Model 1 ResNet kelas right atrial.....	72
Tabel 4.35 Hasil Evaluasi Model 1 ResNet kelas right ventricle	73
Tabel 4.36 Hasil Evaluasi Model 2 ResNet	74
Tabel 4.37 Hasil Evaluasi Model 2 ResNet kelas aorta	76
Tabel 4.38 Hasil Evaluasi Model 2 ResNet kelas hole	77
Tabel 4.39 Hasil Evaluasi Model 2 ResNet kelas left atrial.....	78
Tabel 4.40 Hasil Evaluasi Model 2 ResNet kelas left ventricle	80
Tabel 4.41 Hasil Evaluasi Model 2 ResNet kelas right atrial.....	81
Tabel 4.42 Hasil Evaluasi Model 2 ResNet kelas right ventricle	83
Tabel 4.43 Hasil Evaluasi Model 3 ResNet	84
Tabel 4.44 Hasil Evaluasi Model 3 ResNet kelas aorta	86
Tabel 4.45 Hasil Evaluasi Model 3 ResNet kelas hole	87
Tabel 4.46 Hasil Evaluasi Model 3 ResNet kelas left atrial.....	89
Tabel 4.47 Hasil Evaluasi Model 3 ResNet kelas left ventricle	90
Tabel 4.48 Hasil Evaluasi Model 3 ResNet kelas right atrial.....	91
Tabel 4.49 Hasil Evaluasi Model 3 ResNet kelas right ventricle	93
Tabel 4.50 Hasil Evaluasi Model 4 ResNet	94
Tabel 4.51 Hasil Evaluasi Model 4 ResNet kelas aorta	95
Tabel 4.52 Hasil Evaluasi Model 4 ResNet kelas hole	97
Tabel 4.53 Hasil Evaluasi Model 4 ResNet kelas left atrial.....	98
Tabel 4.54 Hasil Evaluasi Model 4 ResNet kelas left ventricle	99
Tabel 4.55 Hasil Evaluasi Model 4 ResNet kelas right atrial.....	101
Tabel 4.56 Hasil Evaluasi Model 4 ResNet kelas right ventricle	102
Tabel 4.57 Hasil Evaluasi Model 1 U-Net.....	104
Tabel 4.58 Hasil Evaluasi Model 1 U-Net kelas aorta.....	105
Tabel 4.59 Hasil Evaluasi Model 1 U-Net kelas hole	107
Tabel 4.60 Hasil Evaluasi Model 1 U-Net kelas left atrial	108
Tabel 4.61 Hasil Evaluasi Model 1 U-Net kelas left ventricle.....	109
Tabel 4.62 Hasil Evaluasi Model 1 U-Net kelas right atrial	111

Tabel 4.63 Hasil Evaluasi Model 1 U-Net kelas right ventricle.....	112
Tabel 4.64 Hasil Evaluasi Model 1 U-Net.....	113
Tabel 4.65 Hasil Evaluasi Model 2 U-Net kelas aorta.....	115
Tabel 4.66 Hasil Evaluasi Model 2 U-Net kelas hole.....	116
Tabel 4.67 Hasil Evaluasi Model 2 U-Net kelas left atrial.....	117
Tabel 4.68 Hasil Evaluasi Model 2 U-Net kelas left ventricle.....	119
Tabel 4.69 Hasil Evaluasi Model 2 U-Net kelas right atrial.....	120
Tabel 4.70 Hasil Evaluasi Model 2 U-Net kelas right ventricle.....	121
Tabel 4.71 Hasil Evaluasi Model 3 U-Net.....	123
Tabel 4.72 Hasil Evaluasi Model 3 U-Net kelas aorta.....	124
Tabel 4.73 Hasil Evaluasi Model 3 U-Net kelas hole.....	125
Tabel 4.74 Hasil Evaluasi Model 3 U-Net kelas left atrial.....	127
Tabel 4.75 Hasil Evaluasi Model 3 U-Net kelas left ventricle.....	128
Tabel 4.76 Hasil Evaluasi Model 3 U-Net kelas right atrial.....	130
Tabel 4.77 Hasil Evaluasi Model 3 U-Net kelas right ventricle.....	131
Tabel 4.78 Hasil Evaluasi Model 4 U-Net.....	133
Tabel 4.79 Hasil Evaluasi Model 4 U-Net kelas aorta.....	134
Tabel 4.80 Hasil Evaluasi Model 4 U-Net kelas hole.....	136
Tabel 4.81 Hasil Evaluasi Model 4 U-Net kelas left atrial.....	137
Tabel 4.82 Hasil Evaluasi Model 4 U-Net kelas left ventricle.....	139
Tabel 4.83 Hasil Evaluasi Model 4 U-Net kelas right atrial.....	140
Tabel 4.84 Hasil Evaluasi Model 4 U-Net kelas right ventricle.....	142
Tabel 4.85 Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur data training 3 kelas.....	142
Tabel 4.86 Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur data testing 3 kelas.....	143
Tabel 4.87 Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur data unseen jantung janin.....	143
Tabel 4.88 Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur data training kelas aorta.....	144
Tabel 4.89 Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur data testing kelas aorta.....	144
Tabel 4.90 Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur data unseen kelas aorta.....	144
Tabel 4.91 Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur data training kelas hole.....	145
Tabel 4.92 Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur data testing kelas hole.....	146
Tabel 4.93 Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur data unseen kelas hole.....	147
Tabel 4.94 Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur data training kelas left atrial.....	147
Tabel 4.95 Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur data testing kelas left atrial.....	148
Tabel 4.96 Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur data unseen kelas left atrial.....	149
Tabel 4.97 Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur data training kelas left ventricle..	149
Tabel 4.98 Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur data testing kelas left ventricle ...	149

Tabel 4.99	Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur data unseen kelas left ventricle ...	150
Tabel 4.100	Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur data training kelas right atrial ...	152
Tabel 4.101	Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur testing kelas right atrial	153
Tabel 4.102	Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur unseen kelas right atrial	153
Tabel 4.103	Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur training kelas right ventricle	156
Tabel 4.104	Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur testing kelas right ventricle	156
Tabel 4.105	Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur unseen kelas right ventricle	157
Tabel 4.106	Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur pada data jantung janin	159
Tabel 4.107	Hasil Evaluasi Perbandingan 3 arsitektur pada data unseen jantung janin.	161

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit jantung bawaan merupakan cacat lahir yang umum terjadi pada janin dengan kemungkinan angka mencapai 8 dari 1000 kelahiran, bahkan menjadi salah satu penyebab utama kematian di tahun pertama kehidupan [1]. Salah satu contoh tantangan yang ada pada citra medis terutama jantung janin adalah kualitas citra yang kurang baik[2]. Pada ekokardiografi jantung janin, permasalahan yang terjadi saat diagnose penyakit jantung bawaan adalah pada pengambilan *Ultrasonography* citra yang didapatkan rentan terhadap bagian buram yang bisa merusak citra dan menurunkan kualitas citra[3].

Segmentasi adalah pemrosesan gambar yang membagi suatu citra menjadi lebih sederhana yang memiliki tujuan untuk mempermudah analisis. Adapun caranya dengan memisahkan antara objek yang akan di analisis dengan objek yang tidak dibutuhkan. Segmentasi merupakan teknik fundamental dalam pemrosesan citra yang membantu ahli medis dalam melakukan diagnosa penyakit [4].

Convolutional Neural Network (CNN) adalah salah satu metode *machine learning* yang merupakan pengembangan dari Multi-Layer Perceptron yang di gunakan untuk mengolah data dua dimensi. Umumnya, CNN digunakan pada proses klasifikasi, dimana output gambar adalah label kelas tunggal[5]. Namun berdasarkan kualitas sinyal yang menurun pada ultrasonografi[6] mengakibatkan penurunan kualitas gambar yang berpengaruh pada proses Segmentasi.

Metode CNN telah mencapai kinerja yang bagus dalam segmentasi citra otomatis[2]. Namun, untuk penggunaan dalam bidang klinis metode segmentasi belum cukup akurat karena tantangan yang ada pada citra medis salah satu contoh adalah Kualitas citra yang buruk[2]. *Image Enhancement* memiliki peranan penting dalam pemrosesan citra dan pengenalan pola[6]. Tujuan *Image Enhancement* adalah untuk meningkatkan kualitas gambar sehingga gambar yang diproses lebih baik daripada gambar asli[6][7]. Block Matching-3D merupakan salah satu Teknik denoising yang bekerja dengan cara mengelompokkan dan memfilter secara kolaboratif[8]. Gambar yang memiliki *noise* akan dibagi menjadi beberapa blok.

Setiap blok diproses dengan mencari blok yang mirip atau serupa dengan ambang batas yang tetap. Block yang mirip tersebut kemudian ditumpuk untuk membentuk array 3D.

Arsitektur U-Net, FractalNet, dan Resnet adalah beberapa jenis arsitektur CNN yang telah dikembangkan untuk melakukan pemrosesan dalam citra[9]. Arsitektur U-Net akan terlihat seperti ‘U’ yang memiliki tiga bagian yaitu kontraksi, Bottleneck, dan ekspansi. Bagian kontraksi terbuat dari banyak blok kontraksi. Setiap blok mengambil input yang menerapkan dua lapisan konvolusi 3x3 dan diikuti dengan *max-pooling* 2x2. Sedangkan arsitektur ResNet memperkenalkan blok baru yang dikenal dengan blok residual[10]. jaringan saraf residual memiliki karakteristik menggunakan jalan pintas untuk melompati beberapa layer. Sehingga layer dapat menyalin input pada layer selanjutnya. Arsitektur ResNet adalah salah satu arsitektur dari CNN yang dikembangkan dengan jaringan sisa. Ide utama dari jaringan ResNet adalah untuk memperkenalkan blok residual. Blok residual tersebut melapisi lapisan pemetaan konstan berdasarkan jaringan dangkal untuk melakukan pembelajaran residual, meningkatkan presisi ekstraksi fitur, dan memecahkan masalah gradien yang hilang[11]. FractalNet adalah salah satu arsitektur dari CNN yang menghindari koneksi residual. Arsitektur ini melibatkan pengaplikasian berulang dari *simple expansion rule* untuk membuat jaringan konvolusi yang fractal. Jaringan fractal berisi sub jalur yang berinteraksi dengan Panjang yang berbeda. Setiap sinyal internal diubah oleh filter sebelum menuju lapisan berikutnya[12]. Berdasarkan penjelasan diatas, penulis akan menggunakan metode *Convolutional Neural Network* dalam melakukan Segmentasi Citra Jantung Janin.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini, yaitu :

1. Mampu melakukan proses pra pengolahan data citra dengan dengan menggunakan denoising Block-Matching 3D
2. Dapat melakukan proses Segmentasi Citra Jantung Janin Menggunakan *Convolutional Neural Network*

3. Mengukur kinerja evaluasi segmentasi jantung janin, yang akan diukur menggunakan IoU (*Intersection Over Union*)

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan hasil penjelasan latar belakang yang dikemukakan, maka perumusan masalah yang didapat adalah :

1. Bagaimana melakukan proses pra pengolahan data citra jantung janin untuk dilakukan proses segmentasi?
2. Bagaimana melakukan uji coba model segmentasi menggunakan *Convolutional Neural Network*?
3. Bagaimana menghitung evaluasi pada hasil segmentasi jantung janin dengan menggunakan *Pixel Accuracy*, IoU (*Intersection over Union*), dan *Dice Coefficient*?

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang terdapat pada penelitian tugas akhir ini, yaitu:

1. Penelitian ini menggunakan data frame jantung janin yang terkena cacat septum dan jantung janin normal dengan sudut pandang 4 Chamber view.
2. Data yang digunakan hanya berupa data jantung janin dengan kondisi katup tertutup
3. Segmentasi hanya dilakukan terhadap bagian ruang jantung dan aorta.
4. Penelitian ini hanya sebatas simulasi program dengan bahasa pemrograman *Python* untuk membuat model *Convolutional Neural Network* dalam Segmentasi Jantung Janin.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan pada penulisan tugas akhir ini adalah:

1.5.1 Tahap Pertama (Persiapan Data)

Tahapan ini dilakukan analisis dan pemahaman terhadap data agar sesuai dengan topik penelitian

1.5.2 Tahap Kedua (Pra Pengolahan Data)

Tahapan ini melakukan pengolahan data dan penghilangan noise sebelum dilakukan pembelajaran mesin. Penghilangan noise dilakukan dengan menggunakan metode *Block-Matching 3D*.

1.5.3 Tahap Ketiga (Segmentasi)

Pada tahap ini melakukan segmentasi terhadap data jantung janin menggunakan *Convolutional Neural Network*.

1.5.4. Tahap Keempat (Analisa dan kesimpulan)

Pada tahapan ini hasil segmentasi jantung janin menggunakan *Convolutional Neural Network* telah mendapatkan hasil dan dilakukan Analisa performa dan ditarik kesimpulan.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika yang akan digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dilakukan pemaparan mengenai latar belakang, tujuan, rumusan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan dasar teori yang berkaitan pembahasan dari penelitian. Dasar teori yang berisi tentang literatur teori jantung janin, USG, *Deep learning*, *Block-Matching 3D*, dan validasi performa.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan proses bagaimana penelitian dijalankan, dimulai dari persiapan data dan bagaimana metode mempelajari data.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Pada bab keempat ini menjelaskan hasil dan analisa terhadap perbandingan kinerja segmentasi jantung janin menggunakan *Convolutional Neural Network*.

BAB V KESIMPULAN

Pada bab ini akan ditarik kesimpulan berdasarkan hasil dan analisa pada penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. L. Bernier, A. Stefanescu, G. Samoukovic, and C. I. Tchervenkov, “The challenge of congenital heart disease worldwide: Epidemiologic and demographic facts,” *Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg. Pediatr. Card. Surg. Annu.*, vol. 13, no. 1, pp. 26–34, 2010, doi: 10.1053/j.pcsu.2010.02.005.
- [2] G. Wang *et al.*, “Interactive Medical Image Segmentation Using Deep Learning with Image-Specific Fine Tuning,” *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. 37, no. 7, pp. 1562–1573, 2018, doi: 10.1109/TMI.2018.2791721.
- [3] S. Nurmaini *et al.*, “Accurate Detection of Septal Defects With Fetal Ultrasonography Images Using Deep Learning-Based Multiclass Instance Segmentation,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 196160–196174, 2020, doi: 10.1109/access.2020.3034367.
- [4] I. Sapitri, “Segmentasi Atrial Septal Defect menggunakan Convolutional Neural Networks berbasis V-NET,” vol. 5, no. 1, pp. 978–979, 2019.
- [5] O. Ronneberger, P. Fischer, and T. Brox, “U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 9351, pp. 234–241, 2015, doi: 10.1007/978-3-319-24574-4_28.

- [6] S. H. Contreras Ortiz, T. Chiu, and M. D. Fox, “Ultrasound image enhancement: A review,” *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 7, no. 5, pp. 419–428, 2012, doi: 10.1016/j.bspc.2012.02.002.
- [7] Q. Chen and D. Wu, “Image denoising by bounded block matching and 3D filtering,” *Signal Processing*, vol. 90, no. 9, pp. 2778–2783, 2010, doi: 10.1016/j.sigpro.2010.03.016.
- [8] L. Dai, Y. Zhang, and Y. Li, “BM3D Image Denoising Algorithm with Adaptive Distance Hard-threshold,” *Int. J. Signal Process. Image Process. Pattern Recognit.*, vol. 6, no. 6, pp. 41–50, 2013, doi: 10.14257/ijcip.2013.6.6.04.
- [9] Y. Yang, H. Li, Y. Han, and H. Gu, “High resolution remote sensing image segmentation based on graph theory and fractal net evolution approach,” *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci. - ISPRS Arch.*, vol. 40, no. 7W4, pp. 197–201, 2015, doi: 10.5194/isprsarchives-XL-7-W4-197-2015.
- [10] D. Setiaji and Harintaka, “Ekstraksi Fitur Bangunan Secara Cepat pada Foto UAV Menggunakan Metode Deep Residual Neural Network Berbasis FCN,” *Elipsoida*, vol. 02, no. 01, pp. 42–49, 2019, doi: ISSN: 26219883.
- [11] Q. Zhang, Z. Cui, X. Niu, S. Geng, and Y. Qiao, “Image Segmentation with Pyramid Dilated Convolution Based on ResNet and U-Net,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser.*

- Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics*), vol. 10635 LNCS, pp. 364–372, 2017, doi: 10.1007/978-3-319-70096-0_38.
- [12] G. Larsson, M. Maire, and G. Shakhnarovich, “FractalNet: Ultra-Deep Neural Networks without Residuals,” pp. 1–11, 2016, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1605.07648>.
- [13] L. E. Hunter and A. N. Seale, “Educational series in congenital heart disease: Prenatal diagnosis of congenital heart disease,” *Echo Res. Pract.*, vol. 5, no. 3, pp. R81–R100, 2018, doi: 10.1530/ERP-18-0027.
- [14] C. P. Bridge, C. Ioannou, and J. A. Noble, “Automated annotation and quantitative description of ultrasound videos of the fetal heart,” *Med. Image Anal.*, vol. 36, pp. 147–161, 2017, doi: 10.1016/j.media.2016.11.006.
- [15] M. Wiechec, A. Knafel, and A. Nocun, “Prenatal detection of congenital heart defects at the 11- To 13-week scan using a simple color doppler protocol including the 4-chamber and 3-vessel and trachea views,” *J. Ultrasound Med.*, vol. 34, no. 4, pp. 585–594, 2015, doi: 10.7863/ultra.34.4.585.
- [16] L. Yu, Y. Guo, Y. Wang, J. Yu, and P. Chen, “Segmentation of fetal left ventricle in echocardiographic sequences based on dynamic convolutional neural networks,” *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 64, no. 8, pp. 1886–1895, 2017, doi: 10.1109/TBME.2016.2628401.

- [17] L. D. Allan, D. C. Crawford, S. K. Chita, and M. J. Tynan, "Prenatal screening for congenital heart disease senior lecturer in perinatal cardiology," *Br. Med. J.*, vol. 292, no. JUNE, pp. 1985–1987, 1986.
- [18] The International Society of Ultrasound in Obstetrics, "ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic screening examination of the fetal heart.," *Ultrasound Obstet. Gynecol.*, vol. 41, no. 3, pp. 348–359, 2013, doi: 10.1002/uog.12403.
- [19] J. Yu, Y. Wang, and P. Chen, "Fetal ultrasound image segmentation system and its use in fetal weight estimation," *Med. Biol. Eng. Comput.*, vol. 46, no. 12, pp. 1227–1237, 2008, doi: 10.1007/s11517-008-0407-y.
- [20] T. Kumar and K. Verma, "A Theory Based on Conversion of RGB image to Gray image," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 7, no. 2, pp. 5–12, 2010, doi: 10.5120/1140-1493.
- [21] B. Xiao, H. Tang, Y. Jiang, W. Li, and G. Wang, "Brightness and contrast controllable image enhancement based on histogram specification," *Neurocomputing*, vol. 275, pp. 2798–2809, 2018, doi: 10.1016/j.neucom.2017.11.057.
- [22] M. Nurkamid and Sutejo, "Metode kecerahan citra kontras citra dan penajaman citra untuk peningkatan mutu citra," *J. Univ. Muria Kudus*, no. January, pp. 1–26, 2017, [Online]. Available: https://eprints.umk.ac.id/110/1/METODE_KECERAHAN_CIT

RA_KONTRAS_CITRA.pdf.

- [23] Z. Xia, *An overview of deep learning*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019.
- [24] R. S. Andersen, A. Peimankar, and S. Puthusserypady, “A deep learning approach for real-time detection of atrial fibrillation,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 115, pp. 465–473, 2019, doi: 10.1016/j.eswa.2018.08.011.
- [25] Q. Zhang, D. Zhou, and X. Zeng, “HeartID: A Multiresolution Convolutional Neural Network for ECG-Based Biometric Human Identification in Smart Health Applications,” *IEEE Access*, vol. 5, pp. 11805–11816, 2017, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2707460.
- [26] S. Kiranyaz, O. Avci, O. Abdeljaber, T. Ince, M. Gabbouj, and D. J. Inman, “1D convolutional neural networks and applications - A survey,” *arXiv*, pp. 1–20, 2019.
- [27] A. Ullah, J. Ahmad, K. Muhammad, M. Sajjad, and S. W. Baik, “Action Recognition in Video Sequences using Deep Bi-Directional LSTM with CNN Features,” *IEEE Access*, vol. 6, pp. 1155–1166, 2017, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2778011.
- [28] S. Nurmaini *et al.*, “Robust detection of atrial fibrillation from short-term electrocardiogram using convolutional neural networks,” *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 113, pp. 304–317,

2020, doi: 10.1016/j.future.2020.07.021.

- [29] H. Dong, G. Yang, F. Liu, Y. Mo, and Y. Guo, “Automatic brain tumor detection and segmentation using U-Net based fully convolutional networks,” *Commun. Comput. Inf. Sci.*, vol. 723, pp. 506–517, 2017, doi: 10.1007/978-3-319-60964-5_44.
- [30] N. Siddique, P. Sidike, C. Elkin, and V. Devabhaktuni, “U-Net and its variants for medical image segmentation: theory and applications,” 2020, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2011.01118>.