

**PERBANDINGAN KINERJA ARSITEKTUR UNET
DAN RESNET UNTUK SEGMENTASI JANTUNG
ANAK**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Komputer



OLEH:

IKHSAN NUH ATTHALLA

09011281722054

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

**PERBANDINGAN KINERJA ARSITEKTUR UNET DAN
RESNET UNTUK SEGMENTASI JANTUNG ANAK**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

IKHSAN NUH ATTHALLA

09011281722054

Indralaya, Juli 2021

Mengetahui, *25/8/21*
Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

Pembimbing Tugas Akhir

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

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Jumat

Tanggal : 9 Juli 2021

Tim Penguji :

1. Ketua Sidang : Ahmad Zarkasi, M.T.

(.....)

2. Sekretaris Sidang : Rendyansyah, M.T.

(.....)

3. Penguji Sidang : Sutarno, M.T.

(.....)

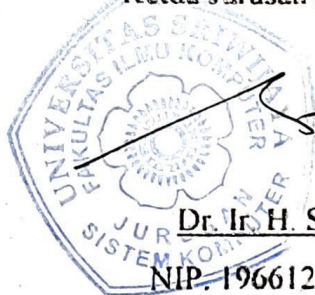
SUTARNO
11.00.01.21.07.2021

4. Pembimbing I : Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.

(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ikhsan Nuh Atthalla

NIM : 09011281722054

Judul : Perbandingan Kinerja Arsitektur Unet dan Resnet untuk Segmentasi Jantung Anak

Hasil Penyecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 12 %

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

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Indralaya, Juli 2021



Ikhsan Nuh Atthalla
NIM. 09011281722054

HALAMAN PERSEMBAHAN

“夢を見ることは時には孤独にもなるよ”

“Don't Give Up”

“Allahuma Yassir Wala Tu'assir”

*“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai dari suatu urusan, kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap
(Q.S. Asy-Syarh : 6 – 8)”*

“Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk kedua orang tua ku tercinta, kedua saudaraku dan keluarga besar yang senantiasa memberikan semangat serta do'a yang tidak pernah putus sehingga semua nya dapat berjalan lancar”

“Terimakasih teruntuk diri sendiri (Ikhsan Nuh Atthalla, S.Kom)”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan nikmat, taufik, dan hidayah-Nya yang sangat besar dan tidak pernah berhenti kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini yang **berjudul “Perbandingan Kinerja Arsitektur Unet Dan Resnet Untuk Segmentasi Jantung Anak”**.

Pada kesempatan kali ini, penulis banyak mendapatkan ide dan saran serta bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis dengan hati yang tulus mengucapkan rasa syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Orang tua saya tercinta yang telah membesarkan saya dengan penuh kasih sayang. Terimakasih untuk segala dukungan baik moril maupun materil doa, serta motivasi selama ini.
2. Kedua saudari saya yang selalu mendukung penulis dengan dukungan yang sangat dibutuhkan oleh penulis.
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 Pembimbing Tugas Akhir Penulis.
6. Bapak Ahmad Fali Oklilas, M.T., selaku Pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer.

7. Kak Naufal, Mbak Ade, Mbak Annisa, Pak Firdaus dan semua teman-teman yang tergabung dalam grup riset citra ISYSRG BATCH II yang turut membantu memberikan arahan serta nasihat.
8. Seluruh teman – teman Sistem Komputer angkatan 2017 yang telah membantu.
9. Semua pihak yang telah membantu.

Penulis menyadari bahwa Proposal 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.

Palembang, Juli 2021
Penulis,



Ikhsan Nuh Atthalla
NIM. 09011281722054

COMPARISON OF UNET AND RESNET ARCHITECTURE PERFORMANCE FOR INFANT HEART SEGMENTATION

Ikhsan Nuh Atthalla (09011281722054)

*Dept. of Computer Engineering, Faculty of Computer Science, Sriwijaya
University*

Email : ikhsannuha@gmail.com

ABSTRACT

The problem of heart segmentation is recognized as a difficult problem because of the photometric similarity between the ventricles, atrial and surrounding anatomic structures. Convolutional Neural Network (CNN) is usually used when all images need to be classified as class labels. However, many tasks require classification of each pixel in the image. This problem can be solved with Unet and Resnet Architectures. In this study, the scenario carried out is to segment 6 classes in the infant's heart using Unet and Resnet architectures with 8 models for each class with batch size and loss function parameters as tuning parameters. Of the 8 models tested in each class, the best results were on the Unet architecture with the best model evaluation average values, namely Pixel Accuracy 99.84%, IoU 95.55%, Mean Accuracy 97.54%, FPR 0.06%, Precision 95.72%, Recall 95.15%, dan F1 Score 95.31%.

Keywords : *Segmentation, Infant Heart, Unet, Resnet.*

PERBANDINGAN KINERJA ARSITEKTUR UNET DAN RESNET UNTUK SEGMENTASI JANTUNG ANAK

Ikhsan Nuh Atthalla (09011281722054)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya
Email : ikhsannuha@gmail.com

ABSTRAK

Masalah segmentasi jantung diakui sebagai masalah yang sulit karena kesamaan fotometrik antara ventrikel, atrium dan struktur anatomi sekitarnya. *Convolutional Neural Network* (CNN) pada umumnya digunakan ketika seluruh gambar dibutuhkan untuk diklasifikasi sebagai label kelas. Namun, banyak tugas yang membutuhkan klasifikasi pada setiap piksel pada gambar. Masalah ini dapat diselesaikan dengan Arsitektur Unet dan Resnet. Pada penelitian ini, skenario yang dilakukan adalah melakukan segmentasi 6 kelas pada jantung anak menggunakan arsitektur Unet dan Resnet dengan jumlah model masing-masing kelas berjumlah 8 dengan parameter *batch size* dan *loss function* sebagai parameter *tuning*. Dari 8 model yang diuji pada masing-masing kelas, hasil terbaik ada pada arsitektur Unet dengan nilai rata-rata evaluasi model terbaik yaitu *Pixel Accuracy* 99.84%, *IoU* 95.55%, *Mean Accuracy* 97.54%, *FPR* 0.06%, *Precision* 95.72%, *Recall* 95.15%, dan *F1 Score* 95.31%.

Kata Kunci : Segmentasi, Jantung Anak, Unet, Resnet.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN DEPAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRACT	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan dan Manfaat	2
1.2.1. Tujuan	2
1.2.2. Manfaat	2
1.3. Rumusan 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)	3
1.5.3. Tahap Ketiga (Segmentasi)	4
1.5.4. Tahap Keempat (Analisa dan Kesimpulan)	4

1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Jantung Normal	6
2.2. Ultrasonography	6
2.3. Citra Digital.....	6
2.3.1. Citra RGB	7
2.3.2. Citra <i>Grayscale</i>	7
2.3.3. Segmentasi Citra	7
2.4. Perbaikan Kualitas Citra	7
2.5. <i>Artificial Intelligence (AI)</i>	8
2.6. Machine Learning	8
2.7. Deep Learning.....	8
2.8. <i>Convolutional Neural Network</i>	8
2.8.1 Unet.....	9
2.8.2 Resnet.....	11
2.9. Evaluasi.....	13
2.9.1 <i>Pixel Accuracy</i>	14
2.9.2 <i>Intersection Over Union (IoU)</i>	14
2.9.3 <i>Mean Accuracy</i>	14
2.9.4 <i>False Positive Rate (FPR)</i>	14
2.9.5 <i>Precision</i>	15
2.9.6 <i>Recall</i>	15
2.9.7 <i>F1 Score</i>	15
BAB III METODOLOGI	17
3.1. Kerangka Kerja	17
3.2. Pengambilan Dataset.....	18

3.3.	Pra-Pengolahan	19
3.3.1	Konversi Video ke Gambar.....	19
3.3.2	<i>Ground Truth</i> Data.....	20
3.3.3	Augmentasi data.....	20
3.4.	Konversi Ukuran Gambar	21
3.5.	Pembagian Data Latih dan Data Uji	22
3.6.	Segmentasi	22
3.7.	Evaluasi.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		24
4.1	Hasil Segmentasi Jantung Anak Menggunakan Unet	24
4.1.1	Hasil Segmentasi Jantung Anak Menggunakan Model 1 Unet.....	24
4.1.1.1	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 1 Unet <i>Left Atrial</i>	26
4.1.1.2	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 1 Unet <i>Right Atrial</i>	28
4.1.1.3	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 1 Unet <i>Left Ventricle</i>	29
4.1.1.4	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 1 Unet <i>Right Ventricle</i>	31
4.1.1.5	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 1 Unet <i>Hole</i>	33
4.1.2	Hasil Segmentasi Jantung Anak Menggunakan Model 2 Unet.....	34
4.1.2.1	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 2 Unet <i>Left Atrial</i>	36
4.1.2.2	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 2 Unet <i>Right Atrial</i>	38
4.1.2.3	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 2 Unet <i>Left Ventricle</i>	39
4.1.2.4	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 2 Unet <i>Right Ventricle</i>	41
4.1.2.5	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 2 Unet <i>Hole</i>	43
4.1.3	Hasil Segmentasi Jantung Anak Menggunakan Model 3 Unet.....	44
4.1.3.1	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 3 Unet <i>Left Atrial</i>	46
4.1.3.2	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 3 Unet <i>Right Atrial</i>	48
4.1.3.3	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 3 Unet <i>Left Ventricle</i>	49

4.1.3.4	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 3 Unet <i>Right Ventricle</i>	51
4.1.3.5	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 3 Unet <i>Hole</i>	53
4.1.4	Hasil Segmentasi Jantung Anak Menggunakan Model 4 Unet.....	54
4.1.4.1	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 4 Unet <i>Left Atrial</i>	56
4.1.4.2	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 4 Unet <i>Right Atrial</i>	58
4.1.4.3	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 4 Unet <i>Left Ventricle</i>	59
4.1.4.4	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 4 Unet <i>Right Ventricle</i>	61
4.1.4.5	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 4 Unet <i>Hole</i>	63
4.2	Hasil Segmentasi Jantung Anak Menggunakan Resnet.....	64
4.2.1	Hasil Segmentasi Jantung Anak Menggunakan Model 1 Resnet.....	64
4.2.1.1	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 1 Resnet <i>Left Atrial</i>	66
4.2.1.2	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 1 Resnet <i>Right Atrial</i>	68
4.2.1.3	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 1 Resnet <i>Left Ventricle</i>	69
4.2.1.4	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 1 Resnet <i>Right Ventricle</i>	71
4.2.1.5	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 1 Resnet <i>Hole</i>	73
4.2.2	Hasil Segmentasi Jantung Anak Menggunakan Model 2 Resnet.....	74
4.2.2.1	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 2 Resnet <i>Left Atrial</i>	76
4.2.2.2	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 2 Resnet <i>Right Atrial</i>	78
4.2.2.3	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 2 Resnet <i>Left Ventricle</i>	79
4.2.2.4	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 2 Resnet <i>Right Ventricle</i>	81
4.2.2.5	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 2 Resnet <i>Hole</i>	83
4.2.3	Hasil Segmentasi Jantung Anak Menggunakan Model 3 Resnet.....	84
4.2.3.1	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 3 Resnet <i>Left Atrial</i>	86
4.2.3.2	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 3 Resnet <i>Right Atrial</i>	88
4.2.3.3	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 3 Resnet <i>Left Ventricle</i>	89
4.2.3.4	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 3 Resnet <i>Right Ventricle</i>	91

4.2.3.5	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 3 Resnet <i>Hole</i>	93
4.2.4	Hasil Segmentasi Jantung Anak Menggunakan Model 4 Resnet.....	94
4.2.4.1	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 4 Resnet <i>Left Atrial</i>	96
4.2.4.2	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 4 Resnet <i>Right Atrial</i>	98
4.2.4.3	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 4 Resnet <i>Left Ventricle</i>	99
4.2.4.4	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 4 Resnet <i>Right Ventricle</i> ...	101
4.2.4.5	Hasil Segmentasi Jantung Anak Model 4 Resnet <i>Hole</i>	103
4.3	Analisa.....	105
4.3.1	Analisa Hasil Segmentasi Jantung Anak	105
4.3.2	Analisa Hasil Segmentasi Jantung Anak Kelas <i>Left Atrial</i>	108
4.3.3	Analisa Hasil Segmentasi Jantung Kelas <i>Right Atrial</i>	112
4.3.4	Analisa Hasil Segmentasi Jantung Kelas <i>Left Ventricle</i>	116
4.3.5	Analisa Hasil Segmentasi Jantung Kelas <i>Right Ventricle</i>	120
4.3.6	Analisa Hasil Segmentasi Jantung Kelas <i>Hole</i>	124
BAB V KESIMPULAN		129
5.1	Pendahuluan	129
5.2	Kesimpulan	129
DAFTAR PUSTAKA		130

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Arsitektur Unet	9
Gambar 2.2 Arsitektur Resnet	12
Gambar 3.1 Kerangka Kerja Penelitian	18
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Pra-Pengolahan Data.....	19
Gambar 3.3 Konversi Video ke Gambar	20
Gambar 3.4 <i>Ground Truth</i>	20
Gambar 3.5 Augmentasi Data Image	21
Gambar 3.6 Konversi Ukuran Gambar.....	21
Gambar 4.1 Grafik Akurasi Model 1 Unet.....	25
Gambar 4.2 Grafik <i>loss</i> Model 1 Unet	25
Gambar 4.3 Grafik Akurasi Model 1 Unet Kelas <i>Left Atrial</i>	26
Gambar 4.4 Grafik <i>loss</i> Model 1 Unet Kelas <i>Left Atrial</i>	27
Gambar 4.5 Grafik Akurasi Model 1 Unet Kelas <i>Right Atrial</i>	28
Gambar 4.6 Grafik <i>loss</i> Model 1 Unet Kelas <i>Right Atrial</i>	28
Gambar 4.7 Grafik Akurasi Model 1 Unet Kelas <i>Left Ventricle</i>	30
Gambar 4.8 Grafik <i>loss</i> Model 1 Unet Kelas <i>Left Ventricle</i>	30
Gambar 4.9 Grafik Akurasi Model 1 Unet Kelas <i>Right Ventricle</i>	31
Gambar 4.10 Grafik <i>loss</i> Model 1 Unet Kelas <i>Right Ventricle</i>	32
Gambar 4.11 Grafik Akurasi Model 1 Unet Kelas <i>Hole</i>	33
Gambar 4.12 Grafik <i>loss</i> Model 1 Unet Kelas <i>Hole</i>	33
Gambar 4.13 Grafik Akurasi Model 2 Unet	35
Gambar 4.14 Grafik <i>loss</i> Model 2 Unet	35
Gambar 4.15 Grafik Akurasi Model 2 Unet Kelas <i>Left Atrial</i>	36
Gambar 4.16 Grafik <i>loss</i> Model 2 Unet Kelas <i>Left Atrial</i>	37
Gambar 4.17 Grafik Akurasi Model 2 Unet Kelas <i>Right Atrial</i>	38
Gambar 4.18 Grafik <i>loss</i> Model 2 Unet Kelas <i>Right Atrial</i>	38

Gambar 4.19	Grafik Akurasi Model 2 Unet Kelas <i>Left Ventricle</i>	40
Gambar 4.20	Grafik <i>loss</i> Model 2 Unet Kelas <i>Left Ventricle</i>	40
Gambar 4.21	Grafik Akurasi Model 2 Unet Kelas <i>Right Ventricle</i>	41
Gambar 4.22	Grafik <i>loss</i> Model 2 Unet Kelas <i>Right Ventricle</i>	42
Gambar 4.23	Grafik Akurasi Model 2 Unet Kelas <i>Hole</i>	43
Gambar 4.24	Grafik <i>loss</i> Model 2 Unet Kelas <i>Hole</i>	43
Gambar 4.25	Grafik Akurasi Model 3 Unet	45
Gambar 4.26	Grafik <i>loss</i> Model 3 Unet	45
Gambar 4.27	Grafik Akurasi Model 3 Unet Kelas <i>Left Atrial</i>	46
Gambar 4.28	Grafik <i>loss</i> Model 3 Unet Kelas <i>Left Atrial</i>	47
Gambar 4.29	Grafik Akurasi Model 3 Unet Kelas <i>Right Atrial</i>	48
Gambar 4.30	Grafik <i>loss</i> Model 3 Unet Kelas <i>Right Atrial</i>	48
Gambar 4.31	Grafik Akurasi Model 3 Unet Kelas <i>Left Ventricle</i>	50
Gambar 4.32	Grafik <i>loss</i> Model 3 Unet Kelas <i>Left Ventricle</i>	50
Gambar 4.33	Grafik Akurasi Model 3 Unet Kelas <i>Right Ventricle</i>	51
Gambar 4.34	Grafik <i>loss</i> Model 3 Unet Kelas <i>Right Ventricle</i>	52
Gambar 4.35	Grafik Akurasi Model 3 Unet Kelas <i>Hole</i>	53
Gambar 4.36	Grafik <i>loss</i> Model 3 Unet Kelas <i>Hole</i>	53
Gambar 4.37	Grafik Akurasi Model 4 Unet	55
Gambar 4.38	Grafik <i>loss</i> Model 4 Unet	55
Gambar 4.39	Grafik Akurasi Model 4 Unet Kelas <i>Left Atrial</i>	56
Gambar 4.40	Grafik <i>loss</i> Model 4 Unet Kelas <i>Left Atrial</i>	57
Gambar 4.41	Grafik Akurasi Model 4 Unet Kelas <i>Right Atrial</i>	58
Gambar 4.42	Grafik <i>loss</i> Model 4 Unet Kelas <i>Right Atrial</i>	58
Gambar 4.43	Grafik Akurasi Model 4 Unet Kelas <i>Left Ventricle</i>	60
Gambar 4.44	Grafik <i>loss</i> Model 4 Unet Kelas <i>Left Ventricle</i>	60
Gambar 4.45	Grafik Akurasi Model 4 Unet Kelas <i>Right Ventricle</i>	61
Gambar 4.46	Grafik <i>loss</i> Model 4 Unet Kelas <i>Right Ventricle</i>	62
Gambar 4.47	Grafik Akurasi Model 4 Unet Kelas <i>Hole</i>	63
Gambar 4.48	Grafik <i>loss</i> Model 4 Unet Kelas <i>Hole</i>	63
Gambar 4.49	Grafik Akurasi Model 1 Resnet.....	65

Gambar 4.50	Grafik <i>loss</i> Model 1 Resnet	65
Gambar 4.51	Grafik Akurasi Model 1 Resnet Kelas <i>Left Atrial</i>	66
Gambar 4.52	Grafik <i>loss</i> Model 1 Resnet Kelas <i>Left Atrial</i>	67
Gambar 4.53	Grafik Akurasi Model 1 Resnet Kelas <i>Right Atrial</i>	68
Gambar 4.54	Grafik <i>loss</i> Model 1 Resnet Kelas <i>Right Atrial</i>	68
Gambar 4.55	Grafik Akurasi Model 1 Resnet Kelas <i>Left Ventricle</i>	70
Gambar 4.56	Grafik <i>loss</i> Model 1 Resnet Kelas <i>Left Ventricle</i>	70
Gambar 4.57	Grafik Akurasi Model 1 Resnet Kelas <i>Right Ventricle</i>	71
Gambar 4.58	Grafik <i>loss</i> Model 1 Resnet Kelas <i>Right Ventricle</i>	72
Gambar 4.59	Grafik Akurasi Model 1 Resnet Kelas <i>Hole</i>	73
Gambar 4.60	Grafik <i>loss</i> Model 1 Resnet Kelas <i>Hole</i>	73
Gambar 4.61	Grafik Akurasi Model 2 Resnet.....	75
Gambar 4.62	Grafik <i>loss</i> Model 2 Resnet	75
Gambar 4.63	Grafik Akurasi Model 2 Resnet Kelas <i>Left Atrial</i>	76
Gambar 4.64	Grafik <i>loss</i> Model 2 Resnet Kelas <i>Left Atrial</i>	77
Gambar 4.65	Grafik Akurasi Model 2 Resnet Kelas <i>Right Atrial</i>	78
Gambar 4.66	Grafik <i>loss</i> Model 2 Resnet Kelas <i>Right Atrial</i>	78
Gambar 4.67	Grafik Akurasi Model 2 Resnet Kelas <i>Left Ventricle</i>	80
Gambar 4.68	Grafik <i>loss</i> Model 2 Resnet Kelas <i>Left Ventricle</i>	80
Gambar 4.69	Grafik Akurasi Model 2 Resnet Kelas <i>Right Ventricle</i>	81
Gambar 4.70	Grafik <i>loss</i> Model 2 Resnet Kelas <i>Right Ventricle</i>	82
Gambar 4.71	Grafik Akurasi Model 2 Resnet Kelas <i>Hole</i>	83
Gambar 4.72	Grafik <i>loss</i> Model 2 Resnet Kelas <i>Hole</i>	83
Gambar 4.73	Grafik Akurasi Model 3 Resnet.....	85
Gambar 4.74	Grafik <i>loss</i> Model 3 Resnet	85
Gambar 4.75	Grafik Akurasi Model 3 Resnet Kelas <i>Left Atrial</i>	86
Gambar 4.76	Grafik <i>loss</i> Model 3 Resnet Kelas <i>Left Atrial</i>	87
Gambar 4.77	Grafik Akurasi Model 3 Resnet Kelas <i>Right Atrial</i>	88
Gambar 4.78	Grafik <i>loss</i> Model 3 Resnet Kelas <i>Right Atrial</i>	88
Gambar 4.79	Grafik Akurasi Model 3 Resnet Kelas <i>Left Ventricle</i>	90
Gambar 4.80	Grafik <i>loss</i> Model 3 Resnet Kelas <i>Left Ventricle</i>	90

Gambar 4.81 Grafik Akurasi Model 3 Resnet Kelas <i>Right Ventricle</i>	91
Gambar 4.82 Grafik <i>loss</i> Model 3 Resnet Kelas <i>Right Ventricle</i>	92
Gambar 4.83 Grafik Akurasi Model 3 Resnet Kelas <i>Hole</i>	93
Gambar 4.84 Grafik <i>loss</i> Model 3 Resnet Kelas <i>Hole</i>	93
Gambar 4.85 Grafik Akurasi Model 4 Resnet	95
Gambar 4.86 Grafik <i>loss</i> Model 4 Resnet	95
Gambar 4.87 Grafik Akurasi Model 4 Resnet Kelas <i>Left Atrial</i>	96
Gambar 4.88 Grafik <i>loss</i> Model 4 Resnet Kelas <i>Left Atrial</i>	97
Gambar 4.89 Grafik Akurasi Model 4 Resnet Kelas <i>Right Atrial</i>	98
Gambar 4.90 Grafik <i>loss</i> Model 4 Resnet Kelas <i>Right Atrial</i>	98
Gambar 4.91 Grafik Akurasi Model 4 Resnet Kelas <i>Left Ventricle</i>	100
Gambar 4.92 Grafik <i>loss</i> Model 4 Resnet Kelas <i>Left Ventricle</i>	100
Gambar 4.93 Grafik Akurasi Model 4 Resnet Kelas <i>Right Ventricle</i>	101
Gambar 4.94 Grafik <i>loss</i> Model 4 Resnet Kelas <i>Right Ventricle</i>	102
Gambar 4.95 Grafik Akurasi Model 4 Resnet Kelas <i>Hole</i>	103
Gambar 4.96 Grafik <i>loss</i> Model 4 Resnet Kelas <i>Hole</i>	103

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Ukuran <i>Output</i> Resnet 34 Lapisan	13
Tabel 3.1 Deskripsi Video yang Digunakan.....	18
Tabel 3.2 Deskripsi Video dan Frame yang Digunakan.....	22
Tabel 3.3 Parameter.....	22
Tabel 3.4 Parameter <i>Tuning</i>	23
Tabel 4.1 Hasil Evaluasi Model 1 Unet	26
Tabel 4.2 Hasil Evaluasi Model 1 Unet Kelas <i>Left Atrial</i>	27
Tabel 4.3 Hasil Evaluasi Model 1 Unet Kelas <i>Right Atrial</i>	29
Tabel 4.4 Hasil Evaluasi Model 1 Unet Kelas <i>Left Ventricle</i>	31
Tabel 4.5 Hasil Evaluasi Model 1 Unet Kelas <i>Right Ventricle</i>	32
Tabel 4.6 Hasil Evaluasi Model 1 Unet Kelas <i>hole</i>	34
Tabel 4.7 Hasil Evaluasi Model 2 Unet	36
Tabel 4.8 Hasil Evaluasi Model 2 Unet Kelas <i>Left Atrial</i>	37
Tabel 4.9 Hasil Evaluasi Model 2 Unet Kelas <i>Right Atrial</i>	39
Tabel 4.10 Hasil Evaluasi Model 2 Unet Kelas <i>Left Ventricle</i>	41
Tabel 4.11 Hasil Evaluasi Model 2 Unet Kelas <i>Right Ventricle</i>	42
Tabel 4.12 Hasil Evaluasi Model 2 Unet Kelas <i>hole</i>	44
Tabel 4.13 Hasil Evaluasi Model 3 Unet.....	46
Tabel 4.14 Hasil Evaluasi Model 3 Unet Kelas <i>Left Atrial</i>	47
Tabel 4.15 Hasil Evaluasi Model 3 Unet Kelas <i>Right Atrial</i>	49
Tabel 4.16 Hasil Evaluasi Model 3 Unet Kelas <i>Left Ventricle</i>	51
Tabel 4.17 Hasil Evaluasi Model 3 Unet Kelas <i>Right Ventricle</i>	52
Tabel 4.18 Hasil Evaluasi Model 3 Unet Kelas <i>hole</i>	54
Tabel 4.19 Hasil Evaluasi Model 4 Unet.....	56
Tabel 4.20 Hasil Evaluasi Model 4 Unet Kelas <i>Left Atrial</i>	57
Tabel 4.21 Hasil Evaluasi Model 4 Unet Kelas <i>Right Atrial</i>	59

Tabel 4.22 Hasil Evaluasi Model 4 Unet Kelas <i>Left Ventricle</i>	61
Tabel 4.23 Hasil Evaluasi Model 4 Unet Kelas <i>Right Ventricle</i>	62
Tabel 4.24 Hasil Evaluasi Model 4 Unet Kelas <i>hole</i>	64
Tabel 4.25 Hasil Evaluasi Model 1 Resnet	66
Tabel 4.26 Hasil Evaluasi Model 1 Resnet Kelas <i>Left Atrial</i>	67
Tabel 4.27 Hasil Evaluasi Model 1 Resnet Kelas <i>Right Atrial</i>	69
Tabel 4.28 Hasil Evaluasi Model 1 Resnet Kelas <i>Left Ventricle</i>	71
Tabel 4.29 Hasil Evaluasi Model 1 Resnet Kelas <i>Right Ventricle</i>	72
Tabel 4.30 Hasil Evaluasi Model 1 Resnet Kelas <i>hole</i>	74
Tabel 4.31 Hasil Evaluasi Model 1 Resnet	76
Tabel 4.32 Hasil Evaluasi Model 2 Resnet Kelas <i>Left Atrial</i>	77
Tabel 4.33 Hasil Evaluasi Model 2 Resnet Kelas <i>Right Atrial</i>	79
Tabel 4.34 Hasil Evaluasi Model 2 Resnet Kelas <i>Left Ventricle</i>	81
Tabel 4.35 Hasil Evaluasi Model 2 Resnet Kelas <i>Right Ventricle</i>	82
Tabel 4.36 Hasil Evaluasi Model 2 Resnet Kelas <i>hole</i>	84
Tabel 4.37 Hasil Evaluasi Model 3 Resnet	86
Tabel 4.38 Hasil Evaluasi Model 3 Resnet Kelas <i>Left Atrial</i>	87
Tabel 4.39 Hasil Evaluasi Model 3 Resnet Kelas <i>Right Atrial</i>	89
Tabel 4.40 Hasil Evaluasi Model 3 Resnet Kelas <i>Left Ventricle</i>	91
Tabel 4.41 Hasil Evaluasi Model 3 Resnet Kelas <i>Right Ventricle</i>	92
Tabel 4.42 Hasil Evaluasi Model 3 Resnet Kelas <i>hole</i>	94
Tabel 4.43 Hasil Evaluasi Model 4 Resnet	96
Tabel 4.44 Hasil Evaluasi Model 4 Resnet Kelas <i>Left Atrial</i>	97
Tabel 4.45 Hasil Evaluasi Model 4 Resnet Kelas <i>Right Atrial</i>	99
Tabel 4.46 Hasil Evaluasi Model 4 Resnet Kelas <i>Left Ventricle</i>	101
Tabel 4.47 Hasil Evaluasi Model 4 Resnet Kelas <i>Right Ventricle</i>	102
Tabel 4.48 Hasil Evaluasi Model 4 Resnet Kelas <i>hole</i>	104
Tabel 4.49 Hasil Evaluasi Perbandingan 2 Arsitektur.....	105
Tabel 4.50 Hasil Evaluasi Model 2 Unet Tanpa Augmentasi	106
Tabel 4.51 Hasil Evaluasi Perbandingan 2 Arsitektur Pada Data Unseen	107
Tabel 4.52 Contoh Hasil Segmentasi Model 2 Unet	107

Tabel 4.53 Hasil Evaluasi Perbandingan 2 Arsitektur Kelas <i>Left Atrial</i>	109
Tabel 4.54 Hasil Evaluasi Model 2 Unet Kelas <i>Left Atrial</i> Tanpa Augmentasi	110
Tabel 4.55 Hasil Evaluasi Perbandingan 2 Arsitektur Pada Data Unseen Kelas <i>Left Atrial</i>	111
Tabel 4.56 Contoh Hasil Segmentasi Model 2 Unet Kelas <i>Left Atrial</i>	111
Tabel 4.57 Hasil Evaluasi Perbandingan 2 Arsitektur Kelas <i>Right Atrial</i>	113
Tabel 4.58 Hasil Evaluasi Model 2 Unet Kelas <i>Right Atrial</i> Tanpa Augmentasi	114
Tabel 4.59 Hasil Evaluasi Perbandingan 2 Arsitektur Pada Data Unseen Kelas <i>Right Atrial</i>	115
Tabel 4.60 Contoh Hasil Segmentasi Model 2 Unet Kelas <i>Right Atrial</i>	115
Tabel 4.61 Hasil Evaluasi Perbandingan 2 Arsitektur Kelas <i>Left Ventricle</i>	117
Tabel 4.62 Hasil Evaluasi Model 2 Unet Kelas <i>Left Ventricle</i> Tanpa Augmentasi	118
Tabel 4.63 Hasil Evaluasi Perbandingan 2 Arsitektur Pada Data Unseen Kelas <i>Left Ventricle</i>	119
Tabel 4.64 Contoh Hasil Segmentasi Model 2 Unet Kelas <i>Left Ventricle</i>	119
Tabel 4.65 Hasil Evaluasi Perbandingan 2 Arsitektur Kelas <i>Right Ventricle</i>	121
Tabel 4.66 Hasil Evaluasi Model 4 Unet Kelas <i>Right Ventricle</i> Tanpa Augmentasi	122
Tabel 4.67 Hasil Evaluasi Perbandingan 2 Arsitektur Pada Data Unseen Kelas <i>Right Ventricle</i>	123
Tabel 4.68 Contoh Hasil Segmentasi Model 4 Unet Kelas <i>Right Ventricle</i>	123
Tabel 4.69 Hasil Evaluasi Perbandingan 2 Arsitektur Kelas <i>Hole</i>	125
Tabel 4.70 Hasil Evaluasi Model 4 Unet Kelas <i>Hole</i> Tanpa Augmentasi	126
Tabel 4.71 Hasil Evaluasi Perbandingan 2 Arsitektur Pada Data Unseen Kelas <i>Hole</i>	127
Tabel 4.72 Contoh Hasil Segmentasi Model 4 Unet Kelas <i>Hole</i>	127

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dikarenakan pengambilan gambar anatomi jantung menggunakan Ultrasonigraphy (USG) menjadi kabur atau tidak jelas, sehingga segmentasi jantung anak sangat diperlukan untuk mendapatkan gambar yang diperlukan[1]. Masalah segmentasi jantung diakui sebagai masalah yang sulit karena kesamaan fotometrik antara ventrikel, atrium dan struktur anatomi sekitarnya[2]. Ultrasonography (USG) adalah teknik pencitraan dalam bidang medis yang bisa mempermudah penglihatan manusia, Ultrasonography (USG) berkerja dengan menangkap gelombang suara lalu mengubahnya ke bentuk visual. Teknologi ini juga dapat memungkinkan pengguna melihat bentuk yang sangat kecil[3]. Pada Ultrasonography (USG) real-time memberikan pengamatan langsung terhadap gerakan janin. Sayangnya, terdapat kesulitan di mana dokter harus memverifikasi ultrasonografi apakah gerakan janin terjadi atau tidak. Dan pendeteksian ini mengandalkan pendapat pengamat[4].

Beberapa tahun terakhir ini Deep Learning telah menghasilkan kinerja yang sangat baik dalam mengerjakan tugas pemrosesan gambar seperti klasifikasi, deteksi dan segmentasi[5]. Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu Deep Neural Network yang sangat populer saat ini dikarenakan aspek yang paling menguntungkan dari CNN ini yaitu mengurangi jumlah parameter pada jaringan syaraf tiruan. Pencapaian ini telah mendorong peneliti dan pengembang untuk meraih model yang lebih besar dalam menyelesaikan tugas-tugas kompleks yang tidak mungkin dilakukan oleh jaringan syaraf tiruan klasik[6].

CNN pada umumnya digunakan ketika seluruh gambar dibutuhkan untuk diklasifikasi sebagai label kelas. Namun, banyak tugas yang membutuhkan klasifikasi pada setiap piksel pada gambar. Masalah ini dapat diselesaikan dengan

Arsitektur Unet dan Resnet. Arsitektur Unet terdiri dari *down-sampling* dan *up-sampling* yang menghubungkan blok konvolusi, arsitektur Unet bekerja dengan baik untuk sebagian besar segmentasi dalam citra medis. Namun, masih ada beberapa potensi keterbatasan pada arsitektur Unet seperti sulit untuk menangkap fitur kompleks seperti segmentasi citra *multi-class* dan memulihkan fitur kompleks ke dalam citra segmentasi. Jaringan Unet sendiri terdiri dari encoder (contracting path) dan decoder (expansive path)[7]. Arsitektur Resnet memiliki unit residual unik yang dapat menghindari degradasi gradien dalam proses pendalaman jaringan. Arsitektur resnet memiliki jalur pintas paralel yang disebut *skip connection*[8].

1.2. Tujuan dan Manfaat

1.2.1. Tujuan

Berikut tujuan dari penulisan tugas akhir ini yaitu:

1. Melakukan pra-pengolahan data pada jantung anak
2. Perbandingan proses Segmentasi menggunakan Unet dan Resnet.
3. Menilai performa evaluasi segmentasi pada jantung anak, yang akan dinilai menggunakan metric evaluation berupa *Pixel Accuracy*, *IoU (Intersection Over Union)*, *Mean Accuracy*, *FPR (False Positive Rate)*, *Precision*, *Recall* dan *F1 Score*.

1.2.2. Manfaat

Berikut manfaat dari penulisan tugas akhir ini yaitu:

1. Membantu tenaga medis dalam mensegmentasi jantung anak.
2. Para akademisi dan peneliti dalam bidang citra dan kesehatan dapat menjadikan tulisan ini sebagai referensi pembelajaran, terutama pada bidang pengolahan citra digital (*Computer Vision*).
3. Membantu mencari model segmentasi terbaik dalam menggunakan arsitektur Unet dan Resnet.

1.3. Rumusan Masalah

Berikut rumusan masalah dari penulisan tugas akhir ini yaitu:

1. Bagaimana melakukan pra-pengolahan data pada jantung anak?
2. Bagaimana proses segmentasi menggunakan arsitektur Unet dan Resnet?
3. Bagaimana mendapatkan hasil evaluasi pada segmentasi jantung anak berdasarkan parameter *Pixel Accuracy*, *IoU (Intersection Over Union)*, *Mean Accuracy*, *FPR (False Positive Rate)*, *Precision*, *Recall* dan *F1 Score*.

1.4. Batasan Masalah

Berikut batasan masalah dari penulisan tugas akhir ini yaitu:

1. Penelitian ini menggunakan data jantung anak normal dan abnormal dalam sudut pandang *4 chamber view*.
2. Proses segmentasi hanya dilakukan pada lubang dan ruang jantung.
3. Penelitian ini hanya sebatas simulasi program dengan bahasa pemrograman Python untuk membangun arsitektur Unet dan Resnet dalam Segmentasi Jantung Anak.

1.5. Metodologi Penelitian

1.5.1. Tahap Pertama (Persiapan Data)

Tahapan ini dikerjakan dengan menganalisis dan memahami data yang digunakan sehingga cocok dengan topik penelitian.

1.5.2. Tahap Kedua (Pra Pengolahan Data)

Tahapan ini melakukan proses pra-pengolahan pada data sebelum data akan digunakan dan masuk ke dalam model pembelajaran mesin.

1.5.3. Tahap Ketiga (Segmentasi)

Tahapan ini melakukan segmentasi jantung anak menggunakan arsitektur Unet dan Resnet.

1.5.4. Tahap Keempat (Analisa dan Kesimpulan)

Tahapan ini melakukan hasil yang telah didapat dari pengujian model arsitektur Unet dan Resnet akan dianalisa terhadap performa setiap model dan diambil kesimpulan.

1.6. Sistematika Penulisan

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

BAB I – PENDAHULUAN

Pada bab ini akan membahas tentang latar belakang, tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II – TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan membahas tentang landasan teori yang berhubungan dengan penelitian. Landasan teori yang dibahas berisi tentang penjelasan jantung anak, ultrasonography, citra digital, deep learning, arsitektur segmentasi, dan evaluasi performa.

BAB III – METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan membahas tentang tahapan metodologi yang akan digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini, dimulai dari mempersiapkan data yang akan di segmentasi, tahap-tahap pra-pengolahan data, penjelasan segmentasi dengan parameter-parameter model yang akan digunakan dan nilai evaluasi.

BAB IV – HASIL DAN ANALISIS

Pada Bab ini memaparkan hasil analisis dan membandingkan kinerja arsitektur segmentasi pada bagian jantung anak normal dan abnormal *four chamber view* menggunakan arsitektur Unet dan Resnet.

BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan membahas kesimpulan dari analisa hasil yang sudah didapat pada perbandingan kinerja arsitektur Unet dan Resnet untuk segmentasi jantung anak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Bai, P. Li, and K. Wang, “Automatic Whole Heart Segmentation Based on Watershed and Active Contour Model in CT Images,” pp. 741–744, 2016.
- [2] K. Punithakumar, N. Tahmasebi, P. Boulanger, and M. Noga, “Convolutional Neural Network Based Automated RV Segmentation for Hypoplastic Left Heart Syndrome MRI,” 2018.
- [3] R. Sonia and V. Shanthi, “Image Classification for Ultrasound Fetal Images with Increased Nuchal Translucency during First Trimester Using SVM Classifier Department of Computer Applications , St . Joseph ’ s College of Engineering , Chennai , Tamil Nadu , India,” vol. 9, no. 2, pp. 113–121, 2015.
- [4] G. P. Heldt and R. J. W. Iii, “Evaluation of Ultrasound-Based Sensor to Monitor Respiratory and Nonrespiratory Movement and Timing in Infants,” vol. 63, no. 3, pp. 619–629, 2016.
- [5] S. Vitale, G. S. Member, G. Ferraioli, S. Member, V. Pascazio, and S. Member, “Multi-Objective CNN-Based Algorithm for SAR Despeckling,” pp. 1–14.
- [6] S. Albawi and T. A. Mohammed, “Understanding of a Convolutional Neural Network,” no. August, 2017.
- [7] X. Chen, L. Yao, Y. Zhang, and S. Member, “Residual Attention U-Net for Automated Multi-Class Segmentation of COVID-19 Chest CT Images,” vol. 14, no. 8, pp. 1–7, 2015.
- [8] K. Cao, “An Improved Res-UNet Model for Tree Species Classification Using Airborne High-Resolution Images,” 2020.

- [9] A. J. Weinhausr and K. P. Roberts, “Anatomy of the Human Heart.”
- [10] E. Tzahor and K. D. Poss, “Cardiac regeneration strategies: Staying young at heart,” vol. 1039, no. June, pp. 1035–1039, 2017.
- [11] A. A. Mohamed, A. A. Arifi, and A. Omran, “The basics of echocardiography,” *J. Saudi Hear. Assoc.*, vol. 22, no. 2, pp. 71–76, 2010.
- [12] M. Shoyab, “Fundamentals of Digital Image Processing and Basic Concept of Classification,” no. June 2014, 2019.
- [13] T. Kumar and K. Verma, “A Theory Based on Conversion of RGB image to Gray image A Theory Based on Conversion of RGB image to Gray image,” no. September, pp. 6–10, 2010.
- [14] N. H. Dar, “Image segmentation Techniques and its Applications.”
- [15] K. N. Shukla, “A Review on Image Enhancement Techniques,” no. August, pp. 6–10, 2017.
- [16] A. Mcandrew, “An Introduction to Digital Image Processing with Matlab Notes for SCM2511 Image Processing 1.”
- [17] A. Simon, M. S. Deo, S. Venkatesan, and D. R. R. Babu, “An Overview of Machine Learning and its Applications,” no. January, 2016.
- [18] V. Kumar, “Deep Learning as a Frontier of Machine Learning : A Review Deep Learning as a Frontier of Machine Learning : A Review,” no. January, 2019.
- [19] I. Namatēvs, “Deep Convolutional Neural Networks : Structure , Feature Extraction and Training,” vol. 20, no. December, pp. 40–47, 2017.
- [20] K. T. O. Shea, “An Introduction to Convolutional Neural Networks An Introduction to Convolutional Neural Networks,” no. December, 2015.
- [21] S. Guan, A. A. Khan, S. Sikdar, and P. V Chitnis, “Fully Dense UNet for

- 2D Sparse Photoacoustic Tomography Artifact Removal,” *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, vol. PP, no. 18, p. 1, 2019.
- [22] V. Zyuzin and T. Chumarnaya, “Comparison of Unet architectures for segmentation of the left ventricle endocardial border on two-dimensional ultrasound images,” *2019 Ural Symp. Biomed. Eng. Radioelectron. Inf. Technol.*, pp. 110–113, 2019.
- [23] O. Ronneberger, P. Fischer, and T. Brox, “U-Net : Convolutional Networks for Biomedical,” pp. 234–241, 2015.
- [24] A. Budhiman, S. Suyanto, and A. Arifianto, “Melanoma Cancer Classification Using ResNet with Data Augmentation,” *2019 Int. Semin. Res. Inf. Technol. Intell. Syst.*, pp. 17–20, 2019.
- [25] Y. Kaya, “Using ResNet Transfer Deep Learning Methods in Person Identification According to Physical Actions,” vol. 8, 2020.
- [26] K. He and J. Sun, “Deep Residual Learning for Image Recognition,” 2016.