

**DETEKSI *DEFECT SEPTUM* JANTUNG JANIN
BERBASIS CITRA 2 DIMENSI MENGGUNAKAN
*CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS***



**OLEH:
ADE IRIANI SAPITRI
09042621923001**

**PROGRAM MAGISTER ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
TAHUN 2020**

**DETEKSI *DEFECT SEPTUM* JANTUNG JANIN
BERBASIS CITRA 2 DIMENSI MENGGUNAKAN
*CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS***

TESIS

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



OLEH:

ADE IRIAN SAPITRI

09042621923001

**PROGRAM MAGISTER ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
TAHUN 2020**

LEMBAR PENGESAHAN

**DETEKSI *DEFECT SEPTUM* JANTUNG JANIN
BERBASIS CITRA 2 DIMENSI MENGGUNAKAN
*CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS***

TESIS

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister

**OLEH:
ADE IRIANI SAPITRI
09042621923001**

Palembang, 23 Desember 2020
Pembimbing II

Pembimbing I

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

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



Mengetahui,
Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer

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

HALAMAN PERSETUJUAN

Pada hari Kamis tanggal 23 Desember 2020 telah dilaksanakan ujian sidang Tesis secara daring oleh Magister Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Ade Iriani Sapitri
N I M : 09042621923001
Judul : Deteksi *Defect Septum* Jantung Janin Berbasis Citra 2 Dimensi Menggunakan *Convolutional Neural Networks*

1. Pembimbing I

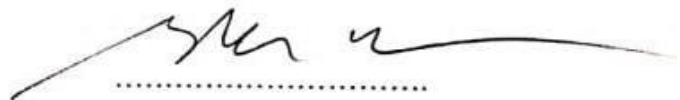
Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.
NIP. 196908021994012001



.....

2. Pembimbing II

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



.....

3. Penguji I

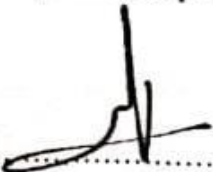
Dian Palupi Rini, S.Si, M.Kom, Ph.D.
NIP. 197802232006042002



.....


4. Penguji II

Dr. Abdiansah, S.Kom.,M.Cs.
NIP. 198410012009121005



.....

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer



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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ade Iriani Sapitri
NIM : 09042621923001
Program Studi : Magister Ilmu Komputer
Judul Tesis : Deteksi *Defect Septum* Jantung Janin Berbasis Citra 2
Dimensi Menggunakan *Convolutional Neural Networks*

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin: **16 %**

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, 23 Desember 2020



(Ade Iriani Sapitri)

NIM. 09042621923001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan kesehatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul **“Deteksi Defect Septum Jantung Janin Berbasis Citra 2 Dimensi Menggunakan Convolutional Neural Networks”**.

Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penyelesaian Tesis ini, diantaranya:

1. Orang tua, Bapak Ilham dan Ibu Jumaidah, S.Pd yang telah memfasilitasi memberikan dukungan serta motivasi, doa dan restu.
2. Saudara kandung, Irja Putra Pratama, M.Pd dan ayuk ipar Rista Septiyana, S.Pd yang senantiasa memberikan pengetahuan dan dukungan mental yang memotivasi saya untuk segera menyelesaikan sekolahku.
3. Keponakkan, Rayyanka Dzaki Pratama dan Rania Aqila Olivia yang senantiasa menghibur dalam mengerjakan penelitian tesis ini.
4. Jaidan Jauhari, M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Dian Palupi Rini, S.Si, M.Kom, Ph.D. selaku Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya dan bimbingan Tesis atas kebijakkan dan dukungannya selama pengerjaan Tesis.
6. Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T. selaku Pembimbing I Tesis yang memberikan arahan, nasihat serta motivasi selama penelitian Tesis dan publikasi-publikasi sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister.
7. Dr. Ir. Sukemi, M.T. selaku Pembimbing II Tesis yang memberikan arahan dan membimbing dalam melakukan penulisan Penelitian Tesis ini.
8. Dian Palupi Rini, S.Si, M.Kom, Ph.D dan Dr. Abdiansyah, S.Kom.,M.Cs. selaku Penguji yang sejak awal Sidang Proposal, Seminar Hasil dan Sidang Tesis II yang telah memberikan masukan berupa arahan dan saran untuk penelitian Tesis yang lebih baik.

9. 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.
10. Ardina Ariani, S.Kom selaku admin Program Studi Magister Ilmu Komputer yang telah banyak membantu dalam memperlancar kegiatan akademik dan sidang Tesis.
11. M. Naufal Rachmatullah, M.T. yang telah banyak mengarahkan dan memberikan kontribusi dalam pengerjaan Tesis ini.
12. Teman - teman Magister Ilmu Komputer, terutama Annisa Darmawahyuni, dan Elza Saraswita, Renny Amalia, Dwi Mei Rita, Nurul Afifah, dan Endy Suherman dan Adhitia Jovandy yang sangat banyak memberikan bantuan dalam pengerjaan Tesis.
13. Teman-teman di *Intelligent System Research Group*, Adhitia Jovandy dan Tim Citra yang selalu memberikan dukungan moril, semangat yang mampu memberikan lingkaran positif untuk saling berdiskusi dan memberikan ilmu.
14. Semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun secara tidak langsung yang tidak bisa penulis jelaskan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Tesis ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kemajuan karya tulis khususnya yang berkenaan dengan Tesis ini. Penulis berharap semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya Magister Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Palembang, 23 Desember 2020

Penulis

DETECTION OF FETAL HEART SEPTAL DEFECT BASED ON 2-DIMENSIONAL IMAGE USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

Ade Iriani Sapitri

Abstraction

Congenital heart disease is a common disease that can be life-threatening. CHD has an important role in knowing the early diagnosis of the heart, especially the fetus. Medical image analysis is one of the topics that can support the diagnosis process, especially the occurrence of septal defects. The image analysis process can be done by segmenting, detecting, and classifying it. This is the main key in carrying out the analysis process in diagnosing diseases of defects. Convolutional neural network (CNN) is a deep learning technique that is often used, especially in image analysis. RCNN mask is a CNN architecture that can perform segmentation, detection, and classification processes simultaneously called instance segmentation (Johnson, 2018). The proposed approach uses CNN with the RCNN Mask architecture using fetal cardiac septal defect data. The results showed that the model performance obtained was 97.46% mean Average Precision (mAP), 77.49% Intersection over Union (IoU), and 87.22% Dice Score Similarity (DSC).

Keywords: Defect Septum, Ultrasound Image, Convolutional Neural Network, Mask RCNN.

DETEKSI *DEFECT SEPTUM* JANTUNG JANIN BERBASIS CITRA 2 DIMENSI MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS*

Ade Iriani Sapitri

Abstrak

Penyakit jantung bawaan (PJB) merupakan penyakit yang umum terjadi yang dapat mengancam kehidupan. PJB memiliki peran penting untuk tahu diagnose awal pada jantung khususnya janin. Analisis citra medis merupakan salah satu topik yang dapat menunjang dalam proses diagnosa khususnya terjadinya *defect septum*. Proses analisa citra dapat dilakukan dengan melakukan proses segmentasi, deteksi maupun klasifikasi hal ini menjadi kunci utama dalam melakukan proses analisa dalam mendiagnosis penyakit terjadinya *defect*. Convolutional neural network (CNN) merupakan teknik pembelajaran dalam yang sering digunakan khususnya pada analisis citra. Mask RCNN merupakan arsitektur CNN yang dapat melakukan proses segmentasi, deteksi dan klasifikasi secara bersamaan disebut dengan *instance segmentation* (Johnson, 2018). Pendekatan yang diusulkan menggunakan CNN dengan arsitektur Mask RCNN menggunakan data *defect septum* jantung janin. Hasil penelitian yang diperoleh bahwa kinerja model yang didapatkan sebesar 97.46% mean Average Precision (mAP), 77.49% Intersection over Union (IoU) dan 87.22% Dice Score Similarity (DSC).

Kata Kunci: Defect Septum, Ultrasound Image, Convolutional Neural Network, Mask RCNN.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Penelitian	6
2.2 Penyakit Jantung Bawaan	10
2.2.1 <i>Atrial Septal Defect</i>	10
2.2.2 <i>Ventricular Septal Defect</i>	11
2.2.3 <i>Atrioventricular Septal Defect</i>	12
2.2.4 Normal	13
2.3 Cara Pandang Bilik Jantung	14
2.4 <i>Deep Learning</i> Pada Gambar <i>Defect Septum</i> Jantung Janin	15
2.5 <i>Medical Image Processing</i>	20
2.5.1 <i>Image Enhancement</i>	21
2.5.2 <i>Image Segmentation</i>	21
2.6 <i>Transfer Learning</i>	22
2.7 Augmentasi Data	23
2.8 <i>Neural Network</i> pada Mask RCNN	25

2.8.1	<i>Residual Neural Network (ResNet)</i>	25
2.8.2	RoI Align	26
2.8.3	<i>Stochastic Gradient Descent (SGD)</i>	27
2.8.4	Matriks Evaluasi	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		29
3.1	Kerangka Kerja Penelitian	29
3.2	Penelusuran Pustaka	30
3.3	Persiapan Data	31
3.4	Pra-pengolahan Gambar	32
3.5	Mask RCNN	44
3.5.1	<i>Network Architectutre Backbone</i>	45
3.5.2	Region Proposal Network (RPN)	46
3.5.3	Fully Convolutional Network (FCN) Mask Segmentation	49
3.5.4	Proses Pelatihan	50
3.5.5	Proses Validasi	51
3.5.6	Proses Pengujian	53
3.6	Analisis Hasil	54
3.7	Kesimpulan	54
BAB IV HASIL DAN ANALISIS		55
4.1	Kebutuhan Pengujian	55
4.2	Pengujian Mask RCNN	56
4.2.1	Mask RCNN tanpa Augmentasi	57
4.2.2	Mask RCNN dengan Augmentasi	61
4.2.3	Mask RCNN dengan Generative Adversarial Networks (GAN)	66
4.3	Hasil Fine Tuning Seluruh Model	70
4.4	Hasil Prediksi Mask RCNN	72
4.5	Diskusi	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		80
5.1	Kesimpulan	80
5.2	Saran	81
DAFTAR PUSTAKA		82

DAFTAR TABEL

TABEL 2.1 Penelitian Terkait yang pernah dilakukan	7
TABEL 3.1 Deskripsi sumber video raw data	31
TABEL 3.2 Deskripsi raw data video	32
TABEL 3.3 Deskripsi frame yang digunakan	34
TABEL 3.4 Deskripsi hasil frame	36
TABEL 3.5 Arsitektur Backbone Resnet	46
TABEL 3.6 Layer Arsitektur Konvolusi	50
TABEL 3.7 Proses Pembagian Data	51
TABEL 4.1 Informasi Data tanpa Augmentasi	55
TABEL 4.2 Informasi Data dengan Augmentasi	56
TABEL 4.3 Informasi Data dengan Generative Adversarial Networks (GAN)	56
TABEL 4.4 Hyperparameter Tuning	56
TABEL 4.5 Average Precision (AP) tanpa Augmentasi	58
TABEL 4.6 Intersection over Union (IoU) ResNet 50 learning rate 10^{-3}	58
TABEL 4.7 Intersection over Union (IoU) ResNet 50 learning rate 10^{-4}	59
TABEL 4.8 Intersection over Union (IoU) ResNet 101 learning rate 10^{-3}	60
TABEL 4.9 Intersection over Union (IoU) ResNet 101 learning rate 10^{-4}	61
TABEL 4.10 Average Precision (AP) Augmentasi	63
TABEL 4.11 Intersection over Union (IoU) ResNet 50 learning rate 10^{-3}	63
TABEL 4.12 Intersection over Union (IoU) ResNet 50 learning rate 10^{-4}	65
TABEL 4.13 Intersection over Union (IoU) ResNet 101 dan learning rate 10^{-3}	65
TABEL 4.14 Intersection over Union (IoU) ResNet 101 learning rate 10^{-4}	66
TABEL 4.15 Average Precision (AP) GAN	67
TABEL 4.16 Intersection over Union (IoU) ResNet 50 learning rate 10^{-3}	68
TABEL 4.17 Intersection over Union (IoU) ResNet 50 learning rate 10^{-4}	69
TABEL 4.18 Intersection over Union (IoU) ResNet 101 learning rate 10^{-3}	69
TABEL 4.19 Intersection over Union (IoU) ResNet 101 learning rate 10^{-4}	70
TABEL 4.20 nilai Average Precision (AP) berdasarkan hole	71
TABEL 4.21 nilai Intersection over Union (IoU) berdasarkan hole	71
TABEL 4.22 nilai Dice Similarity Coefficient (DSC) berdasarkan hole	71

TABEL 4.23 Prediksi Result Mask RCNN	72
TABEL 4.24 Hasil Prediksi Overlapping Mask RCNN	73
TABEL 4.25 Hasil Prediksi Bounding Box Mask RCNN	73
TABEL 4.26 Hasil Prediksi data unseen Kondisi Normal	74
TABEL 4.27 Perbandingan Hasil Kinerja Model Per-Kelas	75
TABEL 4.28 Perbandingan Hasil Kinerja Evaluasi Model	77
TABEL 4.29 Hasil Perbandingan Penelitian Mask RCNN 5 Tahun Terakhir	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Atrial Septal Defect (ASD)	10
Gambar 2.2 Ventricular Septal Defect	11
Gambar 2.3 Atrioventricular septal defect (AVSD)	12
Gambar 2.4 Normal	13
Gambar 2.5 Cara Pandang Jantung Janin 4 Chamber View	14
Gambar 2.6 U-Net Arsitektur (Ronneberger et al., 2015)	16
Gambar 2.7 Arsitektur Klasik CNN (Yu et al., 2017)	17
Gambar 2.8 Skema Arsitektur FCN (Sundaresan et al., 2017)	18
Gambar 2.9 Gambaran Umum yang diusulkan (Baumgartner et al., 2017)	19
Gambar 2.10 Arsitektur Mask RCNN (He et al., 2020)	20
Gambar 2.11 Ilustrasi Arsitektur Mask RCNN	22
Gambar 2.12 Sample Data Augmentasi Citra	24
Gambar 2.13 Proses Augmentasi Data Medis	25
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian	30
Gambar 3.2 Tahapan Pra-Pengolahan Data	33
Gambar 3.3 Sample Data Gambar Ultrasound yang digunakan	33
Gambar 3.4 Gambar Video (a) ASD (b) VSD (c) AVSD (d) Normal	35
Gambar 3.5 Hasil frame (a) AVSD (b) Normal	35
Gambar 3.6 Proses Augmentasi Rotasi	37
Gambar 3.7 Proses Augmentasi Cropping	38
Gambar 3.8 Proses Augmentasi Zoom	38
Gambar 3.9 Proses Augmentasi BM3D	39
Gambar 3.10 Proses Augmentasi Brightness	40
Gambar 3.11 Proses Augmentasi Clahe	40
Gambar 3.12 Annotation label Atrial Septal Defect	42
Gambar 3.13 Annotation label Ventricular Septal Defect	42
Gambar 3.14 Annotation label Atrioventricular Septal Defect	43
Gambar 3.15 Annotation label Normal	43
Gambar 3.16 Arsitektur Instance Segmentation Mask RCNN	44
Gambar 3.17 Backbone Resnet Architecture	45

Gambar 3.18 Region Proposal Network	47
Gambar 3.19 Anchor generation	48
Gambar 3.20 Instance Segmentation	49
Gambar 3.21 Kalkulasi presisi metrics evaluation	52
Gambar 4.1 Plot grafik MRCNN loss ResNet 50 learning rate 10^{-3}	57
Gambar 4.2 Plot grafik MRCNN loss ResNet 50 learning rate 10^{-4}	59
Gambar 4.3 Plot grafik MRCNN loss ResNet 101 dan learning rate 10^{-3}	60
Gambar 4.4 Plot grafik MRCNN loss ResNet 101 dan learning rate 10^{-4}	61
Gambar 4.5 Plot grafik MRCNN loss ResNet 50 learning rate 10^{-3}	62
Gambar 4.6 Plot grafik MRCNN loss ResNet 50 dan learning rate 10^{-4}	64
Gambar 4.7 Plot grafik MRCNN loss ResNet 101 learning rate 10^{-3}	64
Gambar 4.8 Plot grafik MRCNN loss ResNet 101 dan learning rate 10^{-4}	65
Gambar 4.9 Plot grafik MRCNN loss ResNet 50 learning rate 10^{-3}	66
Gambar 4.10 Plot grafik MRCNN loss ResNet 50 learning rate 10^{-4}	68
Gambar 4.11 Plot grafik MRCNN loss ResNet 101 learning rate 10^{-3}	69
Gambar 4.12 Plot grafik MRCNN loss ResNet 101 learning rate 10^{-4}	70

DAFTAR SINGKATAN

PJB	= Penyakit Jantung Bawaan
ASD	= Atrial Septal Defect
VSD	= Ventricular Septal Defect
AVSD	= Atrioventricular Septal Defect
USG	= Ultrasonography
CNN	= Convolutional Neural Networks
FC	= Fully Connected
ReLU	= Rectified Linear Unit
IoU	= Intersection over Union
mAP	= Mean Average Precision
DSC	= Dice Score Similarity
ResNet	= Residual Neural Network
RPN	= Region Proposal Network

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Hasil Prediksi Mask RCNN

LAMPIRAN 2. Source Code Python

LAMPIRAN 3. Publikasi Ilmiah

LAMPIRAN 4. Hasil Pengecekan Software Ithenticate/Turniting

LAMPIRAN 5. Form Konsultasi

LAMPIRAN 6. Form Revisi Ujian Proposal Tesis

LAMPIRAN 7. Form Revisi Ujian Seminar Hasil

LAMPIRAN 8. Form Revisi Ujian Tesis II

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang dilakukannya penelitian yang berjudul “Deteksi *Defect Septum Jantung Janin* berbasis Citra 2 Dimensi menggunakan *Convolutional Neural Network*”. Latar belakang penelitian ini adalah *Bagaimana cara melakukan deteksi defect septum jantung janin*. Topik penyakit jantung bawaan pada janin diangkat dalam penelitian ini dikarenakan penyakit ini memberikan pengaruh janin pada tahap kelahiran hidup. Kelainan pada penyakit jantung bawaan ini dipelajari oleh algoritma deteksi melalui citra gambar *ultrasound* pada janin. Penerapan *deep learning* sebagai algoritma deteksi diimplementasikan agar fitur dipelajari secara otomatis oleh algoritma tanpa perlu campur tangan manusia. Metode *deep learning* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur Mask RCNN.

1.1 Latar Belakang

Penyakit Jantung Bawaan (PJB), merupakan penyakit umum yang terjadi dari cacat lahir yang dapat mengancam kehidupan (Noori & Teimouri, 2019). PJB melibatkan beberapa bagian pada *septum atrium* dan *septum ventricle*. PJB juga sering dikatakan sebagai cacat septum terjadinya lubang di septum pada ruang jantung. Kondisi ini menyebabkan darah menuju ke arah yang salah (Jalal dkk., 2016). Posisi lubang pada cacat septum terjadi di tiga tempat, yaitu Atrial Septal Defek (ASD) terjadinya lubang pada kondisi di atrium kanan dan kiri. Kemudian Ventrikular Septal Defek (VSD) terjadinya lubang pada ventrikel kanan dan kiri disebut sebagai defek septum ventrikel, dan di antara ruang sisi kanan dan kiri jantung bernama Atrioventrikular Septal Defek (AVSD) (Vida dkk., 2016). Untuk meningkatkan diagnosis secara signifikan, deteksi PJB pada tahap awal sangat penting karena dapat melibatkan struktur jantung janin yang abnormal (Garcia-Canadilla dkk., 2020), sehingga memungkinkan penanganan proses medis lebih awal.

Pemeriksaan ultrasonografi rutin merupakan proses pemeriksaan skrining PJB selama masa hidup janin yang mampu mengidentifikasi 60% terjadinya PJB. Perangkat *ultrasound* (USG) merupakan modalitas pencitraan bebas radiasi, non-invasif, biaya rendah yang merupakan bagian tak terpisahkan dari teknik kardiologi modern untuk mendiagnosis PJB (Espinoza, 2019). Pada ultrasonografi janin sangat sulit dilakukan diagnosis, karena pencitraan yang rentan terhadap *noise* (bayangan), yang dapat mengurangi kualitas gambar dan struktur janin yang masih kecil pada rentan waktu 18-22 minggu (Allan dkk., 2004). Selain itu, struktur jantung janin yang sulit untuk ditafsirkan karena perubahan bentuk yang secara terus menerus yang bersifat tidak struktur. Sehingga, diperlukan penanganan yang baik dalam mentafsirkan sebuah citra *ultrasound* pada jantung janin untuk dapat dilakukan proses pemeriksaan selanjutnya. Adanya keterbatasan tersebut, diperlukan analisa lebih awal dalam melakukan deteksi terjadinya *defect septum*. Sehingga, deteksi otomatis dengan gambar cacat septum berkualitas rendah perlu diselidiki secara mendalam.

Citra gambar jantung janin dapat ditingkatkan dengan cara pemeriksaan *skrining* dengan teknologi canggih untuk mencapai deteksi kelainan otomatis yang akurat menggunakan *ultrasound* masih memiliki permasalahan yang perlu dianalisa kembali (Carolina, 2005). Berdasarkan permasalahan diatas bahwa sulitnya mengolah data *ultrasound* yang kecil dan *noise* menjadi tantangan dalam melakukan penelitian ini sehingga melakukan *image processing* pada data medis sangat diperlukan dikarenakan dapat meningkatkan kualitas citra sebagai proses awal. Hal ini diharapkan mampu memberikan kualitas baik sehingga mampu diolah secara signifikan dan mampu meningkatkan hasil prediksi yang lebih baik.

Pembelajaran mendalam atau sering juga disebut dengan *deep learning* (DL) telah digunakan oleh beberapa pengamatan ekokardiografi dalam mendiagnosis penyakit jantung secara struktural (Ghorbani dkk., 2020). Penelitian ini hanya merujuk pada ruang jantung dan terjadinya *defect septum*. Jantung janin yang memiliki ukuran di bawah 2 mm di dinding jantung dengan gambar berkualitas rendah dapat menghasilkan kinerja yang rendah dan proses deteksi yang tidak akurat (Hutchison, 2016). Berdasarkan, penelitian sebelumnya deteksi objek janin masih merupakan kasus yang terbatas (Cvpr & Id, 2019). *Machine learning* dan

deep learning mampu membantu para ahli medis dalam mendiagnosa secara akurat dan lebih cepat seperti algoritma *Deep Neural Network* (DNN) yang merupakan jaringan saraf tiruan dengan beberapa lapisan input dan output, *Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan bagian jaringan saraf yang paling umum digunakan untuk proses menganalisis citra. Saat ini, beberapa teknik *deep learning* telah banyak digunakan untuk melakukan proses analisa khususnya dibidang medis. Seperti yang dilakukan oleh (Messina & Louradour, 2015 dan Xu et dkk., 2018) melakukan proses segmentasi pada citra gambar menggunakan RNN didapatkan hasil yang kurang baik dalam mengolah gambar khususnya citra medis. Namun penelitian yang dilakukan oleh (He et al., 2020; Johnson, 2018b) mendapatkan hasil yang unggul dalam melakukan proses deteksi pada citra gambar. Sehingga, dalam proses pengelolaan data citra gambar, CNN lebih unggul dan baik digunakan dalam proses pengolahan khususnya citra medis yang memiliki tingkat kualitas gambar yang tidak secara struktural. Sehingga pada penelitian ini mengusulkan untuk melakukan proses deteksi pada *defect septum* jantung janin dari citra *ultrasound* yang berkualitas rendah dengan pendekatan segmentasi secara *instance* berbasis *deep learning*. Teknik deteksi yang diusulkan adalah menggunakan convolutional neural network dengan arsitektur network *Mask R-CNN*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka perumusan masalah pada penelitian ini yaitu “Bagaimana melakukan deteksi *defect septum* pada jantung janin berbasis citra 2 dimensi menggunakan convolutional neural networks”? dari rumusan masalah tersebut, maka dapat diuraikan menjadi:

1. Bagaimana membuat pra-pengolahan data gambar yang terkena *defect septum* dan normal untuk dilakukan deteksi jantung janin berbasis citra 2 dimensi?
2. Bagaimana melakukan deteksi *defect septum* jantung janin menggunakan metode Convolutional Neural Networks dengan arsitektur Mask RCNN?
3. Bagaimana mengukur kinerja pada data normal dan *defect septum* berdasarkan parameter *metrics evaluation* yang terdiri dari IoU (*Intersection Over Union*) dan mAP (*Mean Average Precision*) dan DSC (*Dice Score Similarity*)?

1.3 Batasan Masalah

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

1. Sistem segmentasi ini hanya berupa simulasi untuk melakukan proses deteksi yang terjadinya *defect septum* berbasis citra 2 dimensi.
2. Dataset yang digunakan merupakan data video yang terdeteksi penyakit jantung bawaan dengan *defect septum* dan normal. Dataset bersumber dari Fetal Echocardiography, Fetal Cardiac Scanning, dan Radiopedia.
3. Dataset yang digunakan menggunakan cara pandang hanya 4 Chamber view.
4. Arsitektur metode Convolutional Neural Network yang digunakan untuk *instance segmentation* adalah Mask RCNN.
5. Kinerja validasi segmentasi dan objek deteksi yang akan diukur menggunakan *metric evaluation* yang terdiri dari IoU (*Intersection Over Union*), mAP (*Mean Average Precision*) dan DSC (*Dice Score Similarity*).

1.4 Tujuan

Secara umum tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan sistem simulasi segmentasi dan deteksi jantung janin yang terkena penyakit jantung bawaan dengan menggunakan metode CNN berbasis Mask RCNN. Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Membuat pra-pengolahan data gambar untuk untuk segmentasi dan deteksi jantung janin yang terkena *defect septum* dan normal pada penyakit jantung bawaan.
2. Menganalisis dan implementasi proses deteksi jantung janin yang terkena *defect septum* dan normal menggunakan metode CNN berbasis Mask RCNN.
3. Mengukur kinerja validasi segmentasi dan deteksi yang akan diukur menggunakan *metric evaluation* yang terdiri dari IoU (*Intersection Over Union*) mAP (*Mean Average Precision*) dan DSC (*Dice Score Similarity*).

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

Bab ini berisi pendahuluan berupa latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi kerangka teori dan pustaka yang berhubungan dengan permasalahan dalam melakukan proses deteksi *defect septum* jantung janin dengan metode CNN yang mengacu pada beberapa penelitian jurnal publikasi.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi metodologi alur yang bertahap dan dengan terperinci tentang langkah yang digunakan untuk menganalisa kaitan dengan deteksi ruang jantung janin yang terkena *defect septum*. Metodologi ini menjelaskan pendekatan dan algoritma CNN berbasis Mask RCNN sehingga tujuan dari penulisan ini dapat tercapai.

4. BAB IV HASIL DAN ANALISA

Bab ini berisi hasil pengujian yang telah dilakukan, data yang digunakan baik digunakan 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

Bab ini berisi tentang kesimpulan mengenai hasil dan analisa dari pengolahan data citra jantung janin dalam melakukan deteksi *defect septum* menggunakan metode *deep learning*, yaitu CNN dengan arsitektur Mask RCNN. Bab ini juga merupakan jawaban dari setiap tujuan yang ingin dicapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Allan, L., Dangel, J., Fesslova, V., Marek, J., Mellander, M., Oberhänsli, I., Oberhoffer, R., Sharland, G., Simpson, J., & Sonesson, S.-E. (2004). Recommendations for the practice of fetal cardiology in Europe. *Cardiology in the Young*, *14*(1), 109–114.
- Anantharaman, R., Velazquez, M., & Lee, Y. (2019). Utilizing Mask R-CNN for Detection and Segmentation of Oral Diseases. *Proceedings - 2018 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine, BIBM 2018*, 2197–2204. <https://doi.org/10.1109/BIBM.2018.8621112>
- Asch, F. M., Poilvert, N., Abraham, T., Jankowski, M., Cleve, J., Adams, M., Romano, N., Hong, H., Mor-Avi, V., Martin, R. P., & Lang, R. M. (2019). Automated Echocardiographic Quantification of Left Ventricular Ejection Fraction Without Volume Measurements Using a Machine Learning Algorithm Mimicking a Human Expert. *Circulation: Cardiovascular Imaging*, *12*(9), 1–9. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.119.009303>
- Baumgartner, C. F., Kamnitsas, K., Matthew, J., Fletcher, T. P., Smith, S., Koch, L. M., Kainz, B., & Rueckert, D. (2017). SonoNet: Real-Time Detection and Localisation of Fetal Standard Scan Planes in Freehand Ultrasound. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, *36*(11), 2204–2215. <https://doi.org/10.1109/TMI.2017.2712367>
- Bravo-valenzuela, N. J., Peixoto, A. B., & Araujo Júnior, E. (2018). Prenatal diagnosis of congenital heart disease: A review of current knowledge. *Indian Heart Journal*, *70*(1), 150–164. <https://doi.org/10.1016/j.ihj.2017.12.005>
- Bridge, C. P., Ioannou, C., & Noble, J. A. (2017). Automated annotation and quantitative description of ultrasound videos of the fetal heart. *Medical Image Analysis*, *36*, 147–161. <https://doi.org/10.1016/j.media.2016.11.006>
- C'icero, F. M., Oliveira, A. H. M., & Botelho, G. M. (2016). Deep Learning and Convolutional Neural Networks in the Aid of the Classification of Melanoma. *SIBGRABI*, 1–9.
- Carolina, S. (2005). *SMFM Abstracts S83*. 261.
- Craig, B. (2006). Atrioventricular septal defect: From fetus to adult. *Heart*, *92*(12),

- 1879–1885. <https://doi.org/10.1136/hrt.2006.093344>
- Cvpr, A., & Id, P. (2019). *View Classification and Object Detection in Cardiac Ultrasound to Localize Valves via Deep Learning*. 1–9.
- Dai, J., He, K., & Sun, J. (2015). Convolutional feature masking for joint object and stuff segmentation. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 07-12-June*, 3992–4000. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2015.7299025>
- Diagn Ther, F., Garcia-Canadilla, P., Sanchez-Martinez, S., Crispi, F., & Bijmens, B. (2020). *Machine Learning in Fetal Cardiology: What to Expect*. <https://doi.org/10.1159/000505021>
- Eaton-Rosen, Z., Bragman, F., Ourselin, S., & Cardoso, M. J. (2018). Improving Data Augmentation for Medical Image Segmentation. *1st Conference on Medical Imaging with Deep Learning, 10670 LNCS(Midl)*, 450–462.
- Espinoza, J. (2019). Fetal MRI and prenatal diagnosis of congenital heart defects. *The Lancet*, 393(10181), 1574–1576. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32853-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32853-8)
- Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., & Thrun, S. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542, 115.
- Ferris, L. K., Ms, J. A. H., Ms, B. G., Ms, D. G. W., Mhs, K. G., Akilov, O., & Satyanarayanan, M. (2015). Computer-aided classification of melanocytic lesions using dermoscopic images. *Journal of American Dermatology*, 73(5), 769–776. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2015.07.028>
- 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>
- Harangi, B. (2018). Skin lesion classification with ensembles of deep convolutional neural networks. *Journal of Biomedical Informatics*, 86(August), 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2018.08.006>
- He, K., Gkioxari, G., Dollár, P., & Girshick, R. (2020). Mask R-CNN. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 42(2), 386–397.

<https://doi.org/10.1109/TPAMI.2018.2844175>

- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep Residual Learning for Image Recognition Kaiming. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 770–778. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00124>
- Hunter, L. E. (2018). Screening Views of the Fetal Heart. *Fetal Cardiology*, 21–28. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77461-9_3
- Hunter, L. E., & Seale, A. N. (2018). Educational series in congenital heart disease: Prenatal diagnosis of congenital heart disease. *Echo Research and Practice*, 5(3), R81–R100. <https://doi.org/10.1530/ERP-18-0027>
- Hutchison, D. (2016). *and Data Labeling*. October. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-46976-8>
- Jalal, Z., Hascoet, S., Baruteau, A. E., Iriart, X., Kreitmann, B., Boudjemline, Y., & Thambo, J. B. (2016). Long-term Complications After Transcatheter Atrial Septal Defect Closure: A Review of the Medical Literature. *Canadian Journal of Cardiology*, 32(11), 1315.e11. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2016.02.068>
- Johnson, J. W. (2018a). Adapting mask-rcnn for automatic nucleus segmentation. *ArXiv Preprint ArXiv:1805.00500*.
- Johnson, J. W. (2018b). *Adapting Mask-RCNN for Automatic Nucleus Segmentation*. 1–7. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-17798-0>
- Kaluva, K. C. (2018). *CardioNet : Identification of fetal cardiac standard planes from 2D Ultrasound data*. *Midl*, 1–9.
- Kopelowitz, E., & Engelhard, G. (2019). *Lung Nodules Detection and Segmentation Using 3D Mask-RCNN*. 1–8. <http://arxiv.org/abs/1907.07676>
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature Methods*, 13(1), 35. <https://doi.org/10.1038/nmeth.3707>
- Long, J., Shelhamer, E., & Darrel, T. (2017). Fully Convolutional Networks for Semantic Segmentation. *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*, 2017-May, 4052–4057. <https://doi.org/10.1109/IJCNN.2017.7966367>
- Mahbod, A., Schaefer, G., Ellinger, I., Ecker, R., Pitiot, A., & Wang, C. (2019). Fusing fine-tuned deep features for skin lesion classification. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 71, 19–29.

<https://doi.org/10.1016/j.compmedimag.2018.10.007>

- Messina, R., & Louradour, J. (2015). Segmentation-free handwritten Chinese text recognition with LSTM-RNN. *Proceedings of the International Conference on Document Analysis and Recognition, ICDAR, 2015-Novem*, 171–175. <https://doi.org/10.1109/ICDAR.2015.7333746>
- Noori, N. M., & Teimouri, A. (2019). Clinical course in children and adolescents with ventricular septal defect. *Asian Cardiovascular and Thoracic Annals*, 27(7), 529–534. <https://doi.org/10.1177/0218492319867001>
- Perez, L., & Wang, J. (2017). *The Effectiveness of Data Augmentation in Image Classification using Deep Learning*. <http://arxiv.org/abs/1712.04621>
- Romfh, A., & Pluchinotta, F. R. (2012). Congenital Heart Defects in Adults : A Field Guide for Cardiologists. *Journal of Clinical & Experimental Cardiology*, 01(S8). <https://doi.org/10.4172/2155-9880.s8-007>
- Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T. (2015). U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9351, 234–241. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24574-4_28
- Sana, Shahid, M., & Khan, S. (2017). *Dermoscopy Images Classification based on Color , Texture and Shape Features Using SVM. March*.
- Shorten, C., & Khoshgoftaar, T. M. (2019). A survey on Image Data Augmentation for Deep Learning. *Journal of Big Data*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0197-0>
- Sorokin, A. (2018). *Lesion Analysis and Diagnosis with Mask-RCNN*. 3–6. <http://arxiv.org/abs/1807.05979>
- Sundaresan, V., Bridge, C. P., Ioannou, C., & Noble, J. A. (2017). *Automated Characterization Of The Fetal Heart in Ultrasound Images Using Fully Convolutional Neural Networks*. https://doi.org/10.0/Linux-x86_64
- Tajbakhsh, N., Shin, J. Y., Gurudu, S. R., Hurst, R. T., Kendall, C. B., Gotway, M. B., & Jianming Liang. (2016). Convolutional Neural Networks for Medical Image Analysis: Full Training or Fine Tuning? *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 35(5), 1299–1312. <https://doi.org/10.1109/TMI.2016.2535302>

- The International Society of Ultrasound in Obstetrics. (2013). ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic screening examination of the fetal heart. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology: The Official Journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 41(3), 348–359. <https://doi.org/10.1002/uog.12403>
- Vese, L., & Wittman, T. (2010). An Introduction to Mathematical Image Processing IAS , Park City Mathematics Institute , Utah Undergraduate Summer School 2010. *Image Processing*, 1–38.
- Vida, V. L., Tessari, C., Castaldi, B., Padalino, M. A., Milanesi, O., Gregori, D., & Stellin, G. (2016). Early Correction of Common Atrioventricular Septal Defects: A Single-Center 20-Year Experience. *Annals of Thoracic Surgery*, 102(6), 2044–2051. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2016.09.020>
- Vuola, A. O., Akram, S. U., & Kannala, J. (2019). Mask-RCNN and u-net ensembled for nuclei segmentation. *Proceedings - International Symposium on Biomedical Imaging, 2019-April(Isbi)*, 208–212. <https://doi.org/10.1109/ISBI.2019.8759574>
- Xie, F., Fan, H., Li, Y., Jiang, Z., Meng, R., & Bovik, A. C. (2016). Melanoma Classification on Dermoscopy Images using a Neural Network Ensemble Model. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 0062(c), 1–11. <https://doi.org/10.1109/TMI.2016.2633551>
- Xu, X., Zhou, F., & Liu, B. (2018). Automatic bladder segmentation from CT images using deep CNN and 3D fully connected CRF-RNN. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 13(7), 967–975. <https://doi.org/10.1007/s11548-018-1733-7>
- Yu, L., Guo, Y., Wang, Y., Yu, J., & Chen, P. (2017). Segmentation of fetal left ventricle in echocardiographic sequences based on dynamic convolutional neural networks. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 64(8), 1886–1895. <https://doi.org/10.1109/TBME.2016.2628401>
- Zhang, Q., Zhang, M., Chen, T., Sun, Z., Ma, Y., & Yu, B. (2019). Recent advances in convolutional neural network acceleration. *Neurocomputing*, 323, 37–51. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2018.09.038>
- Zhao, Z., & Kumar, A. (2017). Accurate Periocular Recognition under Less

Constrained Environment Using Semantics-Assisted Convolutional Neural Network. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 12(5), 1017–1030. <https://doi.org/10.1109/TIFS.2016.2636093>

Zhou, Z., Rahman Siddiquee, M. M., Tajbakhsh, N., & Liang, J. (2018). Unet++: A nested u-net architecture for medical image segmentation. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11045 LNCS, 3–11. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00889-5_1